

ISSN 2697-3391

# ANATOMÍA DIGITAL

Revista Científica Indexada  
Revisada por pares ciegos



**VOL 8 NUM 4**  
MEDICINA  
REVOLUCIONARIA



**OCTUBRE - DICIEMBRE**  
**2025**

[www.anatomiadigital.org](http://www.anatomiadigital.org)  
[www.cienciadigitalaeditorial.com](http://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](http://www.cienciadigital.org)

**w:** [www.cienciadigitaleditorial.com](http://www.cienciadigitaleditorial.com)

**e:** [luisefrainvelastegui@cienciadigital.org](mailto:luisefrainvelastegui@cienciadigital.org)

**e:** [luisefrainvelastegui@hotmail.com](mailto:luisefrainvelastegui@hotmail.com)

**Director General**

Dr.C. Efraín Velastegui López. PhD. <sup>1</sup>

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

**Albert Szent-Györgyi**

---

<sup>1</sup> 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. Manejo exitoso de una perforación radicular con biocerámicos: reporte de un caso con seguimiento clínico y radiográfico

(Ariana Peralta Escandón, Andrés Sebastián Gahona Campoverde, Angie Nathalia Oviedo Delgado, Felipe Guido Rodríguez Reyes)

**06-21**

---

2. Efectos del ejercicio físico en mujeres con diabetes gestacional

(Cristina Alejandra Bonilla Luzuriaga, Shirley Mireya Ortiz Pérez)

**22-37**

---

3. Resistencia antiparasitaria a antihelmínticos en humanos

(Dany Fernando Cepeda Naranjo, Andrea Estefania Tenesaca Serpa)

**38-56**

---

4. Regeneración endodóntica con A-PRF e i-PRF en diente permanente con ápice inmaduro: reporte de caso clínico

(Génesis Valeria González Guachizaca, Nancy Patricia Morocho Morocho, Miguel Alberto Lugo Pinto, Felipe Guido Rodríguez Reyes)

**57-73**

---

5. Comparación de la capacidad de sellado apical entre selladores biocerámicos y AH Plus con y sin gutapercha en tratamientos endodónticos: estudio in vitro

(Sebastián Patricio Calle Coronel, Felipe Guido Rodríguez Reyes, Bernardo Rafael Piedra Andrade, Angie Nathalia Oviedo Delgado)

**74-94**

---

6. Estudio comparativo en lentes de contacto multifocales y monovisión en pacientes presbítas en centro optométrico del Valle de los Chillos

(Helen Roxette Chávez Mestanza, Andrea Elizabeth Villegas Terán)

**95-108**

---

---

7. Utilidad clínica de la adiponectina como marcador temprano en la detección de diabetes mellitus tipo 2  
(Tannia Pamela Ortiz Espinoza, Diana Paola Vinueza Ramón)

109-130

---



## Manejo exitoso de una perforación radicular con biocerámicos: reporte de un caso con seguimiento clínico y radiográfico

*Successful management of root perforation with bioceramics: a case report with clinical and radiographic follow-up*

- <sup>1</sup> Ariana Peralta Escandón  <https://orcid.org/0000-0003-0963-8206>,  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[abperaltae78@est.ucacue.edu.ec](mailto:abperaltae78@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Andrés Sebastián Gahona Campoverde  <https://orcid.org/0009-0006-9443-6113>,  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[gahonaandres35@gmail.com](mailto:gahonaandres35@gmail.com)
- <sup>3</sup> Angie Nathalia Oviedo Delgado  <https://orcid.org/0000-0002-7533-5994>,  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[nathaliao.0305@gmail.com](mailto:nathaliao.0305@gmail.com)
- <sup>4</sup> Felipe Guido Rodríguez Reyes  <https://orcid.org/0000-0001-7253-3162>,  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[felipe.rodruiguez@ucacue.edu.ec](mailto:felipe.rodruiguez@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/07/2025

Revisado: 17/08/2025

Aceptado: 19/09/2025

Publicado: 08/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3525>

Cítese: Peralta Escandón, A., Gahona Campoverde, A. S., Oviedo Delgado, A. N., & Rodríguez Reyes, F. G. (2025). Manejo exitoso de una perforación radicular con biocerámicos: reporte de un caso con seguimiento clínico y radiográfico. *Anatomía Digital*, 8(4), 6-21. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3525>



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](http://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:**

perforación radicular, biocerámicos, regeneración endodóntica, regeneración tisular, microcirugía apical.

**Keywords:**

root perforation, bioceramics, endodontic regeneration, tissue regeneration, Apical microsurgery.

**Resumen**

**Introducción:** Las perforaciones radiculares son una complicación frecuente en la práctica endodóntica. El pronóstico de estos dientes depende de varios factores como la localización, el tamaño y el tiempo que ha transcurrido desde que ocurrió la perforación. En los últimos años, su tratamiento ha evolucionado considerablemente con el uso de materiales biocerámicos; estos materiales proporcionan una capacidad de sellado superior en comparación con los materiales de sellado tradicionales. **Objetivo:** Presentar un caso clínico sobre el manejo exitoso de una perforación radicular mediante el uso de materiales biocerámicos, incluyendo su seguimiento clínico y radiográfico. **Metodología:** se reportó un caso clínico acerca del sellado quirúrgico de una perforación radicular del tercio medio de diente un previamente tratado, mediante el uso de materiales biocerámicos. Se realizó un seguimiento tanto clínico como radiográfico a los 15 días, al mes, a los 3, 6 y 9 meses. **Resultados:** La paciente se encuentra libre de sintomatología, sin signos de inflamación o movilidad dental. Además de observar una correcta regeneración del tejido perirradicular. **Conclusiones:** A pesar de que las perforaciones radiculares extensas suelen considerarse lesiones con mal pronóstico, no siempre implican la pérdida definitiva de la pieza dental. Este caso clínico evidencia que, mediante una intervención oportuna, el uso de materiales biocerámicos y la correcta aplicación de protocolos biológicos, es posible restaurar y mantener la funcionalidad de la pieza dental afectada. **Área de estudio general:** Odontología. **Área de estudio específica:** Endodoncia. **Tipo de estudio:** Caso clínico.

**Abstract**

**Introduction:** root perforations are a frequent complication in endodontic practice. The prognosis of these teeth depends on several factors, such as the location, size, and the time elapsed since the perforation occurred. In recent years, treatment has evolved with the introduction of bioceramic materials, which provide superior sealing ability compared with traditional filling materials. **Objective:** to present a clinical case on the successful management of root perforation using bioceramic

materials, including clinical and radiographic follow-up. **Methodology:** a clinical case is reported involving the surgical sealing of a root perforation in the middle third of a previously treated tooth using bioceramic materials. Clinical and radiographic follow-ups were performed for 15 days, 1 month, 3, 6, and 9 months. **Results:** The patient remained asymptomatic, without signs of inflammation or dental mobility. Radiographic evaluation revealed appropriate periradicular tissue regeneration. **Conclusions:** although extensive root perforations are often considered lesions with poor prognosis, they do not necessarily imply the definitive loss of the tooth. This case demonstrates that, through timely intervention, the use of bioceramic materials and the correct application of biological protocols, it is possible to restore and maintain the functionality of the affected tooth. **General Area of Study:** Odontology. **Specific area of study:** Endodontic. **Type of study:** Clinical case.

## 1. Introducción

Las perforaciones radiculares son una complicación frecuente en la práctica endodóntica y se definen como una comunicación no deseada entre el sistema de conductos radiculares y el periodonto (1). Estas pueden originarse por causas iatrogénicas durante procedimientos endodónticos, o bien como resultado de factores patológicos, como caries profundas, reabsorciones internas o externas, o fracturas dentales (2)(3). Ortega et al. (4) reportan que el 47% de las perforaciones iatrogénicas tienen un origen endodóntico y el 53% se relacionan con tratamientos prostodónticos. Asimismo, la tasa de perforaciones se estima entre 2% y 12%, afectando en un 74,5% a dientes superiores y en un 25,5% a dientes inferiores (4)(5).

El pronóstico de un diente afectado por una perforación radicular depende en gran medida de la ubicación de la perforación en la raíz. Cuando la perforación se encuentra en el tercio apical, el pronóstico suele ser más favorable debido a la menor probabilidad de contaminación bacteriana y a la dificultad de acceso para los patógenos desde la cavidad oral. En estos casos, se han reportado tasas de éxito superiores, especialmente cuando la perforación se maneja de forma adecuada y oportuna (6)(7). En contraste las

perforaciones en el tercio cervical presentan un desafío mayor debido a su proximidad con el surco gingival y la mayor exposición a la contaminación bacteriana. Estos casos tienen un pronóstico desfavorable, si no se realiza un sellado inmediato y efectivo de la perforación (8).

El tratamiento de las perforaciones radiculares ha evolucionado con el uso de materiales biocerámicos, que combinan excelente biocompatibilidad con una capacidad de sellado superior, lo que los convierte en opciones ideales para tratar las perforaciones radiculares (9)(10).

Además, tienen propiedades bioactivas, que promueven la regeneración de los tejidos periapicales y dentales, lo que favorece la reparación de la perforación y mejora el pronóstico a largo plazo del diente tratado. Uno de los aspectos más destacados es su capacidad para inducir los depósitos de cristales de hidroxiapatita, debido a la liberación de iones de calcio y fosfato, lo cual favorece una remineralización biológica. De igual manera, estos materiales han demostrado una capacidad de sellado efectiva debido a su expansión durante el fraguado, lo que asegura un contacto hermético con la dentina y reduce la microfiltración (10)(11).

Los estudios han demostrado que el uso de biocerámicos en el sellado de perforaciones radiculares puede resultar en altas tasas de éxito, lo que sugiere que no solo son eficaces en el sellado de las perforaciones, sino que también tienen una alta durabilidad a lo largo del tiempo (12).

La capacidad de este material para inducir la formación de hidroxiapatita, un componente de los tejidos duros dentales les confiere una ventaja adicional sobre otros materiales de obturación más tradicionales, como la amalgama o el ionómero de vidrio. Esta propiedad, junto con su pH alcalino, contribuye a la creación de un ambiente menos favorable para el crecimiento bacteriano, lo que es crucial para evitar la reinfección de la perforación (13)(14).

A largo plazo, han demostrado ser materiales confiables, ya que mantienen su estructura y funcionalidad incluso años después del tratamiento (15). Sin embargo, es importante tener en cuenta que existen factores que determinan el éxito del manejo de una perforación, como la localización de esta; si esta se encuentra cerca del margen cervical, presenta peor pronóstico debido a su cercanía al surco gingival y al mayor riesgo de contaminación. Otro de los factores que influyen es el tamaño de la perforación, cuanto menor sea el defecto, mejor será el pronóstico del diente. Además, el tiempo que ha pasado desde que ocurrió la perforación influye considerablemente; cuanto antes se actúe, mayores son las posibilidades de evitar infecciones y favorecer una buena reparación (16).

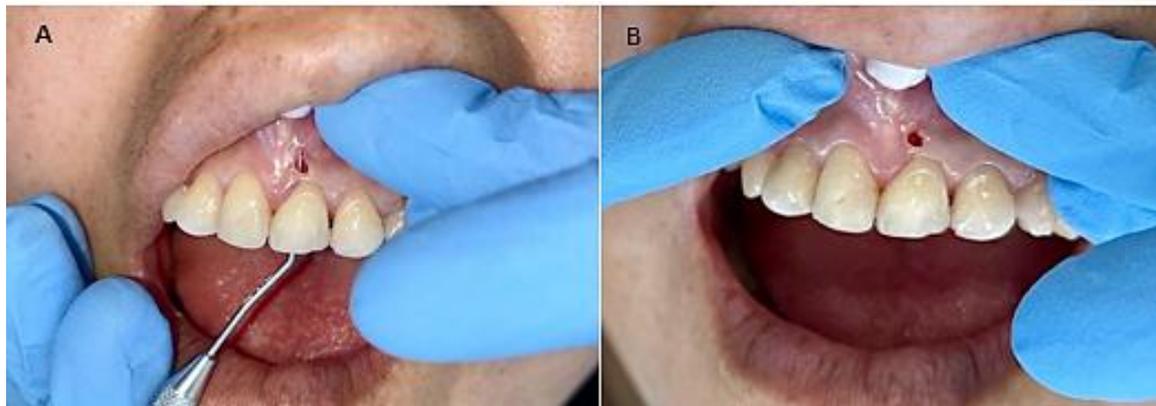
Por lo mencionado anteriormente, el objetivo de este estudio es presentar un caso clínico sobre el manejo exitoso de una perforación radicular mediante el uso de materiales biocerámicos, incluyendo su seguimiento clínico y radiográfico.

## 2. Metodología

La presente investigación corresponde a un estudio observacional, descriptivo, tipo reporte de caso clínico, en el cual se documenta el manejo de una perforación radicular en la pieza 2.1 de una paciente femenina de 44 años. El abordaje incluyó una fase quirúrgico-endodóntica para el sellado de la perforación con biocerámicos y una fase quirúrgico-periodontal con injerto de tejido conectivo y aplicación de fibrina rica en Plaquetas Autóloga (A-PRF). La información se recolectó a partir de la historia clínica, pruebas diagnósticas (clínicas y radiográficas), Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) y registros fotográficos. Se describió de manera detallada el protocolo quirúrgico, los materiales empleados (NeoPutty®, AH Plus®, A-PRF Box®, entre otros) y las técnicas de instrumentación endodóntica (manuales y mecanizadas). Se realizaron controles clínicos y radiográficos seriados a los 15 días, 1 mes, 3, 6 y 9 meses, con el fin de evaluar la evolución del sellado, la cicatrización tisular y la preservación funcional de la pieza dentaria. Durante los controles periodontales, al sondaje se identificó una bolsa de 5 mm en la zona mesial sin sangrado, considerándose como una respuesta tisular estable.

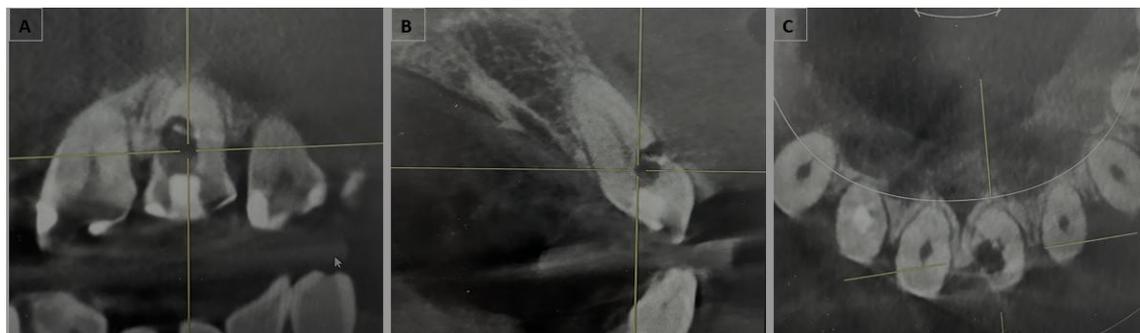
## 3. Caso Clínico

Paciente femenina de 44 años que acude a la Clínica de Posgrado de la Universidad Católica de Cuenca, remitida desde la clínica de Endodoncia de pregrado por una perforación radicular iatrogénica. En la anamnesis refirió antecedentes personales de anemia, sin antecedentes familiares relevantes, y dolor localizado en la zona afectada. Se realizaron pruebas diagnósticas clínicas, incluyendo test de sensibilidad térmica al frío, así como percusión vertical y horizontal. Los resultados mostraron ausencia de respuesta al estímulo frío y una respuesta positiva a la percusión en ambas direcciones, lo que permitió establecer el diagnóstico de tratamiento endodóntico previamente iniciado con periodontitis apical sintomática. En la exploración clínica se constató que la pieza 2.1 presentaba un tratamiento de conducto incompleto, con comunicación hacia los tejidos periapicales en la cara vestibular como consecuencia de la iatrogenia. Por este motivo, se indicó de manera inmediata la realización de un análisis tomográfico para confirmar el compromiso estructural (**Figura 1**).



**Figura 1.** Fotografías Clínicas. **A) B)** Pieza 2.1 con una comunicación a los tejidos periapicales en la cara vestibular.

Dentro de los análisis imagenológicos mediante Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) se confirmó la presencia de una **perforación radicular en la pieza 2.1**, localizada en el tercio medio con comunicación hacia la superficie vestibular. En el corte coronal (**Figura 2A**) se evidenció la pérdida de continuidad en la pared radicular vestibular; el corte sagital (**Figura 2B**) mostró la extensión y trayecto de la perforación hacia los tejidos periapicales; mientras que el corte axial (**Figura 2C**) permitió determinar una comunicación mesiodistal de aproximadamente 4 mm, corroborando el compromiso estructural y periodontal asociado a la iatrogenia (**Figura 2**).



**Figura 2.** Control tomográfico inicial donde se evidencia una comunicación de 4 mm de mesial a distal en el tercio cervical. Similar. **A)** Corte coronal; **B)** se evidencia una comunicación hacia vestibular: Corte sagital; **C)** Corte axial confirma la perforación que se dirige hacia medial.

Considerando los hallazgos clínicos y radiográficos, el pronóstico de la pieza 2.1 se estimó como **desfavorable**, debido a la localización y extensión de la perforación radicular en el tercio medio. Esta situación fue explicada a la paciente, informándole sobre las posibles alternativas terapéuticas, incluida la extracción dentaria. Sin embargo, la paciente manifestó su deseo de conservar la pieza y aceptó someterse a cualquier procedimiento conservador que le permitiera mantener la funcionalidad del diente. En consecuencia, se planificó un abordaje quirúrgico integral orientado al **sellado de la**

**perforación con biocerámicos y al manejo de los tejidos blandos adyacentes**, con el objetivo de favorecer la reparación tisular y prolongar la viabilidad de la pieza.

### *3.1. Fase quirúrgica endodóntica*

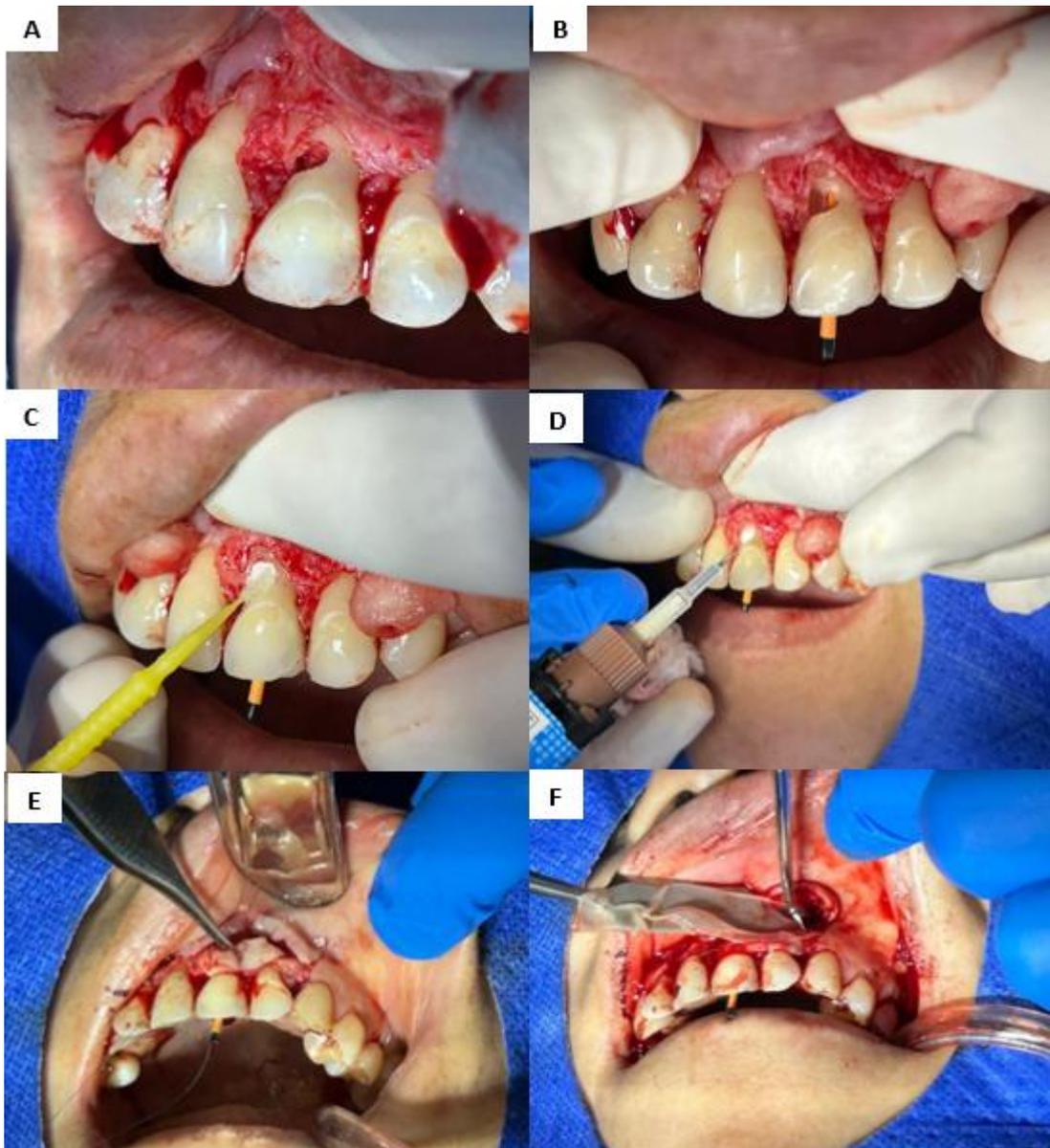
En colaboración con el área de posgrado en periodoncia e implantología oral de la Universidad Católica de Cuenca, y con el consentimiento informado de la paciente, se procedió a la anestesia infiltrativa con lidocaína al 2 % con epinefrina 1:80.000 (**New Stetic**), abarcando desde el mesial del diente 13 hasta el mesial del diente 23. Posteriormente, se realizaron dos descargas de colgajo trapezoidal desde mesial del diente 12 hasta mesial del diente 23 mediante incisión intrasurcular con bisturí 15C; el colgajo fue levantado con periotomo y completado con periostotomo, exponiendo la zona de perforación. Se localizó el conducto radicular con una fresa redonda, una fresa de cuello largo pequeña y un explorador **DG16 (Maillefer)**, y se eliminó el hombro dentinario con fresa Endo Z. La longitud de trabajo se estableció inicialmente con una lima #10 (**Maillefer**) y se confirmó mediante radiografía periapical. La instrumentación se inició manualmente hasta la lima #20 (**Maillefer**) y se completó con el sistema mecanizado recíprocante **ROTATE (VDW)** hasta una lima 40.04. Durante todo el procedimiento se irrigó con clorhexidina al 2 % (**Incondisa**) empleando jeringas Luer Lock y agujas Navitip, seguido de secado con conos de papel absorbente (**VDW**). Para comprobar la conformación, se colocó un cono maestro de gutapercha 40.04, tras lo cual se realizó el sellado de la perforación con cemento reparador biocerámico **NeoPutty (Zar4Endo)**. Se realizó un sellado con ionómero de restauración **Multilink speed (IVOCLEAR)**. Finalmente, se retiró el cono y se colocó una bola de algodón humedecida en el interior del conducto para favorecer el fraguado del material (**Figura 3 A-D**).

### *3.2. Etapa quirúrgica periodontal y regenerativa*

Antes de la sutura definitiva, se procedió a la toma de tejido conectivo autólogo del paladar, específicamente de la zona superior izquierda, obteniendo un fragmento de aproximadamente **8–10 mm**. Paralelamente, se realizó terapia con fibrina rica en plaquetas autóloga (A-PRF). Para ello, se utilizó un torniquete y se extrajeron **10 ml** de sangre venosa en un tubo sin aditivo mediante sistema al vacío (**campana y Vacutainer**). La muestra fue inmediatamente centrifugada a 6000 rpm durante 14 minutos y, posteriormente, el coágulo de fibrina obtenido se colocó en una caja de compresión A-PRF (**A-PRF Box**) para conformar una membrana o malla de fibrina de adecuada consistencia.

Finalmente tanto el tejido conectivo palatino como la malla de fibrina se posicionaron en la zona anterior afectada (**Figura 3G**) para favorecer la regeneración de los tejidos blandos. El cierre quirúrgico se efectuó con sutura de **nylon 5-0** mediante puntos simples

y colchoneros (**Figura 3H**). Tras la intervención, se entregaron indicaciones postoperatorias sobre dieta y reposo, complementadas con controles periódicos.



**Figura 3.** Tratamiento quirúrgico. **A)** Apertura de colgajo, **B)** Colocación del cono; **C-D)** Sellado de perforación con NeoPutty cemento reparador; **E)** Toma de tejido conectivo palatino; **F)** Colocación de colgajo palatino.

Se efectuó un control postoperatorio a los 8 días, durante el cual se retiraron las suturas sin evidenciarse complicaciones locales ni sistémicas. Posteriormente, se realizaron controles clínicos periódicos a los 15 días, 1 mes, 3 meses, 6 meses y hasta los 9 meses, observándose en todo momento adecuada cicatrización de los tejidos blandos, ausencia

de signos inflamatorios y mantenimiento de la funcionalidad del diente tratado (**Figura 4**).



**Figura 4.** Control clínico. **A)** Control a los 8 días; **B)** Control a los 15 días; **C)** Control al mes; **D)** Control a los 3 meses; **E)** Control a los 9 meses.

Al mes de realizado el procedimiento quirúrgico inicial, se efectuó una nueva apertura para completar la terapia endodóntica convencional. Con el uso de un localizador apical se determinó la longitud real de trabajo y se procedió a la preparación biomecánica del conducto radicular con el sistema rotatorio VDW ROTATE hasta la lima 40.04. Durante la instrumentación se utilizó hipoclorito de sodio al 5,25 % como irrigante principal, seguido de secado con puntas de papel absorbente del mismo sistema. La obturación se realizó con conos de gutapercha 40.04 y cemento resinoso **AH Plus® (Dentsply Maillefer, Suiza)**, asegurando el sellado hermético del conducto. Como protección de la base se empleó un recubrimiento con Ionómero en jeringa y posteriormente se llevó a cabo la restauración definitiva con resina compuesta **Forma® (Coltene, Suiza)**, tono **esmalte A3**, siguiendo un protocolo adhesivo convencional. Finalmente, se indicaron controles clínicos posquirúrgicos periódicos y se programó una tomografía de control a

los 9 meses, la cual permitió corroborar la evolución favorable del tratamiento (**Figura 5**).



**Figura 5.** Secuencia radiográfica del tratamiento endodóntico en la pieza 2.1 **A)** Radiografía intraoperatoria durante la cirugía inicial, empleada únicamente para ensanchar el conducto radicular. **B)** Control radiográfico con determinación de la longitud de trabajo mediante instrumento endodóntico. **C)** Radiografía final que evidencia la obturación completa del conducto radicular con sellado adecuado tras la terapia endodóntica.

De igual manera, el seguimiento tomográfico a los nueve meses evidenció un correcto sellado de la perforación y adecuada regeneración del tejido perirradicular. Clínicamente, no se observaron signos de inflamación ni movilidad dental, y la paciente se mantuvo asintomática a nivel endodóntico. En los controles periodontales se registró al sondaje la presencia de una bolsa periodontal de 5 mm en la zona mesial, sin sangrado al sondaje, lo que indica una respuesta tisular estable. Se recomienda continuar con controles clínicos y radiográficos de carácter anual para monitorear la evolución a largo plazo (**Figura 6**).



**Figura 6.** Control tomográfico a los nueve meses posteriores al tratamiento. **A)** Corte coronal que muestra un sellado adecuado de la perforación y regeneración del tejido perirradicular. **B)** Corte sagital evidenciando la correcta obturación del conducto radicular y continuidad de la reparación ósea. **C)** Corte que muestra la obturación del conducto radicular y la regeneración ósea.

axial donde se observa la ausencia de comunicación con los tejidos periodontales y adecuada integración periapical.

La paciente firmó un consentimiento informado para el tratamiento y la publicación del caso, incluyendo las imágenes clínicas, radiográficas y tomográficas. Este reporte de caso fue elaborado siguiendo la Guía CARE. El protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad Católica de Cuenca **CEISH-UCACUE-2025-129**.

#### 4. Discusión

La perforación del conducto radicular se define como una abertura en la raíz, según la Asociación Estadounidense de Endodoncistas, se refiere a conexiones mecánicas o patológicas entre el sistema del conducto radicular y la superficie externa del diente. La perforación radicular constituye una complicación indeseable en el tratamiento endodóntico, comprometiendo la integridad estructural de la raíz y provocando una mayor destrucción de los tejidos periodontales adyacentes. El pronóstico de una perforación endodóntica depende del tamaño y la ubicación del defecto, así como del sellado oportuno de la zona perforada con material biocompatible (2).

En este contexto Toubes et al. (5) presentaron un caso clínico acerca del manejo de una perforación lateral en el tercio cervical medio de la raíz en dos incisivos maxilares con calcificación del canal pulpar utilizando biocerámicos. Los autores reportaron que inicialmente prepararon el acceso a la cavidad con la ayuda de un microscopio quirúrgico dental. Después de identificar la perforación, eliminaron el tejido de granulación e identificaron el canal original que luego se cubrió con hidróxido de calcio. En la segunda visita, la perforación se rellenó con un material biocerámico y el sistema de conductos se rellenó con puntas de gutapercha y un sellador de conductos radiculares. Durante un año de seguimiento clínico y radiográfico se evidenció que ambos dientes tratados se encuentran funcionales y asintomáticos. A pesar de ser una perforación radicular a nivel del tercio cervical este caso se diferencia del presente reporte, ya que en el caso de Toubes et al. (5) los dientes afectados presentaron calcificación del canal pulpar, lo que puede aumentar la complejidad de la intervención. Al igual que en la presente investigación se logró un manejo adecuado, devolviendo la funcionalidad de los dientes afectados.

De manera similar Antunes et al. (17) describen un caso de una paciente femenina que presentaba una perforación en la raíz palatina y reabsorción ósea. La perforación se selló con un material biocerámico, los conductos se obturaron con sellador BioRoot RCS (Sepdotont) en una sola sesión. Durante el seguimiento a los seis y nueve meses, la paciente no presentó síntomas en las pruebas de percusión horizontal y vertical, y la tomografía computarizada mostró regresión de la reabsorción ósea. De forma similar, en este caso los biocerámicos no solo sellaron la perforación, sino que también promovieron

la regeneración tisular, favoreciendo la reparación y un pronóstico funcional a largo plazo.

Abdelglil (18) en su investigación realizó un sellado de una perforación subcrestal en la cual reporta que la lesión era de 5 mm, el seguimiento de 4 meses reveló que el paciente estaba asintomático y no presentaba patología periapical ni periodontal. A diferencia de este caso que el tamaño de la perforación es mucho más grande y se realiza un seguimiento de 9 meses con resultados positivos lo cual demuestra que un diente con perforación no es indicativo de extracción, aunque su pronóstico es reservado es una opción viable ante estas iatrogenias se recomienda continuar con controles.

Chamani et al. (19) mencionan que el objetivo de la reparación de una perforación es sellar mecánica y biológicamente la comunicación entre los tejidos perirradiculares y el espacio de la cavidad de acceso mediante un material biocompatible que promueve una respuesta favorable a la cicatrización tisular. Este objetivo se cumplió en el presente caso, la tomografía control a mostró que se había logrado este sellado. Este resultado está asociado a la utilización de NeoPutty como cemento sellador biocerámico. Este material, debido su alta biocompatibilidad, capacidad de sellado y liberación de iones de calcio que favorecen la formación de hidroxiapatita, permitió una adecuada reparación del sitio afectado. La evolución clínica y radiográfica favorable observada a lo largo del seguimiento confirma el potencial del NeoPutty como una alternativa efectiva y conservadora en tratamientos complejos de perforación radicular.

## 5. Conclusión

- Este caso confirma que, aun en perforaciones de mal pronóstico, la combinación de un abordaje quirúrgico conservador, biocerámicos de última generación y protocolos biológicos de apoyo puede preservar la funcionalidad dental y mejorar la respuesta periodontal. La decisión compartida con la paciente y el manejo interdisciplinario fueron determinantes para el éxito alcanzado, resaltando la importancia de controles clínicos y radiográficos periódicos para validar la estabilidad a largo plazo.

## 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. Sarao SK, Berlin-Broner Y, Levin L. Occurrence and risk factors of dental root perforations: a systematic review. *International Dental Journal* [Internet]. 2020 Aug 20;71(2):96–105 [citado el 14 de abril de 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32815551/>.
2. Alshehri MM, Alhawsawi BF, Alghamdi A, Aldobaikhi SO, Alanazi MH, Alahmad FA. The management of root perforation: a review of the literature. *Cureus* [Internet]. 2024 Oct 24;16(10):e72296 [citado el 20 de abril de 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39450213/>.
3. Soto Zumbana JA, Piedra Andrade RB, Lugo Pinto MA, Rodriguez Reyes FG. Endodoncia regenerativa aplicada: cirugía periapical y selle de perforación radicular con A-PRF y terapia fotodinámica. Reporte de caso. *Anatomía Digital* [Internet]. 2025;8(2):89-101 [citado el 25 de abril de 2025]. Disponible en: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/AnatomiaDigital/articloe/view/3402>.
4. Ortega Guerrero JM, López Torres RG, Salame Ortiz VA. Método neutrosófico para determinar la prevalencia del sellado de perforaciones apicales con Biodentine® y MTA. *Neutrosophic Computing and Machine Learning* [Internet]. 2024;31:258-267 [citado el 30 de abril de 2025]. Disponible en: <http://fs.unm.edu/NCML2/index.php/112/article/view/500>
5. Toubes KS, Tonelli SQ, Girelli CFM, Azevedo CGS, Thompson ACT, Nunes E, et al. Bio-C Repair - A new bioceramic material for root perforation management: two case reports. *Brazilian Dental Journal* [Internet]. 2021 Jan-Feb;32(1):104-110 [citado el 5 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33913996/>
6. Shaban A, Elsewify TM, Hassaneina EE. Multiple endodontic guides for root canal localization and preparation in furcation perforations: a report of two cases. *Iranian Endodontic Journal* [Internet]. 2023;18(1):65-70 [citado el 12 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9900149/>
7. Clauder T. Present status and future directions - Managing perforations. *International Endodontic Journal* [Internet]. 2022 Oct;55 Suppl 4:872-891

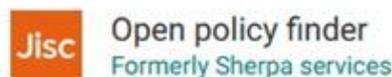
- [citado el 20 de mayo de 2025]. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35403711/>
8. Asgary S. Surgical management of large-perforated class 4 invasive cervical root resorption: a case report. *Journal of Dental Sciences* [Internet]. 2023 Jan;18(1):484-485 [citado el 28 de mayo de 2025]. Disponible en:  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9831804/>
  9. Ma X, Xu H, Chen X, Zou Q, Wang J, Da Y, et al. Modern methods and materials used to treat root perforation: effectiveness comparison. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine* [Internet]. 2024 Jan 11;35(1):1 [citado el 3 de junio de 2025]. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38206373/>
  10. Soria Sánchez FG, Espinosa Vásquez X.. Sellado de perforaciones radiculares con un cemento sellador biocerámico: reporte de un caso clínico. *Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca - FOUC* [Internet]. 2024;2(1):18-24 [citado el 12 de junio de 2025]. Disponible en:  
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/odontologia/article/view/4964>
  11. Aracena D, Bustos L, Aracena A, Álvarez P, Hernández-Vigueras S. Apical sealing efficacy of the bioceramic cements bio root and MTA Fillapex: an ex vivo study. *International Journal of Odontostomatology* [Internet]. 2021 Jun;15(2):473-478 [citado el 20 de junio de 2025]. Disponible en:  
[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-381X2021000200473&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2021000200473&lng=es)
  12. Dong X, Xu X. Bioceramics in endodontics: updates and future perspectives. *Bioengineering (Basel, Switzerland)* [Internet]. 2023 Mar 13;10(3):354 [citado el 30 de junio de 2025]. Disponible en:  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10045528/>
  13. Swapnika G, Kumar S, Sajjan G, Varma M, Praveen D. Bioceramic perforation repair materials. *International Journal of Medical Science and Clinical Research Studies* [Internet]. 2022;2(6):528-533 [citado el 8 de julio de 2025]. Disponible en: <http://ijmscrs.com/index.php/ijmscrs/article/view/215>
  14. Shetty A, Sultana H, Srirekha A, Champa C. Sealing ability of bioceramic furcation perforation repair materials – a systematic review. *Endontology* [Internet]. 2025;37(1):10-15 [citado el 18 de julio de 2025]. Disponible en:  
[https://journals.lww.com/eddt/fulltext/2025/01000/sealing\\_ability\\_of\\_bioceramic\\_furcation.3.aspx](https://journals.lww.com/eddt/fulltext/2025/01000/sealing_ability_of_bioceramic_furcation.3.aspx)

15. Camilleri J, Pertl C. Root-end filling and perforation repair materials and techniques. *Endodontic Materials in Clinical Practice* [Internet]. 2021;12: 219-261 [citado el 25 de julio de 2025]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119513568.ch7>
16. Gorni FG, Ionescu AC, Ambrogi F, Brambilla E, Gagliani MM. Prognostic factors and primary healing on root perforation repaired with MTA: A 14-year longitudinal study. *Journal of Endodontics* [Internet]. 2022 Sep;48(9):1092-1099 [citado el 5 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35714727/>
17. Antunes T, Carvalho G, Monteiro U, Branco T, Chagas L, Aguiar F, et al. Nine months follow-up of root perforation repair using MTA-HP in a single retreatment session: a case report. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research* [Internet]. 2024;36(11) [citado el 15 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/385416478>
18. Abdelglil S. Management of iatrogenic lateral subcrestal root perforation in maxillary first premolar using bioceramic putty: a case report with 4-month follow-up. *Advanced Dental Journal* [Internet]. 2025;7(2):189-194 [citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: [https://journals.ekb.eg/article\\_423161.html](https://journals.ekb.eg/article_423161.html)
19. Chamani A, Forghani M, Zarei M, Soltaninezhad P. Advanced endodontic techniques for treating root perforation in a hypertaurodont molar: a case report. *Iranian Endodontic Journal* [Internet]. 2025;20(1): e14 [citado el 10 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40206778/>

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**.



## Efectos del ejercicio físico en mujeres con diabetes gestacional

*Effects of physical exercise in women with gestational diabetes*

- <sup>1</sup> Cristina Alejandra Bonilla Luzuriaga  <https://orcid.org/0009-0009-5497-6782>  
Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba, Ecuador.  
Maestría en Fisioterapia y Rehabilitación mención en Terapia Inclusiva e Integral  
[cabonilla.fsf@unach.edu.ec](mailto:cabonilla.fsf@unach.edu.ec)
- <sup>2</sup> Shirley Mireya Ortiz Pérez  <https://orcid.org/0000-0003-0648-2381>  
Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba, Ecuador.  
[Shirley.ortiz@unach.edu.ec](mailto:Shirley.ortiz@unach.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/07/2025

Revisado: 17/08/2025

Aceptado: 24/09/2025

Publicado: 15/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3526>

Cítese: Bonilla Luzuriaga, C. A., & Ortiz Pérez, S. M. (2025). Efectos del ejercicio físico en mujeres con diabetes gestacional. *Anatomía Digital*, 8(4), 22-37. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3526>



Ciencia Digital  
Editorial



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](http://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:**

Diabetes gestacional  
Ejercicio  
Embarazo  
Actividad física  
Resistencia a la insulina  
Control glucémico

**Resumen**

**Introducción.** La actividad física demostró ser una estrategia eficaz en el manejo no farmacológico de la diabetes gestacional, contribuyendo al control glucémico, la reducción de complicaciones materno-fetales y la mejora de la calidad de vida. Por ello, resulta relevante recopilar y analizar evidencia científica actual que demuestre los beneficios del ejercicio físico en mujeres diagnosticadas con esta condición, promoviendo así su aplicación terapéutica por parte de los fisioterapeutas como parte integral del tratamiento durante el embarazo. **Objetivo.** Sintetizar la evidencia científica disponible sobre los efectos del ejercicio físico en mujeres embarazadas con diabetes gestacional, tomando en cuenta el impacto en el control glucémico y su papel como estrategia terapéutica. **Metodología.** Revisión sistemática que siguió los lineamientos de la declaración PRISMA. **Resultados.** El ejercicio estructurado y supervisado es consistente en mejorar el control glucémico en DMG, adicionalmente el ejercicio de resistencia podría tener una ligera ventaja en glucemia posprandial, la supervisión profesional potencia los beneficios metabólicos y psicosociales de las intervenciones basadas en ejercicio mejorando la calidad de vida. **Conclusión.** El ejercicio aeróbico y de resistencia mejora la glucemia en ayunas y posprandial, siendo esta última más sensible al entrenamiento de resistencia. No obstante, actividades no supervisadas, como la caminata postprandial sin personalización, pueden resultar ineficaces o contraproducentes. La supervisión profesional garantiza una dosis terapéutica adecuada y optimiza los efectos metabólicos. **Área de estudio general:** Salud. **Área de estudio específica:** Fisioterapia. **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica sistemática.

**Keywords:**

Gestational diabetes  
Exercise  
Pregnancy  
Physical activity  
Glycemic control

**Abstract**

**Introduction.** Physical activity has been shown to be an effective strategy for the non-pharmacological management of gestational diabetes, contributing to glycemic control, reducing maternal-fetal complications, and improving quality of life. Therefore, it is important to compile and analyze current scientific evidence demonstrating the benefits of physical

exercise in women diagnosed with this condition, thus promoting its therapeutic use by physical therapists as an integral part of treatment during pregnancy. **Objective.** To synthesize the available scientific evidence on the effects of physical exercise in pregnant women with gestational diabetes, considering its impact on glycemic control and its role as a therapeutic strategy. **Methodology.** A systematic review that followed the guidelines of the PRISMA declaration. **Results.** Structured and supervised exercise consistently improves glycemic control in GDM. Additionally, resistance exercise may have a slight advantage in postprandial glycemia. Professional supervision enhances the metabolic and psychosocial benefits of exercise-based interventions, improving quality of life. **Conclusion.** Aerobic and resistance exercise improve fasting and postprandial glycemia, with the latter being more sensitive to resistance training. However, unsupervised activities, such as postprandial walking without personalization, can be ineffective or counterproductive. Professional supervision ensures an adequate therapeutic dose and optimizes metabolic effects. **General Area of Study:** Health Sciences. **Specific area of study:** Physiotherapy. **Type of study:** Systematic bibliographic review.

## 1. Introducción

La Diabetes Mellitus Gestacional (DMG) es una alteración del metabolismo de la glucosa que se diagnostica por primera vez durante el embarazo y afecta aproximadamente entre el 7% y el 14% de las mujeres gestantes a nivel mundial (1). Esta condición constituye un desafío sustancial para la atención materno-fetal, ya que repercute tanto en la salud de la madre como en el adecuado desarrollo del feto. Generalmente se manifiesta durante el segundo o tercer trimestre y su prevalencia muestra un incremento sostenido en las últimas décadas. Dicho aumento se relaciona con múltiples factores, entre ellos la mayor edad materna al momento de la concepción, la creciente incidencia de obesidad, los estilos de vida sedentarios y la predisposición genética, lo que hace que el estudio de la DMG sea complejo y heterogéneo según la población y la región geográfica. De acuerdo con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (2) aunque el riesgo es mayor en mujeres mayores de 40 años, la incidencia de DMG está en ascenso en todos los grupos

de edad materna, lo que refleja la magnitud y relevancia de este problema de salud pública (3) (4).

Esta condición incrementa el riesgo de complicaciones obstétricas como preeclampsia, hiperglucemia, mayor riesgo de parto por cesárea, parto prematuro y macrosomía fetal, además de aumentar la probabilidad de que tanto la madre como el hijo desarrollen diabetes tipo 2 en el futuro, esto debido a la correlación metabólica y hormonal del embarazo. Adicionalmente al momento del parto existen mediadores inflamatorios propios del proceso los cuales al sumarse al antecedente de DMG pueden desarrollar hipertensión crónica y enfermedad cardiovascular más adelante en la madre (5).

Durante el embarazo, el organismo materno atraviesa múltiples adaptaciones fisiológicas que permiten sostener el desarrollo fetal, pero que también generan demandas adicionales sobre la salud de la mujer. Entre ellas se incluyen modificaciones cardiovasculares, respiratorias, metabólicas y en la composición corporal, como el incremento progresivo del peso materno. Si bien estos cambios son parte del proceso normal de la gestación, en mujeres con factores de riesgo pueden favorecer la aparición de complicaciones como la DMG, hipertensión gestacional o exceso de ganancia ponderal, lo que repercute en la salud materna y neonatal.

En este contexto, el ejercicio físico se presenta como una estrategia no farmacológica de gran relevancia, pues contribuye a mantener el equilibrio metabólico, optimizar la función cardiovascular y controlar el aumento de peso durante la gestación. Además, se trata de una intervención segura, de bajo costo y accesible, que puede integrarse a la rutina de la mayoría de las gestantes sin requerir recursos tecnológicos complejos. A diferencia de las terapias farmacológicas, el ejercicio ofrece beneficios adicionales que trascienden el control glucémico, incluyendo la mejora de la capacidad funcional, la reducción del estrés y la promoción del bienestar psicológico. Por ello, su implementación supervisada y adaptada a cada mujer constituye una medida costo-efectiva y esencial en el cuidado integral durante el embarazo (6).

Ante lo expuesto la fisioterapia juega un papel fundamental como disciplina de la salud contribuyendo al bienestar materno y fetal a través de la prescripción de ejercicio terapéutico individualizado y seguro, mismo que se encuentra respaldado científicamente gracias a las investigaciones de Santa et al. (7) donde indica claramente que el ejercicio físico puede reducir el riesgo de desarrollar diabetes gestacional hasta en un 34%, especialmente cuando se inicia en el primer o segundo trimestre y se mantiene de forma regular. Del mismo modo Martínez-Vizcaíno et al. (8) señalaron que el ejercicio aeróbico, de fuerza o combinado, bajo supervisión profesional, no solo es seguro, sino que también mejora la sensibilidad a la insulina y el control glucémico en mujeres con factores de riesgo (9).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue sintetizar la evidencia científica disponible sobre los efectos del ejercicio físico en mujeres embarazadas con diabetes gestacional, tomando en cuenta el impacto en el control glucémico y su papel como estrategia terapéutica.

## 2. Metodología

La presente es una revisión sistemática que siguió los lineamientos de la declaración *PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)*. La pregunta PICO fue formulada conforme se presenta en la **Tabla 1**, que presenta la deconstrucción de sus elementos:

**Tabla 1.** Construcción de la pregunta de investigación

Acrónimo	Componente
P	Mujeres embarazadas con diabetes gestacional
I	Modalidades de ejercicio ya sea aeróbico, fuerza, combinado, supervisado
C	Cuidados estándar
O	Mejoran el control glucémico, control del peso maternal, presión arterial controlada, complicaciones obstétricas, mejora del peso al nacer, adherencia al ejercicio

En mujeres embarazadas con diagnóstico de diabetes gestacional, ¿la práctica de ejercicio físico, comparada con la atención habitual sin ejercicio, mejora el control glucémico en mujeres con diabetes mellitus gestacional?

### *Criterios de inclusión*

Se incluyeron estudios originales de tipo ensayo clínico aleatorizado publicados en inglés o español que cumplieron los siguientes criterios:

- ECAS publicados del 2019 al 2025.
- La población de estudio sea de mujeres embarazadas diagnosticadas con diabetes gestacional.
- La intervención experimental debe basarse en programas de ejercicio físico ya sea de tipo aeróbico, fuerza, o combinado.
- Investigaciones que analicen el impacto del ejercicio físico sobre los parámetros metabólicos y glucémicos.
- Artículos evaluados con una puntuación igual o superior a 7 en la escala de PEDRO.

Se excluyen revisiones narrativas, estudios de caso, protocolos de investigación sin grupo control.

*Proceso de selección:*

Se realizó una búsqueda bibliográfica primaria en las bases de datos PubMed, Scopus, SciELO, Science Direct y PEDro durante el mes de abril de 2025, sin considerar literatura gris. La estrategia de búsqueda se construyó a partir de descriptores MeSH y DeCS, combinados mediante operadores booleanos, y se resume en la **Tabla 2**. Posteriormente, las bases de datos fueron consultadas nuevamente en agosto de 2025 con el fin de asegurar la inclusión de las publicaciones más recientes.

**Tabla 2.** Búsqueda en las bases de datos

Base de datos	Estrategia de búsqueda
PubMed	("Gestational diabetes" OR "diabetes in pregnancy") AND ("physical exercise" OR "physical activity") AND ("glycemic control" OR "insulin resistance")
Scielo	((“Gestational diabetes” [Title/Abstract]) AND (“physical activity” [Title/Abstract])) AND (“pregnancy outcomes” [Title/Abstract] OR “glucose control” [Title/Abstract])
ScienceDirect	("Gestational diabetes" OR "GDM") AND ("exercise" OR "therapeutic physical activity")
Cochrane Library	("Gestational diabetes" AND "physical activity") OR ("maternal health" AND "exercise")
Scopus	("Gestational diabetes" AND "exercise" AND "pregnancy") OR ("glycemic control" AND "physical activity")

Las dos revisoras realizaron su trabajo de manera independiente, seleccionando los artículos mediante tres fases: eliminación de duplicados, lectura de títulos y resúmenes, y lectura del texto completo, las discrepancias se resolvieron por consenso y este proceso se puede evidenciar en el diagrama de flujo PRISMA.

*Evaluación de la calidad*

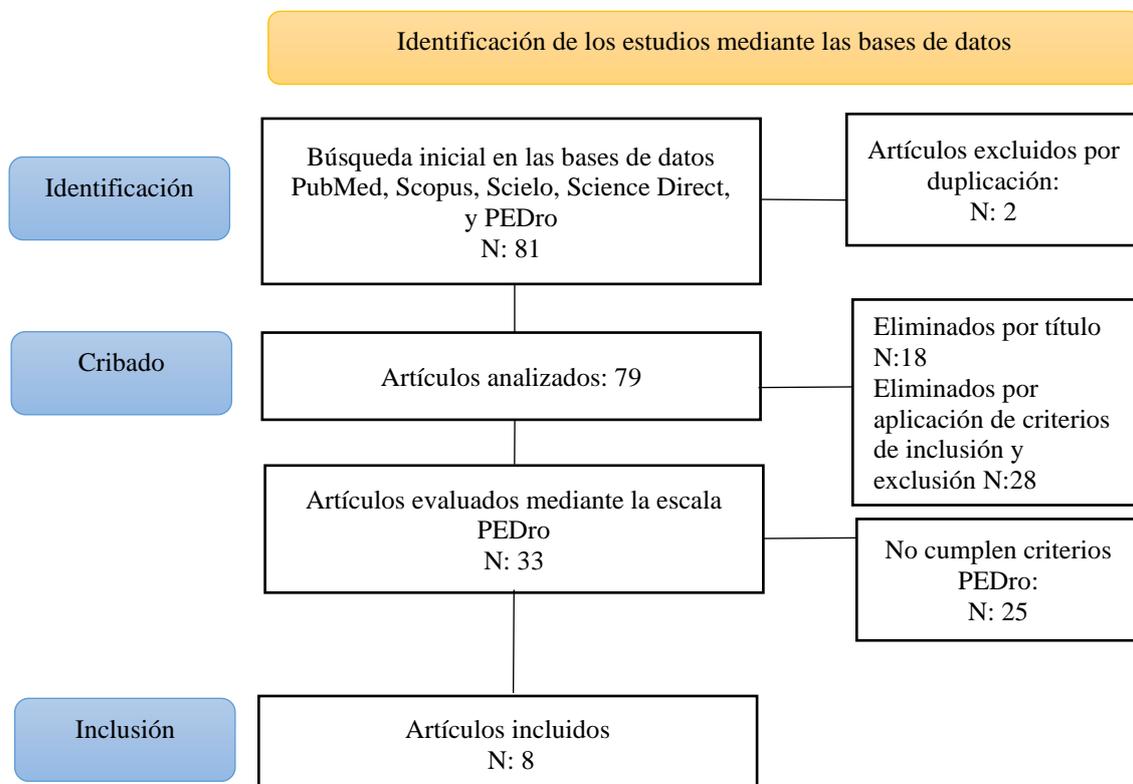
Los ensayos clínicos incluidos fueron evaluados mediante la escala PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) (10) herramienta que valora la calidad metodológica de los estudios considerando aspectos relacionados con el diseño, la validez interna y la presentación de los resultados. Para esta revisión se estableció como criterio de calidad que los estudios alcanzaran una puntuación mínima de 7 puntos en dicha escala.

*Extracción de datos*

La información se recolectó utilizando una tabla estandarizada que incluyó: autor y año de publicación, país, tipo y duración de la intervención, y los resultados que se le atribuían al ejercicio en las pacientes.

### 3. Resultados

Un total de 81 artículos fueron identificados, tras la eliminación de duplicados y la exclusión de estudios no pertinentes por título, se evaluaron 61 artículos. De estos, 28 fueron descartados por ser publicados antes del año 2019, quedando 33 estudios que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión definidos. Posteriormente se aplicó la escala PEDro para valorar la calidad metodológica, seleccionando únicamente aquellos estudios con una puntuación igual o superior a 7, lo que resultó en un total de 8 artículos incluidos en la revisión final, en la **Figura 1** se aprecia el diagrama de flujo con el resumen de este proceso.



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos

Los ocho ensayos clínicos estudiados, se centraron en la aplicación de programas de ejercicio terapéutico para mujeres con diabetes mellitus gestacional. Los estudios incluyeron intervenciones de tipo aeróbico, resistencia, combinadas y programas basados en aplicaciones móviles, con supervisión directa o seguimiento remoto. Las variables evaluadas fueron principalmente el control glucémico (glucosa basal, postprandial y HbA1c). En la **Tabla 3** se presentan los resultados recopilados en los estudios seleccionados.

**Tabla 3.** Artículos seleccionados a detalle

N°	Autor / Año	Grupo Experimental	Grupo Control	Protocolo (FITT)	Tipo de Intervención	Resultados Principales	PEDro
1	Qazi et al. 2020 (11)	Régimen estructurado de ejercicio	Cuidado estándar	4x/sem, 30–40 min	Aeróbico / resistencia combinada	↓ HbA1c y ↓ PCR; menor necesidad de insulina	7
2	Yaping et al. 2021 (12)	Aeróbico moderado supervisado	Cuidado estándar sin ejercicio estructurado	3x/sem, 30–45 min, intensidad moderada	Aeróbico	↓ FBG y ↓ 2h-PBG; menor inicio de insulina	8
3	Xie et al. 2022 (13)	Resistencia moderada supervisada	Aeróbico moderado supervisado	3x/sem, 40–60 min, intensidad moderada	Resistencia	↓ 2h-PBG mayor vs aeróbico; ↓ necesidad de insulina	8
4	Huifen et al. 2022 (14)	Resistencia moderada añadida al cuidado estándar	Cuidado estándar sin ejercicio	3x/sem, 30–45 min, intensidad moderada	Resistencia	↓ FBG y 2h-PBG; ↓ uso de insulina; ↓ ganancia ponderal	7
5	Jin et al. 2022 (15)	Gimnasia prenatal estructurada	Cuidado estándar	3x/sem, 30–40 min	Gimnasia prenatal	↓ glucosa postprandial; ↑ adherencia	7
6	Christie et al. 2022 (16)	3×10 min postmeal	30 min continuo	3x/día, 10 min (crossover)	Caminata postprandial	Efectos glucémicos comparables; mejor adherencia al fraccionado	7
7	Christie et al. 2024 (17)	Caminata postprandial 10 min tras comidas	Cuidado estándar	3x/día, 10 min	Caminata postprandial	No diferencias en AUC glucémica vs control	7
8	Menek & Kaya, 2024 (18)	Ejercicio domiciliario supervisado	Autoejercicio	3x/sem, 30 min	Ejercicio domiciliario	Mejor control glucémico y adherencia en supervisado	7

FBG = Fasting Blood Glucose → Glucosa en ayunas

2h-PBG = 2-hour Postprandial Blood Glucose → Glucosa 2 horas después de comer.

HbA1c = Hemoglobina A1c → Hemoglobina glicosilada (promedio de glucosa en 2–3 meses).

PCR = Proteína C Reactiva → Marcador de inflamación; AUC = Area Under the Curve → Área bajo la curva (medida global de glucosa a lo largo del tiempo en una curva de tolerancia o postprandial).

FITT = Frequency, Intensity, Time, Type → Principios del entrenamiento: frecuencia, intensidad, tiempo, tipo.

PEDro = Physiotherapy Evidence Database → Escala de calidad metodológica (0–10 puntos).

ECA = Ensayo Clínico Aleatorizado (Randomized Controlled Trial, RCT).

Crossover = Diseño en el que los mismos participantes reciben más de una intervención en distintos momentos.

↓ = Disminución.

↑ = Aumento.

vs = Versus (comparación entre grupos).

Los estudios integrados en estos resultados evaluaron el impacto del ejercicio físico en el control glucémico de mujeres con Diabetes Mellitus Gestacional (DMG), bajo diferentes modalidades, intensidades y niveles de supervisión. Yaping et al. (12) evaluaron un programa de ejercicio aeróbico de intensidad moderada (50–60 minutos, tres veces por semana, durante al menos 6 semanas), supervisado por un investigador y un especialista en medicina deportiva, en mujeres con DMG (edad >20 años, IMC >40 kg/m<sup>2</sup>, embarazo único, entre 24 y 31 semanas de gestación). La intensidad se controló mediante frecuencia cardíaca ( $\leq 140$  lpm) y la escala de percepción subjetiva de esfuerzo de (13) (14). Ambos grupos intervención y control recibieron atención prenatal estándar, orientación dietética personalizada y educación en línea. Aunque ambos grupos mostraron reducción en glucemia en ayunas y glucemia posprandial a las 2 horas, el grupo de ejercicio presentó una mejora significativamente mayor con diferencias medias:  $-0.16$  mmol/L en ayunas y  $-0.14$  mmol/L posprandial;  $p < 0.05$ , atribuible al efecto del ejercicio en la captación muscular de glucosa mediada por insulina y la fosforilación intracelular de glucosa.

Al realizar una extensión de este trabajo en el Xie et al. (13) compararon ejercicio aeróbico versus ejercicio de resistencia durante 6 semanas, con intervención dietética y educativa idéntica en ambos grupos. Ambas modalidades redujeron significativamente la glucemia posprandial ( $p < 0.05$ ), aunque el ejercicio de resistencia mostró una reducción ligeramente mayor ( $\Delta = -0.50$  mmol/L vs.  $-0.29$  mmol/L). En glucosa en ayunas, las diferencias entre grupos fueron clínicamente similares.

Huifen et al. (14) reportaron hallazgos complementarios: al añadir ejercicio de resistencia de moderada intensidad de 50–60 minutos, enfocado en extremidades superiores e inferiores a la intervención estándar (dieta + educación), se logró una reducción adicional y significativa tanto en glucemia en ayunas como posprandial, reforzando que el ejercicio de resistencia es un complemento eficaz a las estrategias no farmacológicas en DMG.

Jin et al. (15) implementaron un programa estructurado de gimnasia para embarazadas de 10 sesiones, combinando estiramientos, resistencia y aeróbicos frente a un grupo control con dieta y recomendación no supervisada de actividad física. A las dos semanas, el grupo experimental mostró un control glucémico significativamente mejor, especialmente en glucemia posprandial y en la proporción de mujeres con valores dentro del rango objetivo ( $<6.7$  mmol/L), lo que subraya la importancia de la estructuración y supervisión del ejercicio.

No obstante no todas las estrategias mostraron beneficios consistentes, Christie et al. (16) evaluaron caminatas de 10 minutos tras cada comida principal frente a atención estándar. Contrariamente a la hipótesis, no se observó mejora en la glucemia posprandial, e incluso se reportó una tendencia a niveles más altos de glucosa tras la cena en el grupo de caminata, posiblemente por liberación de hormonas contrarreguladoras o alteración en la

cinética de absorción de carbohidratos. Esto evidencia que la eficacia del ejercicio depende críticamente de su dosis, timing y personalización.

En otro ensayo de Christie et al. (17) se comparó caminata postprandial midiéndola 10 min tras cada comida versus ejercicio continuo de 30 minutos diarios. Ambas estrategias redujeron la exposición glucémica postprandial, sin diferencias significativas entre grupos ( $p = 0.17$ ), sugiriendo que ambos enfoques son igualmente válidos, aunque el ejercicio continuo mostró una tendencia a mejorar más la glucemia matutina ( $p = 0.08$ ).

La supervisión emergió como un factor clave en el estudio de Menek & Kaya (18) ya que compararon ejercicio supervisado en casa que incluía seguimiento telefónico y por parte del fisioterapeuta versus ejercicio no supervisado que solo fue socializado mediante un folleto versus un grupo control. El grupo de ejercicio supervisado fue el único que logró una reducción significativa en glucemia a las 2 horas ( $p < 0.001$  vs. control), mientras que el grupo de ejercicio no supervisado solo mejoró la glucemia en ayunas. Además, este estudio midió otros dominios como la percepción de la calidad de vida obteniendo resultados superiores frente a los otros dos grupos.

Finalmente Qazi et al. (11) demostraron que un régimen estructurado de ejercicio (bicicleta estacionaria, caminata rápida y ejercicios pélvicos, 5 semanas) redujo significativamente tanto la HbA1c ( $p = 0.002$ ) como la proteína C reactiva (CRP) ( $p = 0.001$ ) en comparación con un grupo control que recibió solo educación postural. Esto confirma que el ejercicio estructurado no solo mejora el control glucémico a mediano plazo, sino que también atenúa la inflamación sistémica, un mecanismo fisiopatológico relevante en la DMG.

#### 4. Discusión

Los hallazgos de los estudios analizados convergen en que el ejercicio estructurado y supervisado mejora de manera consistente el control glucémico en mujeres con Diabetes Mellitus Gestacional (DMG). No obstante esta mejora no debe interpretarse de forma aislada: en todos los ensayos incluidos en esta revisión, el ejercicio se implementó complementándose con una intervención dietética personalizada y educación en diabetes, por lo que nos permitimos subrayar que la eficacia del ejercicio está intrínsecamente ligada a un manejo nutricional adecuado. De hecho, la dieta constituye el pilar inicial del tratamiento no farmacológico de la DMG, ya que debe proporcionar los macronutrientes y micronutrientes necesarios para el crecimiento fetal, al tiempo que limita las fluctuaciones glucémicas y promueve un aumento de peso gestacional adecuado. En este contexto, el ejercicio actúa como un potenciador metabólico que mejora la sensibilidad a la insulina y la captación periférica de glucosa, sin comprometer el aporte nutricional esencial.

Es relevante destacar que no todas las modalidades de ejercicio producen los mismos efectos, mientras que programas supervisados ya sean aeróbicos, de resistencia o combinados demuestran beneficios significativos en glucemia en ayunas, posprandial e incluso en marcadores sistémicos como la HbA1c y la proteína C reactiva (CRP), otras estrategias, como la caminata postprandial no supervisada, mostraron resultados inconsistentes o incluso contraproducentes. Por ejemplo Christie et al. (16) observaron que caminar tras las comidas no mejoró la glucemia posprandial y, en algunos casos, se asoció con niveles más altos de glucosa tras la cena, posiblemente por una respuesta contrarreguladora o una alteración en la cinética de absorción de carbohidratos. Esto sugiere que la dosis, intensidad, timing y supervisión del ejercicio son factores críticos que determinan su eficacia terapéutica.

Además, la evidencia indica que el ejercicio de resistencia puede ser particularmente eficaz para reducir la necesidad de insulina en mujeres con DMG, al mejorar la utilización muscular de glucosa de forma insulino-independiente. Por su parte el ejercicio aeróbico moderado, cuando se combina con dieta, puede evitar o retrasar la instauración de terapia farmacológica en muchos casos. Sin embargo, no todos los regímenes son igualmente efectivos: Awad et al. (19) mostraron que un programa de 12 semanas con ejercicio aeróbico y de fuerza (3–4 veces/semana, 30–60 min) mejoró significativamente los parámetros metabólicos, mientras que otros estudios como aquellos que evaluaron ciclismo intercalado con caminatas sin supervisión no reportaron cambios en HbA1c ni en glucemia diaria, lo que refuerza la idea de que la estructuración y adherencia al protocolo son tan importantes como la modalidad elegida.

En cuanto a la adherencia, las sesiones breves y fraccionadas, por ejemplo, 10 minutos de caminata tras cada comida podrían facilitar la participación de mujeres embarazadas, al reducir barreras percibidas como fatiga, falta de tiempo o incomodidad física. Aunque su eficacia metabólica no está plenamente demostrada, estas estrategias podrían servir como puerta de entrada para fomentar hábitos de actividad física sostenibles. En esta línea Adamczak et al. (20) encontró que caminar más de 4210 pasos diarios se asoció con un aumento de peso gestacional dentro de los límites recomendados en mujeres con obesidad y DMG, y que el uso de podómetros, aunque no mejoró directamente el control glucémico, sí contribuyó a reducir la macrosomía neonatal. Esto sugiere que incluso niveles modestos de actividad física, si se mantienen de forma regular, pueden tener impactos clínicamente relevantes en los desenlaces maternos y perinatales.

En conjunto, la evidencia actual apoya la integración del ejercicio como parte esencial del manejo multidisciplinario de la DMG, siempre que se diseñe de forma individualizada, supervisada y en sinergia con la intervención nutricional, es fundamental que las futuras investigaciones se concentren en definir dosis óptimas de ejercicio en las cuales se describa el tipo, intensidad, frecuencia y duración según las características

fenotípicas de la paciente, adicionalmente evaluar el impacto a largo plazo de la efectividad física durante el embarazo sería interesante con un correcto seguimiento del estado metabólico de la madre y del niño, debido a que los estudios encontrados se enfocan en las complicaciones del parto únicamente (21).

## 5. Conclusiones

- Partiendo desde el objetivo inicial de este trabajo se puede afirmar que el ejercicio constituye una intervención no farmacológica eficaz, siempre que se implemente de forma estructurada y supervisada. La evidencia demuestra que tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia mejoran significativamente la glucemia en ayunas y, en particular, la glucemia posprandial, siendo esta última especialmente sensible a la modalidad de resistencia. Sin embargo, no toda actividad física genera beneficios: estrategias no supervisadas, como la caminata postprandial sin personalización, pueden resultar ineficaces e incluso contraproducentes. La supervisión profesional no solo asegura una dosis terapéutica adecuada, sino que también potencia los efectos metabólicos, reduce la inflamación sistémica y mejora la calidad de vida. Aunque el ejercicio debe complementarse con intervención dietética, su incorporación sistemática en el manejo de la diabetes gestacional representa una oportunidad clínica valiosa para optimizar el control glucémico, favorecer un aumento de peso gestacional adecuado y contribuir a mejores desenlaces materno-fetales, todo ello dentro de un enfoque seguro, accesible y costo-efectivo.

## 6. Conflicto de intereses

Las autoras declaramos que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

## 7. Declaración de contribución de los autores

Cada autor realizó aportes relevantes en las diferentes etapas de 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. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 15-Management of diabetes in pregnancy: standards of care in diabetes-2025. Diabetes Care [Internet]. 2025 [citado el 2 de octubre de 2025]; 48(1 Suppl 1): S306–20. Disponible en: <https://doi.org/10.2337/dc25-S015>

2. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades [CDC] [Internet]. Acerca de la diabetes gestacional. 2024 [citado el 2 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/diabetes/es/about/acerca-de-la-diabetes-gestacional.html>
3. Mittal R, Prasad K, Lemos JRN, Arevalo G, Hirani K. Unveiling gestational diabetes: an overview of pathophysiology and management. International Journal of Molecular Sciences [Internet]. 2025 [citado el 2 de octubre de 2025]; 26(5):2320. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijms26052320>
4. QuickStats. Percentage of mothers with gestational diabetes, by maternal age — national vital statistics system, United States, 2016 and 2021. MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report [Internet]. 2023 [citado el 2 de octubre de 2025];72. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm7201a4>
5. Nijs H, Benhalima K. Gestational diabetes mellitus and the long-term risk for glucose intolerance and overweight in the offspring: a narrative review. Journal of clinical medicine [Internet]. 2020 [citado el 2 de octubre de 2025];9(2):599. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7074239/>
6. Ribeiro MM, Andrade A, Nunes I. Physical exercise in pregnancy: benefits, risks, and prescription. Journal of Perinatal Medicine [Internet]. 2022 [citado el 2 de octubre de 2025];50(1):4–17. Disponible en: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/jpm-2021-0315/html>
7. Santa Cruz TE, Sarasqueta C, Muruzábal JC, Ansuategui E, Sanz O. A systematic review and meta-analysis of exercise-based intervention to prevent gestational diabetes in women with overweight or obesity. BMC Pregnancy Childbirth [Internet]. 2025 [citado el 2 de octubre de 2025]; 25:5. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12884-024-07021-w>
8. Martínez-Vizcaíno V, Sanabria-Martínez G, Fernández-Rodríguez R, Cavero-Redondo I, Pascual-Morena C, Álvarez-Bueno C, et al. Exercise during pregnancy for preventing gestational diabetes mellitus and hypertensive disorders: an umbrella review of randomised controlled trials and an updated meta-analysis. BJOG : an international journal of obstetrics and gynaecology [Internet]. 2023 [citado el 2 de octubre de 2025];130(3):264-275. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36156844/>
9. Salzberg S. Rol de ejercicio en la prevención y tratamiento de la diabetes mellitus gestacional. Revista De La Sociedad Argentina De Diabetes [Internet]. 2023 [citado 2 de octubre de 2025];57(3Sup). Disponible en: <https://revistasad.com/index.php/diabetes/article/view/678>

10. PEDro Physiotherapy Evidence Database [Internet]. Escala PEDro. 2012 [citado el 2 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>
11. Qazi WA, Babur MN, Malik AN, Begum R. Effects of structured exercise regime on Glycosylated Hemoglobin and C reactive protein in patients with Gestational Diabetes Mellitus - A randomized controlled trial. Pakistan journal of medical sciences [Internet]. 2020 [citado 2 de octubre de 2025]; 36(7):1449–1453. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33235555/>
12. Yaping X, Huifen Z, Meijing Z, Huibin H, Chunhong L, Fengfeng H, et al. Effects of moderate-intensity aerobic exercise on blood glucose levels and pregnancy outcomes in patients with gestational diabetes mellitus: a randomized controlled trial. Diabetes therapy : research, treatment and education of diabetes and related disorders [Internet]. 2021 [citado 2 de octubre de 2025]; 12(9):2585–2598. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34387823/>
13. Xie Y, Zhao H, Zhao M, Huang H, Liu C, Huang F, et al. Effects of resistance exercise on blood glucose level and pregnancy outcome in patients with gestational diabetes mellitus: a randomized controlled trial. BMJ open diabetes research & care [Internet]. 2022 [citado 2 de octubre de 2025];10(2): e002622. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35383101/>
14. Huifen Z, Yaping X, Meijing Z, Huibin H, Chunhong L, Fengfeng H, et al. Effects of moderate-intensity resistance exercise on blood glucose and pregnancy outcome in patients with gestational diabetes mellitus: a randomized controlled trial. Journal of diabetes and its complications [Internet]. 2022 [citado 2 de octubre de 2025]; 36(5):108186. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35379538/>
15. Jin Y, Chen Z, Li J, Zhang W, Feng S. Effects of the original gymnastics for pregnant women program on glycaemic control and delivery outcomes in women with gestational diabetes mellitus: a randomized controlled trial. International journal of nursing studies [Internet]. 2022 [citado 2 de octubre de 2025]; 132:104271. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35660387/>
16. Christie HE, Chang CR, Jardine IR, Francois ME. Three short postmeal walks as an alternate therapy to continuous walking for women with gestational diabetes. Applied Physiology, Nutrition and Metabolism [Internet]. 2022 [citado el 2 de octubre de 2025]; 47(10):1031-1037. Disponible en: <https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0619>
17. Christie H, Winter M, Meyer B, Francois M. Diagnosis to delivery: a randomised clinical trial of postmeal walking as a non-pharmacological treatment of gestational

- diabetes. Authorea [Internet]. 2022 [citado el 2 de octubre de 2025]. Disponible en: DOI: [10.22541/au.166607111.17050309/v1](https://doi.org/10.22541/au.166607111.17050309/v1)
18. Menek MY, Kaya AK. Comparison of home exercise under supervision and self-home exercise in pregnant women with gestational diabetes: randomized controlled trial. Archives of gynecology and obstetrics. [Internet]. 2024 [citado el 2 de octubre de 2025]; 309(3):1075-1082. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38184491/>
19. Awad E, Ahmed H, Yousef A, Saab I M. Effect of antenatal exercise on mode of delivery in gestational diabetic females: a single-blind randomized controlled trial. Physiotherapy Quarterly [Internet]. 2019 [citado el 2 de octubre de 2025]; 27(2):1–5. Disponible en: <https://doi.org/10.5114/pq.2019.84270>
20. Adamczak L, Mantaj U, Sibiak R, Gutaj P, Wender-Ozegowska E. Physical activity, gestational weight gain in obese patients with early gestational diabetes and the perinatal outcome - a randomised-controlled trial. BMC Pregnancy Childbirth [Internet]. 2024 [citado el 2 de octubre de 2025]; 24(1):104. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38308265/>
21. Rasmussen L, Poulsen CW, Kampmann U, Smedegaard SB, Ovesen PG, Fuglsang J. Diet and healthy lifestyle in the management of gestational diabetes mellitus. Nutrients [Internet]. 2020 [citado el 2 de octubre de 2025]; 12(10):3050. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7599681/>

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



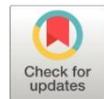
El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



## Resistencia antiparasitaria a antihelmínticos en humanos

### *Antiparasitic resistance to anthelmintics in humans*

- <sup>1</sup> Dany Fernando Cepeda Naranjo  <https://orcid.org/0009-0005-5425-3497>  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[cepedadany8@gmail.com](mailto:cepedadany8@gmail.com)
- <sup>2</sup> Andrea Estefania Tenesaca Serpa  <https://orcid.org/0000-0002-7300-821X>  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[andrea.tenesaca@ucacue.edu.ec](mailto:andrea.tenesaca@ucacue.edu.ec)



#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/08/2025

Revisado: 17/09/2025

Aceptado: 14/10/2025

Publicado: 13/11/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3557>

Cítese: Cepeda Naranjo, D. F., & Tenesaca Serpa, A. E. (2025). Resistencia antiparasitaria a antihelmínticos en humanos. *Anatomía Digital*, 8(4), 38-56.  
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3557>



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](http://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:**

antihelmínticos,  
resistencia,  
helmintos,  
parasitosis, salud  
pública.

**Keywords:**

anthelmintics,  
resistance,

**Resumen**

**Introducción:** La resistencia antiparasitaria a antihelmínticos en humanos es un problema de salud, que compromete la eficacia de los tratamientos farmacológicos; ocasionados por la automedicación y el uso inadecuado de los mismos lo cual favorece a la resistencia de los parásitos. Evaluar la resistencia antiparasitaria y sus implicaciones en la eficacia de los tratamientos es esencial para comprender la magnitud del problema y diseñar estrategias efectivas, por lo cual la recopilación y análisis de datos sobre la resistencia a antihelmínticos permitirán a los profesionales de la salud tomar decisiones informadas sobre los tratamientos más adecuados asegurando mejores resultados para los pacientes y reduciendo la propagación de parásitos resistentes. **Objetivo:** Este estudio tiene como objetivo analizar la resistencia a antihelmínticos en humanos, así como los mecanismos implicados. **Metodología:** Se realizó mediante una revisión bibliográfica en diversas bases de datos y fuentes confiables tales como PubMed, ProQuest, Scopus, Taylor & Francis y ScienceDirect empleando el uso de operadores booleanos y términos claves con la finalidad de obtener información de calidad, utilizando el método PRISMA con el propósito de facilitar la recolección y análisis. **Resultados:** Estudios demostraron que la resistencia a antihelmínticos en humanos sucede por cambios en sus canales iónicos y la mutación del gen beta tubulina el cual afecta a la acción de los fármacos que juntamente con factores ambientales como el uso inadecuado de los mismos ocasionan la modificación de sus mecanismos acción y los vuelven ineficaces para el tratamiento. **Conclusión.** Esta investigación promueve el uso racional de los medicamentos evitando la automedicación y el abuso de antihelmínticos a través de la sensibilización a la población y a los profesionales de la salud sobre la importancia de un enfoque responsable en el tratamiento de las infecciones parasitarias. **Área de estudio:** Parasitología. **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica sistemática.

**Abstract**

**Introduction:** Antiparasitic resistance to anthelmintics in humans is a health problem that compromises the effectiveness

helminths,  
parasitosis, public  
health

of pharmacological treatments, caused by self-medication and the inappropriate use of these drugs, which promotes parasite resistance. Evaluating antiparasitic resistance and its implications on treatment efficacy is essential to understand the magnitude of the problem and to design effective strategies. Therefore, the collection and analysis of data on anthelmintic resistance will allow healthcare professionals to make informed decisions about the most appropriate treatments, ensuring better outcomes for patients and reducing the spread of resistant parasites. **Objective:** This study aims to analyze anthelmintic resistance in humans, as well as the mechanisms involved. **Methodology:** This was conducted through a literature review using various databases and reliable sources such as PubMed, ProQuest, Scopus, Taylor & Francis, and ScienceDirect, employing Boolean operators and key terms to obtain high-quality information. The PRISMA method was used to facilitate data collection and analysis. **Results:** Studies have shown that anthelmintic resistance in humans occurs due to mutations in the beta-tubulin gene, which affects the action of the drugs. This, combined with environmental factors such as their inappropriate use, leads to modifications in their mechanisms of action, rendering them ineffective for treatment. **Conclusion:** This research promotes the rational use of medications, avoiding self-medication and the overuse of anthelmintics by raising awareness among the population and healthcare professionals about the importance of a responsible approach to the treatment of parasitic infections. **Study area:** Parasitology. **Type of study:** Systematic bibliographic review.

## 1. Introducción

La resistencia antiparasitaria a los antihelmínticos representa una amenaza creciente para la salud pública mundial especialmente en regiones donde las infecciones por helmintos son frecuentes. La administración masiva y repetida de medicamentos como albendazol, mebendazol e ivermectina provocó la selección de parásitos resistentes complicando el control de estas infecciones y reduciendo la eficacia de los tratamientos lo cual pone en riesgo los programas de desparasitación (1).

La resistencia antihelmíntica surge principalmente por el uso indiscriminado y frecuente de los medicamentos en programas de desparasitación donde los tratamientos se administran sin un diagnóstico previo. Este enfoque, aunque efectivo a corto plazo para reducir la carga parasitaria ejerce una fuerte presión selectiva sobre las poblaciones de parásitos favoreciendo la supervivencia y proliferación de aquellos con mutaciones que les confieren resistencia (2).

El impacto de la resistencia a antihelmínticos no solo afecta la salud individual, sino que también representa un desafío público. Los parásitos resistentes pueden prolongar la transmisión en la comunidad dificultando los esfuerzos para controlar y eliminar las infecciones, así como la falta de nuevas clases de antihelmínticos para uso humano que agrava aún más la situación (3) (4).

El uso incorrecto de estos medicamentos como la administración de dosis terapéuticas o la falta de adherencia al tratamiento completo aumenta la probabilidad de selección de parásitos resistentes (5) (6) (7). Por lo cual esta investigación se enfoca en analizar el impacto de los programas de desparasitación, brindando resultados que permitirán proponer estrategias efectivas para evitar la propagación de la resistencia como la rotación de medicamentos y el uso de combinaciones terapéuticas.

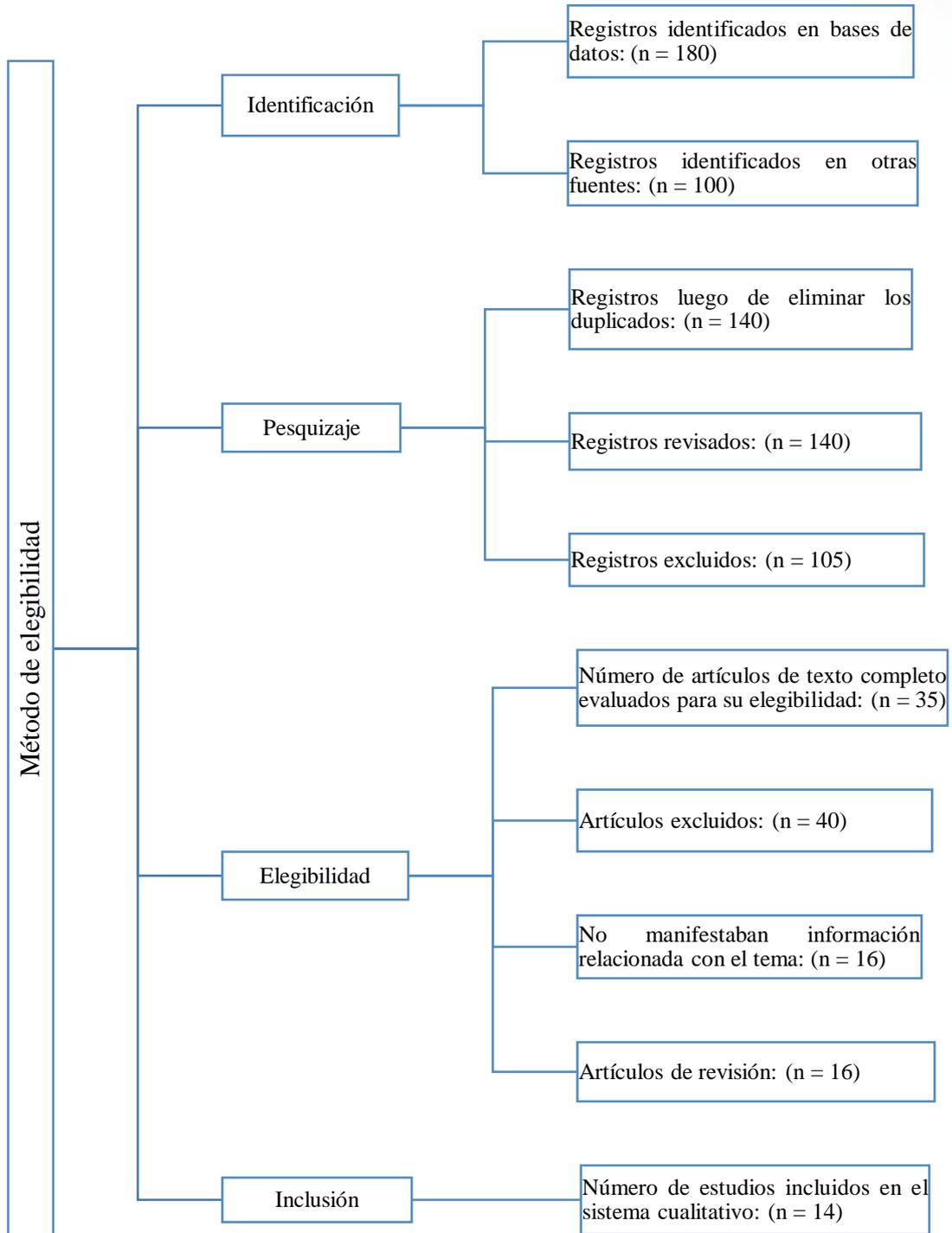
## 2. Metodología

Para comprender mejor la resistencia de los parásitos a los medicamentos antihelmínticos, se llevó a cabo una revisión bibliográfica sistemática basada en el análisis de artículos científicos publicados desde enero de 2020, con excepción de algunos con fechas más largas desde 2013 en adelante, que contienen información importante sobre la resistencia y el impacto que tienen los programas de desparasitación, utilizando el método PRISMA.

*Criterios de inclusión:* se seleccionaron estudios originales de fuentes primarias que ofrecieran información relevante sobre la resistencia a antihelmínticos en humanos y análisis de la eficacia de los tratamientos antihelmínticos actuales.

*Criterios de exclusión:* se descartaron los estudios publicados en revistas de bajo impacto y aquellos con información inexacta o sin una metodología bien fundamentada al igual que aquellas que no abordaran temas sobre la resistencia a antihelmínticos en entornos clínicos.

Con el propósito de facilitar la interpretación de los datos obtenidos se realizó un diagrama de flujo que sirve como una representación visual de los estudios encontrados, optimizando así su selección y permitiendo determinar el número total de investigaciones que serán incluidas en el análisis, como se muestra en la **Figura 1**.



**Figura 1:** Diagrama de flujo de elegibilidad de los artículos

*Procedimiento:* para realizar esta revisión se consultaron diversas bases de datos confiables tales como PubMed, ProQuest, Scopus, Taylor & Francis y ScienceDirect con la finalidad de garantizar la calidad de los estudios, como se muestra en la **Tabla 1**. La estrategia de búsqueda se basó en el uso de operadores booleanos y términos claves incluyendo expresiones como "resistencia a antihelmínticos" (anthelmintic resistance), "eficacia de benzimidazoles" (benzimidazole efficacy), "fallos terapéuticos en helmintiasis" (therapeutic failures in helminthiasis) y "estrategias de mitigación de resistencia" (resistance mitigation strategies).

**Tabla 1.** Revisión de estudios sobre la resistencia antihelmíntica

Nº	Base de Datos	Año	Revista	Título	Autor	País
1	PubMed	2019	National Library of Medicine	Refugia and anthelmintic resistance: Concepts and challenges	Hodgkinson et al. (1)	Reino Unido
2	ProQuest	2021	Infect Drug Resist	Anthelmintic Resistance and Its Mechanism: A Review	Fissiha & Kinde (3)	Etiopía
3	ScienceDirect	2024	Bioorganic Chemistry	Tubulin inhibitors. Selected scaffolds and main trends in the design of novel anticancer and antiparasitic agents	Podolak et al. (5)	Polonia
4	PubMed	2017	Infect Genet Evol	Rapid Genotyping of $\beta$ -tubulin Polymorphisms in <i>Trichuris trichiura</i> and <i>Ascaris lumbricoides</i>	Rashwan et al. (8)	Egipto

**Tabla 1.** Revisión de estudios sobre la resistencia antihelmíntica (continuación)

Nº	Base de Datos	Año	Revista	Título	Autor	País
5	PubMed	2013	Parasitol Res	Genetic variations in the beta-tubulin gene and the internal transcribed spacer 2 region of <i>Trichuris</i> species from man and baboons	Hansen et al. (9)	Dinamarca
6	UNESUM	2023	Investigación y Educación en Salud	Infección intestinal por helmintos en habitantes de Latinoamérica	Mina et al. (10)	Ecuador
7	ScienceDirect	2024	Molecular Medical Microbiology	Cestodes and cestodiasis	Jeon & Eom (11)	Corea del Sur
8	PubMed	2020	Foodborne Pathog Dis	Human Taeniasis in Slovakia (2010-2019): Genetic Analysis of <i>Taenia saginata</i> Isolates	Antolová et al. (12)	Eslovaquia
9	Repositorio ESPOCH	2023	Tesis ESPOCH	Determinar la presencia de nematodos, cestodos y trematodos en cerdos mestizos de la comunidad Corazón de Jesús - San Luis	Alcoser (13)	Ecuador
10	SciELO	2018	Enferm Infecc Microbiol Clin	Estudio de la situación actual de la infección por <i>Schistosoma haematobium</i> en la Unión Europea. Una aproximación al posible riesgo en España	Villasante et al. (14)	España

**Tabla 1.** Revisión de estudios sobre la resistencia antihelmíntica (continuación)

Nº	Base de Datos	Año	Revista	Título	Autor	País
11	SciELO Bolivia	2023	Selva Andina Anim. Sci	Nematodos gastrointestinales en ovinos y su resistencia antihelmíntica. Un tema en discusión de México	López-Rodríguez et al. (15)	México
12	SciELO Colombia	2022	Revista Med	Desarrollo de fármacos antihelmínticos: actualización de candidatos a fármacos y dianas terapéuticas en el manejo de las geohelmintiasis	Uribe et al. (16)	Colombia
13	SciELO Cuba	2015	Rev Cubana Med Trop	Antihelmínticos, resistencia y método FAMACHA: experiencia cubana en ovinos	Rodríguez et al. (17)	Cuba
14	SciELO México	2021	Dilemas Contemporáneos	Complicaciones asociadas a la automedicación y sus efectos adversos en los adultos jóvenes que acuden al centro de salud Huaca	Aveiga et al. (18)	Ecuador

### 3. Resultados

Estudios demostraron que la resistencia a antihelmínticos en humanos sucede por cambios en sus canales iónicos y por la mutación del gen beta tubulina; el cual afecta a la acción de los fármacos que juntamente con el uso inadecuado de los mismos ocasionan la modificación de sus mecanismos de acción y los vuelven ineficaces.

El gen tubulina es importante para la sobrevivencia de los parásitos helmintos debido a su proceso de codificación a las proteínas alfa y beta las cuales se ensamblan para generar microtúbulos que les permite realizar funciones esenciales como el transporte, captación

y metabolismo de nutrientes que ayuda a completar de manera correcta su ciclo de replicación celular, además que contribuye a la adaptación de cambios ambientales lo cual favorece a la resistencia del parásito frente a la respuesta inmunológica propia del cuerpo y la exposición a fármacos (5).

La tubulina es de gran relevancia para la vitalidad de los parásitos, los medicamentos antihelmínticos como los benzimidazoles actúan uniéndose al gen beta tubulina inhibiendo así la polimerización de los microtúbulos, provocando fallos en sus funciones esenciales lo que conlleva a la muerte del parásito, no obstante cuando ocurren mutaciones en este gen los fármacos pierden su eficacia debido a que no logran unirse de manera adecuada a las proteínas lo cual da lugar a la resistencia de los helmintos (6) (7).

#### *a. Gen Beta-Tubulina*

Es un gen que codifica la proteína beta-tubulina la cual es una de las dos subunidades principales que forman los microtúbulos del citoesqueleto celular junto con la alfa-tubulina, estos microtúbulos son estructuras cilíndricas que cumplen funciones esenciales en las células como la división celular, el mantenimiento de su forma, el transporte y el movimiento intracelular (8) (9).

Puesto que es el sitio de acción para los fármacos de la familia de los benzimidazoles, mismos que inhiben la polimerización de los microtúbulos, los cuales son medicamentos que actúan uniéndose a la beta-tubulina e inhibiendo la polimerización de microtúbulos que interfieren con funciones celulares vitales del parásito y conduce a su muerte. Sin embargo mutaciones en el gen beta-tubulina especialmente en los codones 167, 198 y 200 pueden modificar la estructura de la proteína y disminuir la unión del fármaco, por lo cual este gen es un marcador clave en los estudios sobre resistencia a antihelmínticos (8) (9).

#### *b. Impacto de la parasitosis*

Los helmintos son un grupo de parásitos que afectan a millones de personas en el mundo los cuales desarrollaron resistencia a varios fármacos debido a su uso excesivo o inadecuado a lo largo del tiempo por lo cual para evitar sus efectos es crucial fortalecer la regulación en el uso de estos medicamentos y mejorar los sistemas de diagnóstico con el fin de continuar con investigaciones orientadas a desarrollar nuevas alternativas terapéuticas (3) (10).

#### *c. Clasificación de los helmintos*

Los helmintos se clasifican en tres grupos que se diferencian principalmente por su morfología, ciclo de vida y forma de transmisión:

*i. Cestodos*

Los cestodos son parásitos planos, segmentados y alargados que viven principalmente en los intestinos de sus huéspedes definitivos ya sean animales o humanos cuyo ciclo de vida se da a través de dos hospedadores uno intermedio en donde eclosionan y liberan larvas denominadas oncoesferas las cuales atraviesan los músculos u órganos para posteriormente desarrollarse en cisticercos, y otro definitivo donde el gusano adulto se reproduce infectando generalmente a los seres humanos al momento de consumir carne cruda o mal cocida (11) (12).

*ii. Trematodos*

Los trematodos son gusanos planos y no segmentados que tienen un cuerpo ovalado o en forma de hoja que suelen infectar a los tejidos de sus huéspedes como el hígado, pulmones o los intestinos cuyas infecciones humanas más comunes causadas por esta especie incluye la esquistosomiasis causada por *Schistosoma* y las infecciones por *Fasciola hepatica* que afectan el hígado (13).

Su ciclo de vida es complejo debido a que incluye varias etapas y hospedadores, empezando por el huésped definitivo que libera los huevos hacia el exterior mediante las heces u orina las cuales se encuentran en contacto con el agua en donde se desarrollan en forma de larvas denominadas miracidios que tienen la capacidad de movilizarse hasta un huésped intermediario que generalmente son caracoles en donde se desarrollan en su forma de esporoquistes que dan origen a las larvas redias que continúan su desarrollo dentro del caracol hasta alcanzar su fase más avanzada denominada cercaria la cual puede infectar directamente al ser humano como lo es en el caso del parásito *Schistosoma* o a través de otro proceso en donde se enquistan dentro de crustáceos y se transforman en metacercarias (14) (19).

*iii. Nematodos*

Los nematodos son gusanos redondos, alargados y cilíndricos con un ciclo de vida directo o indirecto que se encuentran comúnmente en los humanos y pueden vivir en una variedad de tejidos en donde se encuentran los parásitos más comunes, *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* y *Ancylostoma duodenale* (20).

Su ciclo de vida comienza cuando el huésped definitivo libera al exterior los huevos o larvas infectantes a través de la eliminación de orina, sangre y heces los cuales una vez en el medioambiente pueden desarrollarse e infectar a los seres humanos ya sea en forma de huevos al consumir agua o alimentos contaminados o larvas que penetran directamente la piel al tener contacto con superficies contaminadas (21) (15).

*d. Fármacos antihelmínticos**i. Benzimidazoles como el Albendazol y Mebendazol*

Estos fármacos son especialmente efectivos contra los nematodos debido a que ejercen su efecto antihelmíntico al inhibir la polimerización de la beta-tubulina que es una proteína esencial para la formación de los microtúbulos en las células del parásito afectando así procesos fundamentales como el transporte de nutrientes, la división celular y la motilidad del parásito lo que conlleva a un agotamiento de las reservas energéticas y provoca una interrupción en la producción de ATP lo cual genera un deterioro progresivo en la función celular del helminto (6) (16).

*ii. Ivermectina*

Este medicamento actúa como un agonista de los canales de cloro mediados por glutamato los cuales son exclusivos de nematodos provocando un aumento en la permeabilidad celular al ion cloro lo que genera una hiperpolarización de la membrana y una inhibición de la transmisión neuromuscular lo cual conduce a la inactivación de sus procesos y eventualmente causa su muerte (16).

*iii. Praziquantel*

Es un fármaco antihelmíntico enfocado para infecciones de trematodos cuyo mecanismo de acción se basa en aumentar la permeabilidad de la membrana celular de los helmintos a los iones calcio provocando así una rápida entrada de estos iones en las células musculares del parásito para generar contracciones que llevan a un bloqueo de sus funciones y facilita su eliminación (21).

*iv. Niclosamida*

Su acción es principalmente contra los cestodos ya que actúa como un inhibidor del metabolismo energético al alterar la fosforilación oxidativa en las mitocondrias del parásito lo que interfiere con la producción de ATP modificando su capacidad de generar energía y ocasionando el agotamiento de las reservas llevando así a la muerte del parásito, sin embargo, no siempre es efectiva contra larvas ni huevos por lo que suele combinarse con otros tratamientos (22) (23).

*e. Factores que influyen en la resistencia**i. Modificación del sitio de acción del medicamento*

Los antihelmínticos actúan uniéndose a estructuras específicas dentro del parásito como proteínas o canales iónicos esenciales para su supervivencia, que no obstante con el pasar del tiempo desarrollan mutaciones en los genes, específicamente en el de la beta-tubulina

alterando su forma y evitando que el medicamento se adhiera correctamente ocasionando que el fármaco pierda su capacidad de bloquear procesos vitales del parásito permitiéndole así que sobreviva y continúe su ciclo de vida (16) (17).

ii. *Mutación en los Codones 167, 198 y 200 del Gen Beta-Tubulina*

Un codón es una secuencia de tres nucleótidos en el ADN que codifica un aminoácido específico, en el caso del gen beta-tubulina los codones 167, 198 y 200 codifican aminoácidos claves en la estructura de esta proteína particularmente en la región donde se unen los fármacos benzimidazoles (3) (8) (9).

1. *Codones F167Y y F200Y*

Ocurre cuando el codón 167 y 200 que normalmente codifican fenilalanina cambian y pasan a codificar tirosina provocando una reducción a la afinidad del benzimidazol por la beta-tubulina lo que permite que el parásito sobreviva al tratamiento las cuales fueron identificadas en helmintos como *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura* (8) (24).

2. *Codón E198A*

Ocurre cuando el codón 198 que normalmente codifica ácido glutámico cambia y pasa a codificar a alanina lo cual interfiere con la unión del fármaco y fue asociada con niveles importantes de resistencia especialmente en poblaciones con exposición continua a benzimidazoles (8) (9) (25).

f. *Sobreexpresión de bombas de eflujo*

Las bombas de eflujo son proteínas transmembrana que actúan como transportadores activos que utilizan energía generalmente a partir de la hidrólisis de ATP para expulsar sustancias tóxicas o extrañas desde el interior de la célula hacia el exterior. En los helmintos estas bombas se localizan en la membrana celular de diferentes tejidos y funcionan como una barrera protectora frente a compuestos nocivos e incluyendo medicamentos (3) (26) (27).

La sobreexpresión de estas bombas de eflujo especialmente sobre la proteína P-glicoproteína constituye uno de los mecanismos más importantes de resistencia a fármacos antiparasitarios en helmintos, por lo cual cuando los parásitos están expuestos repetidamente a antihelmínticos, como ivermectina, albendazol y praziquantel pueden desarrollar una sobreexpresión de estas bombas (3) (26) (27).

Esto significa que se incrementa el número de su actividad lo que permite al parásito expulsar más rápidamente el fármaco del interior de sus células reduciendo así la concentración intracelular del medicamento y su eficacia terapéutica. Este mecanismo no implica una modificación directa en la estructura del fármaco o su sitio blanco sino que

impide que el fármaco alcance niveles suficientes dentro del parásito como para ejercer su efecto letal (3) (26) (27).

*g. Alteraciones en canales iónicos*

Los canales iónicos son proteínas transmembrana que permiten el paso de iones como cloro, sodio, potasio o calcio a través de la membrana celular las cuales regulan funciones esenciales como la transmisión de señales nerviosas, contracción muscular y homeostasis celular, no obstante en los parásitos helmintos estos canales son el sitio principal de ciertos fármacos antiparasitarios (28) (29).

Uno de los fármacos que actúa principalmente sobre los canales de cloro regulados por el glutamato es la ivermectina el cual se une a estos canales y los mantiene abiertos de manera prolongada lo que provoca un flujo masivo de iones cloruro hacia el interior de las células del parásito, ocasionando una hiperpolarización de la membrana celular, parálisis flácida del parásito y finalmente su muerte (28) (29).

Los parásitos pueden desarrollar resistencia a la ivermectina y compuestos similares a través de alteraciones estructurales o funcionales en estos canales iónicos, que impiden que el fármaco se una eficazmente debido a alteraciones en los canales de Glutamato o GABA ocasionados por cambios en la secuencia de aminoácidos y reducción en su expresión lo que reduce la cantidad de sitios disponibles para que el fármaco actúe (28).

*h. Alteraciones en el metabolismo del fármaco*

El metabolismo del fármaco dentro del parásito juega un papel crucial en su eficacia debido a que algunos helmintos pueden desarrollar mecanismos que modifican la absorción así como distribución y degradación del medicamento dentro de su organismo lo cual es perjudicial puesto que esto puede incluir la producción de enzimas que descomponen el fármaco antes de que actúe provocando así una absorción reducida o una transformación química del compuesto en una forma menos activa que impiden que el medicamento alcance concentraciones efectivas en el interior del parásito (23) (17) (30).

*i. Uso frecuente del mismo fármaco*

Cuando se administra el mismo antihelmíntico de forma continua los parásitos tienden a adaptarse debido a que constan con mutaciones genéticas que los hacen menos susceptibles al medicamento por lo tanto si el mismo fármaco se usa repetitivamente se logra eliminar los parásitos sensibles pero los resistentes sobreviven y se reproducen aumentando así la proporción de parásitos resistentes hasta que el medicamento deja de ser efectivo (18) (31).

#### 4. Conclusión

- Se logró identificar los principales mecanismos de resistencia de los parásitos antihelmínticos tales como, mutaciones en el gen Beta-Tubulina, la sobreexpresión de bombas de eflujo, alteraciones en los canales iónicos y en su metabolismo, así mismo como el uso frecuente de fármacos que juntamente con todos los demás factores contribuyen a disminuir la eficacia de los tratamientos convencionales; cumpliendo con los objetivos de analizar la influencia del uso indiscriminado de antihelmínticos.
- Esta investigación promueve el uso racional de los medicamentos evitando la automedicación y el abuso de antihelmínticos a través de la sensibilización a la población y a los profesionales de la salud sobre la importancia de un enfoque responsable en el tratamiento de las infecciones parasitarias
- La resistencia antihelmíntica se origina en mutaciones genéticas que alteran los sitios diana de los fármacos como el gen Beta-Tubulina en el caso de los benzimidazoles, en codones específicos F167Y, E198A y F200Y los cuales reducen la afinidad del fármaco por su sitio de acción e impidiendo su efecto letal y permitiendo la continuidad del ciclo vital del parásito.
- El impacto de esta problemática afecta a nivel mundial, por lo cual en esta investigación se consiguió detectar los diferentes mecanismos con la finalidad de señalar estrategias prometedoras para mitigar este fenómeno mediante técnicas como, la rotación periódica de medicamentos y el fortalecimiento de los sistemas de diagnóstico para asegurar tratamientos óptimos.

#### 5. Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflicto de intereses.

#### 6. Declaración de contribución de los autores

El autor contribuye con la búsqueda de información relevante para la revisión bibliográfica.

#### 7. Costos de financiamiento

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

#### 8. Referencias bibliográficas

1. Hodgkinson JE, Kaplan RM, Kenyon F, Morgan ER, Park AW, Paterson S, et al. Refugia and anthelmintic resistance: concepts and challenges. *International Journal for Parasitology. Drugs and Drug Resistance* [Internet]. 2019 [cited 2025 Feb 22]; 10:51–57. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31125837/>

2. Lara DM. Resistencia a los antihelmínticos: origen, desarrollo y control. Ciencia y Tecnología Agropecuaria [Internet]. 2003 [cited 2025 Feb 22];4(1):55–71. Available from: <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/14>
3. Fissiha W, Kinde MZ. Anthelmintic resistance and its mechanism: a review. Infection and Drug Resistance [Internet]. 2021 [cited 2025 Mar 6]; 14: 5403–5410. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34938088/>
4. Acosta Ulle LA. Factores asociados a la automedicación con antiparasitarios en la población infantil entre 0 y 10 años del área urbana y rural de Pelileo [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador]. 2014 [cited 2025 Feb 22]; Available from: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e74b6c41-f7ef-4b8a-abbc-f07f66dc6f23/content>
5. Podolak M, Holota S, Deyak Y, Dziruch K, Dudchak R, Wujec M, et al. Tubulin inhibitors. Selected scaffolds and main trends in the design of novel anticancer and antiparasitic agents. Bioorganic Chemistry [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 6]; 143:107076. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004520682300737X?via%3Dihub>
6. Satyavan Sharma, Nitya Anand. Chapter 8 - Benzimidazoles. Pharmacochimistry Library [Internet]. 1997 [cited 2025 Feb 27]; 25(C):195–238. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0165-7208\(97\)80030-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7208(97)80030-X)
7. Lacey E, Gill JH. Biochemistry of benzimidazole resistance. Acta Tropica [Internet]. 1994 [cited 2025 Mar 6];56(2–3):245–62. Available from: [https://doi.org/10.1016/0001-706X\(94\)90066-3](https://doi.org/10.1016/0001-706X(94)90066-3)
8. Rashwan N, Scott M, Prichard R. Rapid Genotyping of  $\beta$ -tubulin Polymorphisms in *Trichuris trichiura* and *Ascaris lumbricoides*. Plos Neglected Tropical Diseases [Internet]. 2017 [cited 2025 Apr 21];11(1): e0005205. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5230752/>
9. Hansen TV, Thamsborg SM, Olsen A, Prichard RK, Nejsun P. Genetic variations in the beta-tubulin gene and the internal transcribed spacer 2 region of *Trichuris* species from man and baboons. Parasites & Vectors [Internet]. 2013 [cited 2025 Apr 21];6(1):236. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3751491/>
10. Mina Ortiz JB, Choéz Del Valle JO, Ganchozo Zambrano JP, Acebo Gómez CA. Infección intestinal por helmintos en habitantes de Latinoamérica. Revista

- Investigación y Educación en Salud [Internet]. 2023 [cited 2025 Feb 23]; 2(2):37–50. Available from:  
<https://revistas.unesum.edu.ec/salud/index.php/revista/article/view/30/73>
11. Jeon HK, Eom KS. Cestodes and cestodiasis. Molecular Medical Microbiology, Third Edition [Internet]. 2024 [cited 2025 Feb 26];2941–63. Available from:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128186190000447>
  12. Antolová D, Jarošová J, Víchová B, Avdičová M, Rosoľanka R, Ondriska F, et al. Human Taeniasis in Slovakia (2010-2019): genetic analysis of Taenia saginata Isolates. Foodborne Pathogens and Disease [Internet]. 2020 [cited 2025 Feb 26];17(12):735–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32552077/>
  13. Alcoser Pulig RJ. Determinar la presencia de nematodos, cestodos y trematodos en cerdos mestizos de la comunidad Corazón de Jesús - San Luis [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador]. 2023 [cited 2025 Feb 27]. Disponible en:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/20892/1/17T01944.pdf>
  14. Villasante Ferrer A, Iranzo Tatay A, Aznar Oroval E, Mollar Maseres J. Estudio de la situación actual de la infección por Schistosoma haematobium en la Unión Europea. Una aproximación al posible riesgo en España. Revista Española de Salud Pública [Internet]. 2018 [cited 2025 Feb 26]; 92. Available from:  
[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272018000100136](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272018000100136)
  15. López-Rodríguez G, Zaragoza-Bastida A, Olmedo-Juárez A, Rosenfeld Miranda C, Rivero-Perez N. Nematodos gastrointestinales en ovinos y su resistencia antihelmíntica. Un tema en discusión de México. Journal of the Selva Andina Animal Science [Internet]. 2023 [cited 2025 Feb 27];10(2):116–29. Available from: <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100200116>
  16. Uribe Herrera AM, Rojas AP, Reyes Harker P, Rodríguez López ML, Desarrollo de fármacos antihelmínticos: actualización de candidatos a fármacos y dianas terapéuticas en el manejo de las geohelminthiasis. Revista Med [Internet]. 2022 [cited 2025 Feb 22]; 30(2):9–22. Available from:  
<https://doi.org/10.18359/rmed.6465>
  17. Rodríguez DJ, Arece J, Olivares JL, Alemán Y, Sánchez Castilleja Y. Antihelmínticos, resistencia y método FAMACHA: experiencia cubana en ovinos. Revista de Salud Animal [Internet]. 2015 [citado 2025 febrero 25]; 37( 1 ): 57-63. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-570X2015000100009&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2015000100009&lng=es).

18. Aveiga Hidalgo MV, Alonzo Pico OM, Villarreal Ger MC. Complicaciones asociadas a la automedicación y sus efectos adversos en los adultos jóvenes que acuden al centro de salud Huaca. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores [Internet]. 2021 [cited 2025 Feb 22]; 8(SPE4). Available from: <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2813>
19. Martínez Sánchez R, Domenech Cañete I, Millán Marcelo JC, Pino Santos A. Fascioliasis, revisión clínico-epidemiológica y diagnóstico. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología [Internet]. 2012 [cited 2025 Feb 26];50(1):88–96. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032012000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032012000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
20. Kiontke K, Fitch DH. Nematodes. Current Biology [Internet]. 2013 [cited 2025 Feb 22]; 23(19): R862–R864. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.08.009>
21. Nogueira RA, Lira MGS, Licá ICL, Frazão GCCG, Dos Santos VAF, Filho ACCM, et al. Praziquantel: an update on the mechanism of its action against schistosomiasis and new therapeutic perspectives. Molecular and Biochemical Parasitology [Internet]. 2022 [cited 2025 Jun 1];252. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2022.111531>
22. Chen W, Mook RA, Premont RT, Wang J. Niclosamide: beyond an antihelminthic drug. Cellular Signalling [Internet]. 2018 [cited 2025 Jun 1];41: 89-96. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2017.04.001>
23. Gebremedhn HG, Tsegay AK. Review on distribution of endo-parasites of fish in Ethiopia. Parasite Epidemiology and Control [Internet]. 2017 [cited 2025 Feb 26]; 2(4):42–7. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405673117300399>
24. Edar Onam PS. Identificación de proteínas asociadas a la biotransformación del Albendazol y su posible relación con la resistencia en Giardia duodenalis a este fármaco [Tesis de maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Acional, Ciudad de México, México]. 2018 [cited 2025 Apr 21]; Disponible en: <https://repositorio.cinvestav.mx/handle/cinvestav/2473>
25. Fan F, Li XB, Yang YY, Zhang JY, Zhu YX, Yin WX, et al. Benzimidazole-Resistant Isolates with E198A/V/K Mutations in the  $\beta$ -Tubulin gene possess different fitness and competitive ability in botrytis cinerea. Phytopathology [Internet]. 2022 [cited 2025 Apr 21];112(11):2321–2328. Available from: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-04-22-0120-R>

26. Pinto-Almeida A, Mendes T, Armada A, Belo S, Carrilho E, Viveiros M, et al. The role of efflux pumps in schistosoma mansoni praziquantel resistant phenotype. PLoS One [Internet]. 2015 [cited 2025 Apr 21];10(10): e0140147. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4596880/>
27. Sarai RS, Kopp SR, Coleman GT, Kotze AC. Drug-efflux and target-site gene expression patterns in Haemonchus contortus larvae able to survive increasing concentrations of levamisole in vitro. International Journal for Parasitology, Drugs and Drug Resistance [Internet]. 2014 [cited 2025 Apr 21]; 4(2):77-84. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4095050/>
28. Choudhary S, Kashyap SS, Martin RJ, Robertson AP. Advances in our understanding of nematode ion channels as potential anthelmintic targets. International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance [Internet]. 2022 [cited 2025 Apr 21]; 18:52–86. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211320721000543?via%3Dihub>
29. Wolstenholme AJ. Ion channels and receptor as targets for the control of parasitic nematodes. International Journal for Parasitology. Drugs and Drug Resistance [Internet]. 2011 Dec [cited 2025 Apr 21];1(1):2. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3898135/>
30. Rodríguez Palomares C, Obrador Vera GT. Capítulo 26: Antihelmínticos. En: Fichero Farmacológico. McGraw Hill [Internet]. 2013 [cited 2025 Feb 22]. Available from: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1510&sectionid=98010822>
31. García-Caicedo M, Torres Á, Ochoa Á. Evaluación de nematodos entomopatógenos para el control del picudo de la piña en el estado Táchira Venezuela. Agronomía Tropical [Internet]. 2013 [cited 2025 Feb 27];63(1–2):5–14. Available from: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2013000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2013000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

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**.



## Regeneración endodóntica con A-PRF e i-PRF en diente permanente con ápice inmaduro: reporte de caso clínico

*Endodontic regeneration with A-PRF and I-PRF in a permanent tooth with immature apex: a clinical case report*

- <sup>1</sup> Génesis Valeria González Guachizaca  <https://orcid.org/0009-0004-4501-039X>  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[genesis.gonzalez.98@est.ucacue.edu.ec](mailto:genesis.gonzalez.98@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Nancy Patricia Morocho Morocho  <https://orcid.org/0009-0009-0646-6235>  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[nancy.morocho.17@est.ucacue.edu.ec](mailto:nancy.morocho.17@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Miguel Alberto Lugo Pinto  <https://orcid.org/0000-0002-9433-1972>  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[miguel.lugo@ucacue.edu.ec](mailto:miguel.lugo@ucacue.edu.ec)
- <sup>4</sup> Felipe Guido Rodríguez Reyes  <https://orcid.org/0000-0001-7253-3162>  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[felipe.rodruiguez@ucacue.edu.ec](mailto:felipe.rodruiguez@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/08/2025

Revisado: 17/09/2025

Aceptado: 16/10/2025

Publicado: 13/11/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3558>

Cítese: González Guachizaca, G. V., Morocho Morocho, N. P., Lugo Pinto, M. A., & Rodríguez Reyes, F. G. (2025). Regeneración endodóntica con A-PRF e i-PRF en diente permanente con ápice inmaduro: reporte de caso clínico. *Anatomía Digital*, 8(4), 57-73. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3558>



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](http://www.celibro.org.ec)

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



**Palabras claves:**

Necrosis pulpar dental; Endodoncia; Fibrina rica en plaquetas; Regeneración; Ingeniería tisular; Cicatrización de heridas

**Keywords:**

Dental pulp necrosis; Endodontics; Platelet-rich fibrin; Regeneration; Tissue engineering; Wound healing

**Resumen**

**Introducción:** El trauma dentoalveolar (TDA) con cifras de incidencia que oscilan entre el 6% y el 59% (1), es uno de los motivos de consulta más frecuentes en la actualidad, y razón de múltiples lesiones que afectan a diferentes estructuras, se describen afectaciones a nivel dental y pulpar; una de ellas es el caso de ápice inmaduro, en donde, la porción radicular nunca logra su cierre dando lugar a patologías pulpares. **Objetivo:** Evaluar la efectividad del uso combinado de A-PRF e I-PRF en la regeneración de un diente permanente con ápice inmaduro como consecuencia de un traumatismo dentoalveolar. **Metodología:** se presenta un caso clínico con diagnóstico de necrosis pulpar acompañado de absceso apical crónico y presencia de ápice abierto, se realiza una terapia endodóntica regenerativa con el uso de concentrados plaquetarios; A-PRF e I-PRF. **Resultados:** el uso combinado de concentrados plaquetarios utilizados potencia en gran manera el proceso regenerativo de dientes con ápice inmaduro, los controles aplicados radiográfica y tomográficamente indican grandes avances en la formación de hueso y reparación de la lesión, además de obtener señales de revitalización pulpar. **Conclusiones:** La endodoncia regenerativa con el uso de concentrados plaquetarios como terapéutica representa una de las innovaciones más prometedoras en el tratamiento de dientes inmaduros con necrosis pulpar, ya que tiene como objetivo restablecer la vitalidad pulpar, promover el desarrollo continuo de la raíz y lograr el cierre apical, apreciando aspectos de andamiaje (2), los cuales ofrecen un microambiente óptimo para la regeneración del tejido pulpar. **Área de estudio general:** Odontología. **Área de estudio específica:** Endodoncia. **Tipo de estudio:** Caso clínico.

**Abstract**

**Introduction:** Dentoalveolar trauma (DAT), with reported incidence rates ranging from 6% to 59% (1), is one of the most frequent reasons for consultation today and is the cause of multiple injuries affecting different structures, including dental and pulpal involvement. One such case involves an immature apex, where the root portion never achieves closure, leading to pulpal pathologies. **Objective:** To evaluate the effectiveness of

the combined use of A-PRF and I-PRF in the regeneration of a permanent tooth with an immature apex resulting from dentoalveolar trauma. **Methodology:** A clinical case with a diagnosis of pulpal necrosis accompanied by a chronic apical abscess and the presence of an open apex is presented. Regenerative endodontic therapy is performed using platelet concentrates A-PRF and I-PRF. **Results:** The combined use of platelet concentrates enhances the regenerative process of teeth with an immature apex. Radiographic and tomographic follow-ups showed considerable progress in bone formation and lesion repair, in addition to obtaining signs of pulpal revitalization. **Conclusions:** Regenerative endodontics with the use of platelet concentrates as a therapy represents one of the most promising innovations in the treatment of immature teeth with pulpal necrosis, as it aims to restore pulpal vitality, promote continuous root development, and achieve apical closure, appreciating scaffolding aspects (2), which offer an optimal microenvironment for the regeneration of pulpal tissue. **General Area of Study:** Odontology. **Specific area of study:** Endodontic. **Type of study:** Clinical case.

## 1. Introducción

Los traumatismos dentoalveolares son frecuentes en la infancia y adolescencia, con una prevalencia reportada entre el 6% y el 59% a nivel mundial, y constituyen una de las principales causas de necrosis pulpar en dientes permanentes inmaduros (1) (2). Cuando la formación radicular se interrumpe, el ápice permanece abierto y las paredes radiculares son delgadas, lo que compromete la resistencia estructural del diente y dificulta el manejo endodóntico (3). Tradicionalmente estos casos se trataron mediante apexificación con hidróxido de calcio o Agregado Trióxido Mineral (MTA), que permite inducir una barrera apical calcificada pero no favorece el desarrollo radicular continuo ni la recuperación de la vitalidad pulpar (4) (5) (6).

En contraste el Procedimiento Endodóntico Regenerativo (REP) busca restablecer la vitalidad, estimular la cicatrización periapical y favorecer el cierre apical, apoyándose en los principios de la ingeniería de tejidos: células madre, andamios y factores de crecimiento (5) (7) (8). Entre los biomateriales utilizados como andamios biológicos destacan los concentrados plaquetarios. La Fibrina Rica en Plaquetas Avanzada (A-PRF)

y la Fibrina Rica en Plaquetas Inyectable (i-PRF), son productos autólogos que liberan de manera sostenida factores de crecimiento como PDGF, TGF- $\beta$ 1, VEGF e IGF, creando un microambiente favorable para la regeneración tisular (6) (9) (10). El A-PRF se obtiene como una membrana sólida con capacidad de liberación prolongada (11) (12), mientras que el i-PRF se presenta en forma líquida, con alta concentración de plaquetas y leucocitos, lo que permite su aplicación directa o en combinación con otros andamios (13). Adicionalmente, métodos no invasivos como la pulsioximetría se incorporó en la evaluación de la vitalidad pulpar, al medir la saturación de oxígeno de la microcirculación pulpar, ofreciendo una alternativa más confiable frente a las pruebas eléctricas y térmicas convencionales (14) (15).

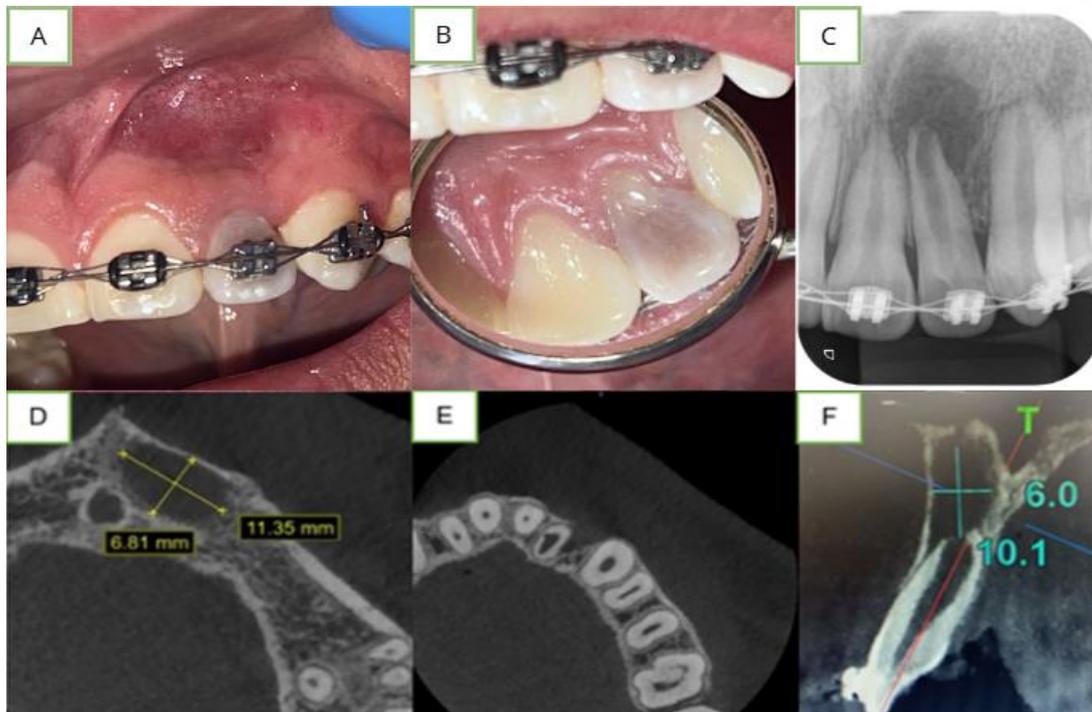
## 2. Metodología

Se presenta un caso clínico en el cual se documenta la regeneración endodóntica en un diente permanente inmaduro con necrosis pulpar secundaria a traumatismo, tratado con la combinación de A-PRF e i-PRF, destacando su potencial como estrategia de bioestimulación en endodoncia regenerativa. La información recolectada fue a partir de la historia clínica y pruebas clínicas e imagen (radiografías, tomografía computarizada de haz cónico, registro fotográfico), mismas que contribuyeron en gran manera para la descripción detallada del protocolo aplicado así como también se realizó un seguimiento clínico y controles periódicos a los 15 días, 1 mes, 3,6 y 7 meses respectivamente, obteniendo así una evaluación de la lesión, cierre apical, la cicatrización y comportamiento de la pieza dentaria. El presente trabajo se realizó conforme a los principios éticos de la Declaración de Helsinki, en donde se manejó el uso del consentimiento informado por escrito del paciente y de su representante legal para la realización del tratamiento, así como para la publicación de los datos clínicos e imágenes con fines académicos y científicos. Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de la información personal en todo momento. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación en seres Humanos de la Universidad Católica de Cuenca, cuyo código es **CEISH-UCACUE-2025-093**.

## 3. Resultados

Paciente masculino de 16 años acudió acompañado de su madre a la Clínica del Posgrado de Endodoncia de la Universidad Católica de Cuenca, presentando una alteración estética debido a una decoloración en el diente 22 (**Figura 1A**). No se reportaron antecedentes médicos significativos. Sin embargo, la madre mencionó un historial de traumatismo dentoalveolar en la infancia. Dado que el paciente estaba bajo tratamiento de ortodoncia fija al momento de la consulta, se recomendó la inactivación temporal de las fuerzas ortodóncicas durante el tratamiento endodóntico regenerativo para minimizar posibles interferencias en el proceso de cicatrización y cierre apical. El examen clínico mostró coloración anómala y tracto sinuoso en la pieza 22 (**Figura 1A - Figura 1B**), pruebas de

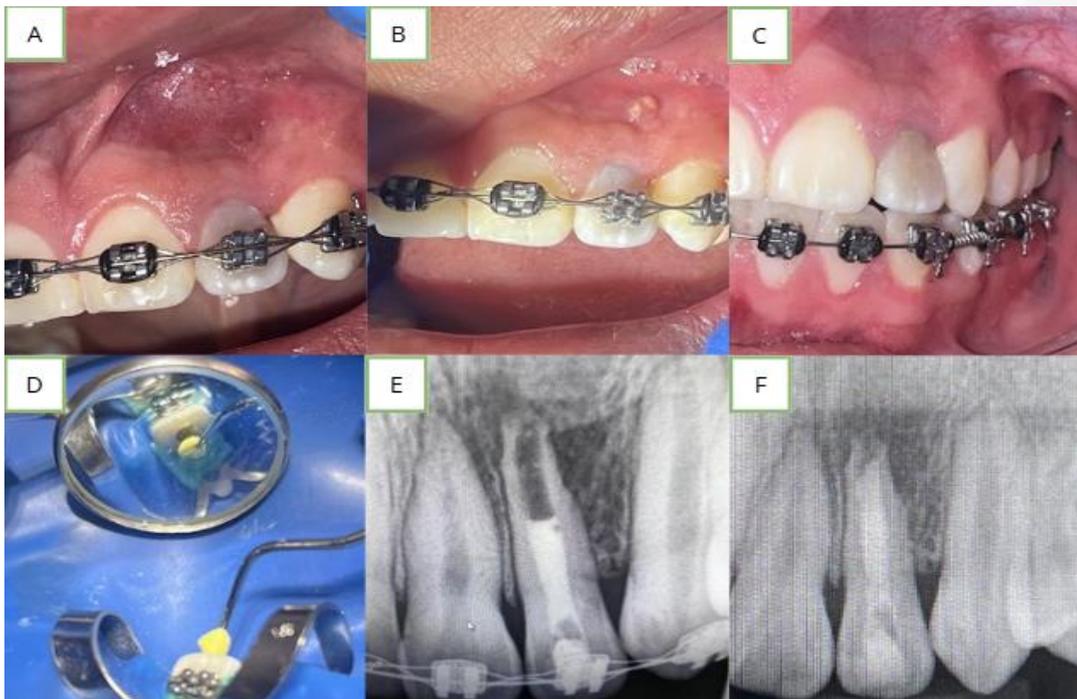
sensibilidad negativas al frío y a la percusión vertical. Radiográficamente se observó lesión radiolúcida periapical y ápice inmaduro (estadio de Nolla 9) (**Figura 1C**). La Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) reveló lesión de 11.35 mm (mesiodistal) × 6.81 mm (vestibulopalatino) y 10 mm de profundidad en el corte sagital (**Figura 1D - Figura 1F**). El diagnóstico fue necrosis pulpar con absceso apical crónico.



**Figura 1.-** (A) Tracto sinuoso inicial, pieza 22 con cambio de coloración. (B) Vista por palatino. (C) radiografía periapical, imagen radiolúcida compatible con AA Crónico y ápice abierto. (D) corte axial, imagen hipodensa compatible con lesión apical. (E) corte axial, se visualiza ausencia de la tabla ósea por vestibular. (F) corte sagital, imagen hipodensa compatible con lesión apical y ápice abierto.

### 3.1. Intervención terapéutica

En la primera sesión, se usó lidocaína al 2% con epinefrina (1:80,000) y bajo aislamiento absoluto, se realizó apertura cameral, limpieza y desinfección parcial del conducto (16 mm) con NaOCl al 5% (20ml por 5 minutos), colocación de pasta triantibiótica y sellado provisional por presencia de estoma a nivel de la mucosa alveolar (**Figura 2<sup>a</sup>**, **Figura 2D**). En la segunda cita (15 días después), se presentó reagudización del absceso con exudado purulento. Se realizó nueva conductometría (22 mm), irrigación activa, drenaje y cambio de medicación intracanal por hidróxido de calcio (**Figura 2B**, **Figura 2E**). En la tercera cita se repitió el protocolo anterior, confirmándose la ausencia de absceso y tracto sinuoso, lo que permitió estabilizar el caso y planificar la fase endodóntica regenerativa (**Figura 2C**, **Figura 2F**).

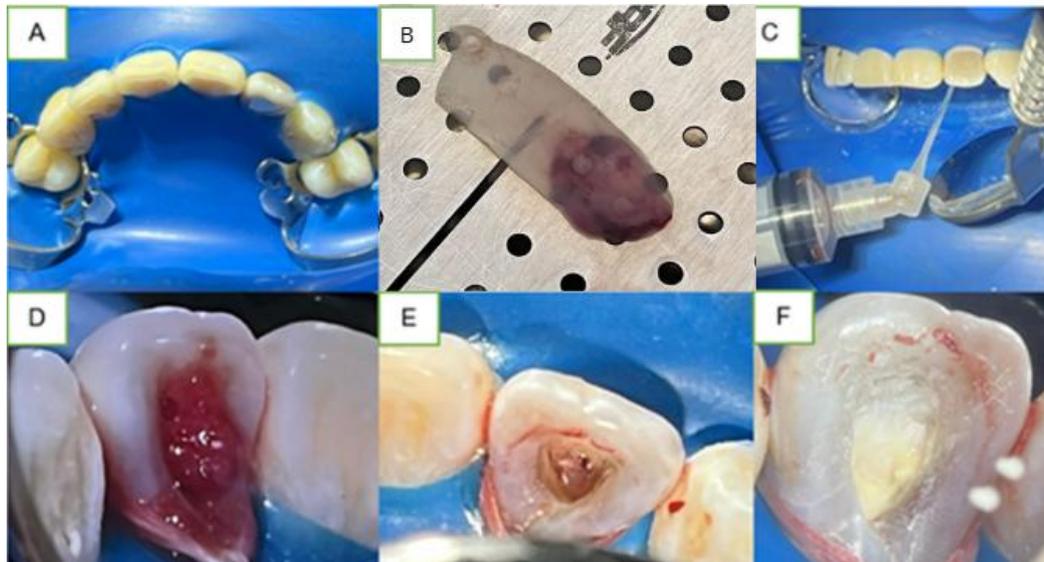


**Figura 2.-** (A) Presencia de tracto sinuoso en mucosa alveolar. (D) Pasta triantibiótica (Amoxicilina+Metronidazol+Minociclina). (B) Reagudización del absceso alveolar. (E) Medicación intraconducto 16mm (hidróxido de calcio) (C) Cicatrización completa del estoma. (F) Hidróxido de calcio a 22mm.

Tras verificar la ausencia de signos y síntomas clínicos de infección, en la cuarta cita se planificó y ejecutó la terapia endodóntica regenerativa. Se anestesió y se aisló en bloque (**Figura 3A**). Posterior a la irrigación final con NaOCl al 5%, secado con puntas de papel estériles, se utilizaron biomateriales autólogos, específicamente A-PRF e i-PRF, obtenidos a partir de 10ml de sangre venosa del paciente en tubos de vidrios sin anticoagulantes. Para la preparación de A-PRF, se centrifugó a 1300 rpm durante 8 minutos. La membrana resultante se prensó y adaptó en el conducto radicular utilizando condensadores manuales (**Figura 3B - Figura 3D**). Posteriormente, se preparó i-PRF mediante 10ml de sangre venosa del paciente en tubos de plásticos sin anticoagulante. Se centrifugó a 700 rpm durante 3 minutos, obteniendo 0,5 ml de concentrado líquido que se aplicó en el conducto mediante jeringa estéril (**Figura 3C**).

Al finalizar el procedimiento y antes de la restauración definitiva, se tomó una radiografía de control que evidenció la presencia de una zona radiopaca en el conducto radicular, compatible con restos de material intracanal (hidróxido de calcio) adherido a las paredes. Ante este hallazgo, se decidió repetir el protocolo clínico con énfasis en la desinfección y limpieza del conducto. Para ello se emplearon sistemas de activación sónica y ultrasónica, así como el sistema XP-Endo Finisher, con el objetivo de eliminar completamente los residuos del material. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, no fue posible retirar en su totalidad el hidróxido de calcio. Se continuó con la fase regenerativa

siguiendo los mismos pasos previamente descritos. Por último, previo a la colocación del biocerámico, se protegió la membrana de A-PRF con esponja de colágeno y se aplicó TheraCal PT como barrera de protección (**Figura 3E - Figura 3F**).



**Figura 3.** - (A) aislamiento absoluto en bloque de la pieza 14 a la 24. (B) A-PRF ya separada del coagulo sanguíneo. (C) colocación del concentrado i-PRF en el conducto. (D) colocación del A-PRF en el conducto. (E) concentrados plaquetarios ubicados debidamente en el conducto. (F) barrera de Theracal PT en la entrada del conducto.

En la fase rehabilitadora se realizó aclaramiento interno y restauración con resina compuesta en la cara palatina (**Figura 4**).

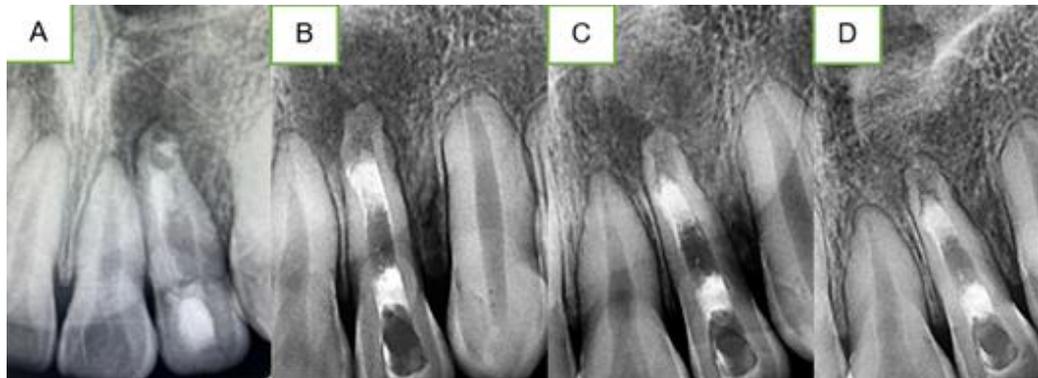


**Figura 4.** (A) aclaramiento interno de la pieza utilizando peróxido de hidrógeno al 35% más espesante Whiteness HP Maxx, en dos sesiones de 25 min c/u. (B) resultado de aclaramiento interno pieza 22 por vestibular. (C) restauración con resina por palatino.

### 3.2. Seguimiento y resultados

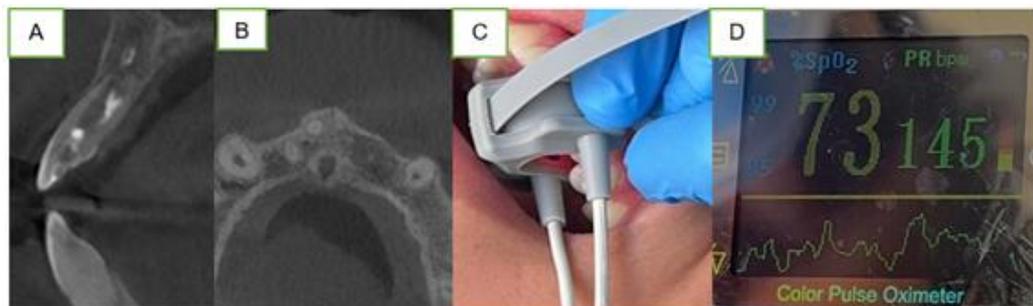
En el control a 2 semanas el paciente se presentó asintomático, sin signos de dolor e inflamación. Al control de las 6 semanas, la lesión radiográfica mostró una reducción significativa en tamaño; a las pruebas de sensibilidad seguían siendo negativas, indicando ausencia de respuesta pulpar. El control a los 3 meses se observaron respuestas leves

positivas al frío. Además, se evidenció formación radicular progresiva, indicando desarrollo continuo de la raíz. A los 6 meses se observó radiográficamente disminución de la lesión periapical con continuidad del ligamento periodontal y ausencia de patología periapical (**Figura 5**).



**Figura 5.** (A) Controles radiográficos periapicales 2 semanas, (B) 1 mes, (C) 3 meses, (D) 6 meses. Se evidencia imagen radiopaca a nivel del tercio cervical y apical desde el primer control compatible con restos de medicación intraconducto.

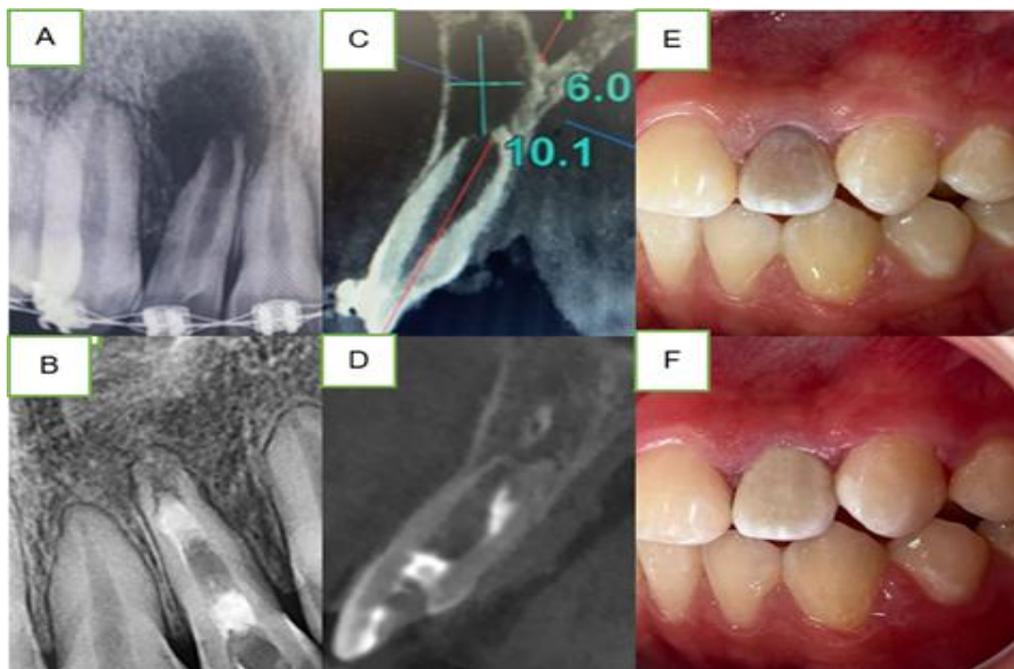
Al control de los 7 meses, la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) confirmó una reparación periapical significativa, con evidencia de neoformación ósea y reducción de la lesión; con el paso del tiempo el hidróxido de calcio no se llegó a reabsorber permaneciendo alojado en la irregularidad del conducto (**Figura 6A - Figura 6B**). La pulsioximetría indicó valores de saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) del 73% (**Figura 6C - Figura 6D**).



**Figura 6.-** (A) tomografía, corte sagital en donde se visualiza imagen hipodensa a nivel apical (aún no se completó el cierre apical). (B) corte axial, imagen hipodensa compatible con lesión. (C) oximetría realizada en la pieza 22. (D) resultado de la frecuencia de pulso de PR 145 y un SpO<sub>2</sub> (saturación de oxígeno por pulsioximetría) de 73.

Pese a la particularidad del hidróxido de calcio presente en el interior del conducto, el tratamiento regenerativo mostró evolución clínica y radiográfica favorable durante el seguimiento. A las 2 semanas, el paciente permaneció asintomático. Al mes, la lesión radiolúcida periapical evidenció una reducción progresiva. A los 3 meses, las pruebas de sensibilidad al frío mostraron respuestas leves positivas, sugiriendo inicio de

revascularización, acompañado de formación radicular en dirección apical. A los 6 meses, la radiografía reveló resolución casi completa de la lesión y restablecimiento del ligamento periodontal. Al séptimo mes la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) confirmó reparación ósea significativa, aunque sin cierre completo del ápice. La evaluación de vitalidad mediante pulsioximetría registró una saturación de oxígeno del 73% (SpO<sub>2</sub>), resultado que podría estar influenciado por la presencia de material en la cámara pulpar. Estéticamente, aunque no se observaron cambios con la terapéutica regenerativa en sí, el aclaramiento interno realizado aportó una mejora visible en la coloración de la pieza, lo que generó satisfacción en el paciente al tratarse de un diente anterior. El paciente continúa en control periódico para evaluar la evolución a largo plazo y confirmar el éxito del REP (**Figura 7**).



**Figura 7.-** Imagen comparativa de abordaje inicial y final (A) radiografía periapical inicial. (B) radiografía periapical final. (C) tomografía corte sagital, ápice abierto inicial. (D) tomografía, corte sagital, ápice abierto final. (E) fotografía intraoral pieza 22 coloración inicial. (F) fotografía intraoral pieza 22 coloración final.

El presente trabajo se realizó conforme a la guía CARE, además de contar con todos los permisos bioéticos, consentimiento informado firmado por el paciente y su representante legal, para posterior uso de datos con fin educativo y científico.

#### 4. Discusión

Existen ciertos factores determinantes como la edad que para Murray et al (8) es uno de los más cruciales al momento de realizar una REP ya que señala que el potencial regenerativo es muy limitado y su capacidad se ve disminuida en dientes maduros adultos,

siendo más favorable en un rango de 6 a 17 años, dato que comparte relación con lo que menciona Grabliauskienė et al. (16) en donde indica la necesidad de realizar pruebas in vivo para la evaluación del nivel de saturación de oxígeno de la pulpa dental ya que pudo haber cierta diferencia en el porcentaje de SpO<sub>2</sub> dependiendo del estadio pulpar en el que se encuentre la pieza dental teniendo en cuenta que los estadios pulpares avanzan acorde la edad del paciente, por lo que, en el caso presentado al ser un paciente dentro del rango de edad favorable existe mayor capacidad regenerativa de acuerdo al rango establecido por Murray et al (8). El éxito de la REP puede verse comprometido por múltiples factores ya mencionados, por lo que la necesidad de corroborar dicho éxito con los controles posteriores es de suma importancia para poder llegar a unos resultados concretos, además del uso y manejo de dispositivos para evaluar aspectos de sensibilidad y vitalidad pulpar; en este contexto la prueba de pulsioximetría puede verse influenciada por factores oportunos que afectan la confiabilidad de los resultados, como lo es la presencia de material de barrera utilizado en el conducto para evitar la proliferación bacteriana, generando mediciones imprecisas (17), en el presente caso se visualiza material residual en la porción coronal, concretamente hacia cervical, por lo tanto, es necesario ampliar estudios sobre la relación de la respuesta a pruebas de vitalidad en presencia de material. Para esta prueba Grabliauskienė et al. (16) en su metodología desarrollada clasifica el porcentaje de SpO<sub>2</sub> según el grupo dentario, aunque no se encontraron diferencias significativas, en tanto al reporte de caso realizado, la pulsioximetría dio como resultado un %SpO<sub>2</sub> del 73%, porcentaje que, en comparación a otros estudios determinan a la %SpO<sub>2</sub> del 75% como una isquemia arterial y congestión venosa, es decir, necrosis pulpar (18), si bien, el valor obtenido en comparación al valor propuesto no cuenta con diferencia significativa, cabe recalcar que puede tener relación significativa con la interferencia de material y también al tiempo en el que se realizó la prueba desde la intervención final, por lo que no podemos asegurar el fracaso en la REP. Además, diversos agentes desinfectantes fueron propuestos en el contexto de la terapia endodóntica regenerativa, entre ellos la Pasta Triple Antibiótica (TAP), la Pasta Doble Antibiótica (DAP) y el Hidróxido de Calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), debido a sus propiedades antimicrobianas y biológicas que permiten controlar la carga microbiana intraconducto (19). Sin embargo, a pesar de su eficacia antimicrobiana, se describieron efectos adversos como pigmentación dental, resistencia bacteriana, reducción de la adhesión de materiales de barrera dentinaria y citotoxicidad, lo que convierte su eliminación completa en un paso crítico para el éxito de las REPs (20), como se vio documentado en el caso clínico presentado. Aunque en particular el Ca(OH)<sub>2</sub> mostro limitaciones asociadas con su tiempo de permanencia en el conducto. Estudios clínicos retrospectivos reportaron una alta incidencia de fracturas radiculares cervicales en dientes inmaduros sometidos a apexificación con Ca(OH)<sub>2</sub>, cuando la medicación se mantuvo entre 3 y 54 meses. Estos hallazgos sugieren que la exposición prolongada podría debilitar la dentina radicular, hipótesis respaldada por estudios in vitro en dientes bovinos y humanos que demostraron

una reducción progresiva en la resistencia a la fractura, sobre todo después de exposiciones mayores a seis meses (21) (22). El mecanismo subyacente se atribuyó al pH altamente alcalino del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , que puede inducir la desnaturalización de proteínas ácidas, proteoglicanos y fibrillas de colágeno, componentes fundamentales de la matriz dentinaria. Andreassen et al. (23) señalaron que el uso prolongado de hidróxido de calcio puede comprometer la resistencia radicular al alterar la integridad del colágeno, mientras que White et al. (24) observaron una disminución en la dureza dentinaria y la interacción con los cristales de hidroxiapatita. De manera similar Kawamoto et al. (25) demostraron que la exposición prolongada a un medio alcalino reduce el módulo elástico de la dentina, favoreciendo su fragilidad. Estos hallazgos coinciden con lo descrito por Yassen & Platt (22), quienes concluyeron que el uso prolongado de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  puede facilitar la desnaturalización del colágeno, lo que explicaría la mayor susceptibilidad a fracturas catastróficas. Las directrices de la EAPD también advierten que la exposición prolongada al  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  conlleva un riesgo de fracturas radiculares transversales u oblicuas en dientes inmaduros, recomendando limitar su uso en el tiempo (26). En nuestro paciente a pesar de la persistencia de restos de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , los controles clínicos y radiográficos demostraron evolución favorable, con reparación ósea y respuesta positiva a pruebas de vitalidad. Esto sugiere que los posibles efectos protectores del material (antimicrobianos y bioactivos) pudieron contribuir a los resultados, mientras que las desventajas descritas (fragilidad dentinaria, interferencia en adhesión) no se manifestaron en el corto plazo. No obstante, se reconoce la necesidad de un seguimiento prolongado para evaluar la integridad estructural del diente y la estabilidad apical.

Por otro lado, en la fase ya regenerativa, se optó por utilizar A-PRF e i-PRF como andamiaje autólogo, sin inducir un sangrado apical. Esta decisión se fundamenta en varias consideraciones. En primer lugar las guías clínicas de la *American Association of Endodontists* (27) reconocen que cuando no es posible o predecible inducir sangrado, los concentrados plaquetarios constituyen una alternativa válida dentro de los protocolos de REP. En segundo lugar la evidencia actual respalda que los concentrados plaquetarios no son inferiores al coágulo sanguíneo. Una revisión sistemática con metaanálisis en red mostró que PRF/PRP se encuentran entre las intervenciones con mayor tasa de éxito clínico y radiográfico en los primeros 12 meses, incluyendo resolución sintomática, cicatrización periapical y cambios radiculares (28).

Asimismo, estudios in vitro demostraron que i-PRF presenta liberación sostenida de factores de crecimiento que favorecen la migración y proliferación de células madre de la papila apical, angiogénesis y mineralización, con efectos superiores a PRF convencional (29). Finalmente, en el presente caso la presencia de restos persistentes de hidróxido de calcio desaconsejaba sobre instrumentar el ápice para inducir sangrado, debido al riesgo de trauma adicional y a la imprevisibilidad de un coágulo estable. La aplicación de A-PRF+i-PRF permitió insertar un andamiaje bioactivo controlado,

biocompatible y acorde con la evidencia disponible, logrando resultados clínicos y radiográficos favorables a corto plazo.

## 5. Conclusión

- La endodoncia regenerativa con la implementación de concentrados plaquetarios como el A-PRF y el i-PRF significan un gran avance en la terapéutica por lo que se debe de incluir dentro de los planes convencionales que ofrece el campo odontológico. La terminología diagnóstica para esta opción regenerativa requiere una reevaluación crítica y se sugiere realizar estudios en dientes sometidos a este procedimiento con un enfoque analítico de tipo histológico, para tener una idea más exacta de lo que experimenta el diente durante todo este proceso regenerativo y aunque la evidencia científica en este campo es limitada, casos como el presentado en este reporte sugieren que la capacidad regenerativa de los concentrados plaquetarios no deben ser descartada. Además del uso combinado de los mismos potencia la capacidad regenerativa dando resultados alentadores para la comunidad científica en el manejo de piezas dentales con características similares. En el presente caso se observó cambios clínicos, radiográficos y tomográficos. Si bien los resultados finales aún son inciertos, el seguimiento continuo del paciente revela mejoras adicionales y permite una mejor comprensión del comportamiento de la pieza dentaria y de los tejidos adyacentes. Asimismo, es importante mencionar que el REP requiere un tiempo prolongado considerable para poder expresar resultados definitivos sobre el éxito de la terapéutica aplicada, además de que la prueba de pulsioximetría en cuanto al porcentaje obtenido debe de interpretarse con cautela ya que la técnica mencionada no se encuentra estandarizada en el campo de la odontología. A pesar de todas las limitaciones presentes en este caso, la resolución radiográfica evidente de la lesión, la disminución de la sintomatología y las respuestas iniciales de sensibilidad sugieren que la terapéutica aplicada resultó efectiva.

## 6. Conflicto de interés

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. Bibliografía

1. Villa-Gualpa ME, Jiménez-Romero MN. Prevalence of dentoalveolar trauma in the people of the urban parish San Sebastián, Cuenca (Ecuador), 2019. *Revista Facultad Odontología* [Internet]. 2021 [cited 20 mayo 2025]; 31(1):19–25. Available from: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/RevFacOdonto/article/view/32438/33218>
2. Gupta S, Sodhi SP, Brar G, Bansal R. Endodontic treatment of immature tooth – a challenge. *Journal of Pre-Clinical and Clinical Research* [Internet]. 2020 [cited 20 mayo 2025]; 14(3):73-79. Available from: <https://doi.org/10.26444/jpccr/126280>
3. Flanagan TA. What can cause the pulps of immature, permanent teeth with open apices to become necrotic and what treatment options are available for these teeth? *Australian Endodontic Journal* [Internet]. 2014 [cited 20 mayo 2025]; 40(3): 95–100. Available from: <https://doi.org/10.1111/aej.12087>
4. Luzón Caigua KL, Sánchez Robles BA, González Eras SP, Gahona Carrión DI. Apicoformación en dientes necróticos. *RECIMUNDO* [Internet]. 2020 [cited 20 mayo 2025]; 4(4):134–43. Available from: [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.134-143](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.134-143)
5. Chang MC, Chao YC, Chen YC, Chang HW, Zhong BH, Pan YH, et al. Bone morphogenetic protein-4 induced matrix turnover and osteogenic differentiation-related molecules of stem cells from apical papilla and its associated ALK/Smad signaling. *Journal of Dental Sciences* [Internet]. 2024 [cited 20 mayo 2025]. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jds.2024.11.002>
6. Singh G, Kumari B, Grover HS, Mahajan A, Jabeen F, Kumar A. Application of platelet rich fibrin, platelet rich plasma, plasma rich growth factors in different fields of dentistry: an overview. *Journal of Complementary and Alternative Medical Research* [Internet]. 2020 [cited 20 mayo 2025]; 11(3):12–23. Available from: <https://doi.org/10.9734/jocamr/2020/v11i330186>
7. Bucchi C. Tratamiento del diente permanente necrótico. un cambio de paradigma en el campo de la endodoncia. *International Journal of Odontostomatology* [Internet]. 2020 [citado 2025 mayo 20]; 14(4): 670-677. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-381X2020000400670&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2020000400670&lng=es). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2020000400670>

8. Murray PE. Review of guidance for the selection of regenerative endodontics, apexogenesis, apexification, pulpotomy, and other endodontic treatments for immature permanent teeth. *International Endodontic Journal* [Internet]. 2023 [cited 20 mayo 2025]; 56(2): 188–199. Available from: <https://doi.org/10.1111/iej.13809>
9. Das S, Srivastava R, Thosar NR, Khubchandani M, Ragit R, Malviya N. Regenerative endodontics-reviving the pulp the natural way: a case report. *Cureus* [Internet]. 2023 [cited 20 mayo 2025]; 15(3). Available from: <https://doi.org/10.7759/cureus.36587>.
10. Prado Camargo K, Quispe Águila I. Endodoncia quirúrgica con aplicación de fibrina rica en plaquetas por fracaso de cirugía endodóntica previa. *Revista Científica de Odontología UNITEPC* [Internet]. 2022 [citado 15 mayo 2025];1(1):16-23. Disponible en: <https://investigacion.unitepc.edu.bo/revista/index.php/revista-odontologia/article/view/38>
11. Caruana A, Savina D, Macedo JP, Soares SC. From platelet-rich plasma to advanced platelet-rich fibrin: biological achievements and clinical advances in modern surgery. *European Journal of Dentistry* [Internet]. 2019 [cited 20 mayo 2025]; 13: 280–286. Available from: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1696585>
12. Pereira VBS, Lago CAP, Almeida R de AC, Barbirato D da S, Vasconcelos BC do E. Biological and cellular properties of advanced platelet-rich fibrin (A-PRF) compared to other platelet concentrates: systematic review and meta-analysis. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2024 [cited 20 mayo 2025]; 25. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms25010482>
13. Farshidfar N, Amin Amiri M, Jafarpour D, Hamedani S, Niknezhad SV, Tayebi L. The feasibility of injectable PRF (I-PRF) for bone tissue engineering and its application in oral and maxillofacial reconstruction: from bench to chairside. *Biomaterials Advances* [Internet]. 2021 [cited 20 mayo 2025]; 134. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2021.112557>
14. Duncan HF, El-Karim IA, editors. *Vital Pulp Treatment* (first publication). John Wiley & Sons Ltd. [Internet]. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119930419>
15. Caldeira CL, Barletta FB, Ilha MC, Abrão CV, Gavini G. Pulse oximetry: a useful test for evaluating pulp vitality in traumatized teeth. *Dental Traumatology* [Internet]. 2016 [cited 20 mayo 2025]; 32(5):385–9. Available from: <https://doi.org/10.1111/edt.12279>

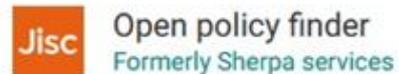
16. Grabliauskienė Ž, Zamaliauskienė R, Lodienė G. Pulp vitality testing with a developed universal pulse oximeter probe holder. *Medicina* [Internet]. 2021 [cited 20 mayo 2025]; 57(2): 101. Available from: <https://doi.org/10.3390/medicina57020101>
17. El-Kateb NM, Abdallah AM, ElBackly RN. Correlation between pulp sensibility and magnetic resonance signal intensity following regenerative endodontic procedures in mature necrotic teeth- a retrospective cohort study. *BMC Oral Health* [Internet]. 2024 [cited 20 mayo 2025]; 24(1):330. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04095-y>
18. Sharma DS, Mishra S, Banda NR, Vaswani S. In vivo evaluation of customized pulse oximeter and sensitivity pulp tests for assessment of pulp vitality. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* [Internet]. 2019 [cited 20 mayo 2025]; 43(1):11–5. Available from: <https://doi.org/10.17796/1053-4625-43.1.3>
19. Zou X, Zheng X, Liang Y, Zhang C, Fan B, Liang J, et al. Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy. *International Journal of Oral Science* [Internet]. 2024 [cited 20 mayo 2025]; 16:23. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41368-024-00280-5>
20. Usta SN, Erdem BA, Gündoğar M. Comparison of the removal of intracanal medicaments used in regenerative endodontics from root canal system using needle, ultrasonic, sonic, and laser-activated irrigation systems. *Lasers in Medical Science* [Internet]. 2024 [cited 20 mayo 2025]; 39(1):27. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10103-024-03980-w>
21. Sunlakawit C, Chaimanakarn C, Srimaneekarn N, Osiri S. Effect of Calcium Hydroxide as an Intracanal Medication on Dentine Fracture Resistance: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Journal of Endodontics* [Internet]. 2024 [cited 20 mayo 2025]; 50(12):1714-1724.e6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.08.005>
22. Yassen GH, Platt JA. The effect of nonsetting calcium hydroxide on root fracture and mechanical properties of radicular dentine: a systematic review. *International Endodontic Journal* [Internet]. 2013 [cited 20 mayo 2025]; 46(2):112–8. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02121.x>
23. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dental Traumatology* [Internet]. 2002 [cited 20 mayo 2025]; 18(3):134–137. Available from: <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2002.00097.x>

24. White JD, Lacefield WR, Chavers LS, Eleazer PD. The effect of three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. *Journal of Endodontics* [Internet]. 2002 [cited 20 mayo 2025]; 28(12):828–830. Available from: <https://doi.org/10.1097/00004770-200212000-00008>
25. Kawamoto R, Kurokawa H, Takubo C, Shimamura Y, Yoshida T, Miyazaki M. Change in elastic modulus of bovine dentine with exposure to a calcium hydroxide paste. *Journal of Dentistry* [Internet]. 2008 [cited 20 mayo 2025]; 36(11): 959-964. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.08.003>
26. Kahler B, Swain M V. The calcium hydroxide controversy: does calcium hydroxide weaken teeth? *Dental Traumatology* [Internet]. 2025 [cited 20 mayo 2025]; 41(S1):53–63. Available from: <https://doi.org/10.1111/edt.13015>
27. American Association of Endodontists [Internet]. AAE clinical considerations for a regenerative procedure. 2021 [cited 20 mayo 2025]; 1–8. Available from: [https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2018/06/ConsiderationsForRegEndo\\_AsOfApril2018.pdf](https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2018/06/ConsiderationsForRegEndo_AsOfApril2018.pdf)
28. Venkatakrisnan HK, Kothari NR, Krishnappa S. Effectiveness of using platelet concentrate and blood clot in regenerative endodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Contemporary Pediatric Dentistry* [Internet]. 2024 [cited 20 mayo 2025]; 5(1):1–14. Available from: <http://doi.org/10.51463/cpd.2023.186>
29. Fujioka-Kobayashi M, Schaller B, Mourão CFDAB, Zhang Y, Sculean A, Miron RJ. Biological characterization of an injectable platelet-rich fibrin mixture consisting of autologous albumin gel and liquid platelet-rich fibrin (Alb-PRF). *Platelets* [Internet]. 2021 [cited 20 mayo 2025]; 32(1): 74–81. Available from: <https://doi.org/10.1080/09537104.2020.1717455>

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**.



# Comparación de la capacidad de sellado apical entre selladores biocerámicos y AH Plus con y sin gutapercha en tratamientos endodónticos: estudio in vitro

*Comparison of apical sealing capacity between bioceramic sealants and AH Plus with and without gutta-percha in endodontic treatments: an in vitro study*

- <sup>1</sup> Sebastián Patricio Calle Coronel  <https://orcid.org/0009-0008-9654-4200>  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[sebastian.calle@est.ucacue.edu.ec](mailto:sebastian.calle@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Felipe Guido Rodríguez Reyes  <https://orcid.org/0000-0001-7253-3162>  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[felipe.rodriguez@ucacue.edu.ec](mailto:felipe.rodriguez@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Bernardo Rafael Piedra Andrade  <https://orcid.org/0000-0002-0247-4950>  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[rpiedraa@ucacue.edu.ec](mailto:rpiedraa@ucacue.edu.ec)
- <sup>4</sup> Angie Nathalia Oviedo Delgado  <https://orcid.org/0000-0002-7533-5994>  
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.  
[Nathaliao.0305@gmail.com](mailto:Nathaliao.0305@gmail.com)



## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/08/2025

Revisado: 18/09/2025

Aceptado: 20/10/2025

Publicado: 13/11/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3559>

Cítese: Calle Coronel, S. P., Rodríguez Reyes, F. G., Piedra Andrade, B. R., & Oviedo Delgado, A. N. (2025). Comparación de la capacidad de sellado apical entre selladores biocerámicos y AH Plus con y sin gutapercha en tratamientos endodónticos: estudio in vitro. *Anatomía Digital*, 8(4), 74-94. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3559>



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](http://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:**

gutapercha,  
tratamiento del  
conducto radicular,  
sellantes del  
conducto radicular,  
resinas epoxi.

**Resumen**

**Introducción:** El sellado apical es la clave para el éxito en un tratamiento endodóntico, este estudio lo que busca es comparar la capacidad de sellado apical entre el sellador AH Plus y el sellador BioRoot con y sin el uso de gutapercha, Se usaron 20 dientes de acrílico que pasaron por un tratamiento completo de endodoncia, siguiendo los lineamientos y procedimientos adecuados, se dividieron en 4 grupos AH plus con gutapercha, AH plus sin gutapercha, BioRoot con gutapercha y BioRoot sin gutapercha, tras completar la obturación se evaluó la filtración apical mediante una inmersión de los dientes en azul de metileno y la toma de datos de la penetración del mismo.

**Objetivos:** comparar la capacidad de sellado apical entre selladores biocerámicos y AH plus con y sin gutapercha en tratamientos endodónticos mediante un estudio in vitro.

**Metodología:** el estudio es de tipo in vitro y busca comparar la capacidad de sellado apical entre el sellador AH Plus (basado en resina epoxi) y el sellador BioRoot RCS (biocerámico), con y sin el uso de gutapercha. Se utilizaron 20 dientes de acrílico que recibieron un tratamiento completo de endodoncia. Estos se dividieron en cuatro grupos experimentales: AH Plus con gutapercha, AH Plus sin gutapercha, BioRoot con gutapercha y BioRoot sin gutapercha. La evaluación de la filtración apical se realizó sumergiendo los dientes en azul de metileno y midiendo la penetración de este.

**Resultados:** el texto no presenta los datos numéricos o descriptivos de los resultados. Se espera que los resultados comparen la microfiltración entre los cuatro grupos para determinar la combinación más efectiva para un sellado apical óptimo y analizar la influencia de la gutapercha en la eficacia de ambos selladores. Se busca determinar si la simplificación de la técnica sin gutapercha, especialmente con selladores biocerámicos, ofrece un sellado comparable o superior.

**Conclusiones:** las conclusiones del estudio, una vez realizado, se centrarán en identificar la combinación (sellador y uso/ausencia de gutapercha) que ofrece el mejor desempeño en la prevención de filtraciones apicales. Se concluirá sobre la necesidad real de la gutapercha en la obturación de conductos radiculares al usar selladores modernos como los biocerámicos (BioRoot RCS) en comparación con un sellador tradicional

como el AH Plus. **Área de estudio general:** Odontología. **Área de estudio específica:** Endodoncia. **Tipo de artículo:** original.

**Keywords:**

gutta-percha, root canal treatment, root canal sealants, epoxy resins.

**Abstract**

**Introduction:** Apical sealing is the key to success in an endodontic treatment, this study seeks to compare the apical sealing capacity between the AH Plus sealant and the BioRoot sealant with and without the use of gutta-percha, 20 acrylic teeth were used that went through a complete endodontic treatment, following the appropriate guidelines and procedures, AH plus with gutta-percha, HA plus without gutta-percha, BioRoot with gutta-percha and BioRoot without gutta-percha were divided into 4 groups, after completing the filling, apical filtration was evaluated by immersing the teeth in methylene blue and taking data on its penetration. **Objectives:** To compare the apical sealing capacity between bioceramic sealants and HA plus with and without gutta-percha in endodontic treatments by means of an in vitro study. **Methodology:** The study is in vitro and seeks to compare the apical sealing capacity between the AH Plus sealant (based on epoxy resin) and the BioRoot RCS sealant (bioceramic), with and without the use of gutta-percha. 20 acrylic teeth were used and received complete endodontic treatment. These were divided into four experimental groups: AH Plus with gutta-percha, AH Plus without gutta-percha, BioRoot with gutta-percha, and BioRoot without gutta-percha. The evaluation of apical filtration was performed by immersing the teeth in methylene blue and measuring its penetration. **Results:** the text does not present the numerical or descriptive data of the results. The results are expected to compare microfiltration between the four groups to determine the most effective combination for optimal apical sealing and to analyze the influence of gutta-percha on the efficacy of both sealants. The aim is to determine whether the simplification of the gutta-percha technique, especially with bioceramic sealants, offers a comparable or superior seal. **Conclusions:** The conclusions of the study, once conducted, will focus on identifying the combination (sealant and use/absence of gutta-percha) that offers the best performance in the prevention of apical leaks. It will be

---

concluded about the real need for gutta-percha in root canal filling when using modern sealants such as bioceramics (BioRoot RCS) compared to a traditional sealant such as AH Plus. **General area of study:** Dentistry. **Specific area of study:** Endodontics. **Type of item:** original.

---

## 1. Introducción

El éxito del tratamiento endodóntico es lograr un sellado apical efectivo que impida la filtración de microorganismos y fluidos al sistema de conductos radiculares, por lo que se usan materiales como la gutapercha y diversos selladores, esta investigación busca dar una respuesta a la eficacia del uso de la gutapercha en los tratamientos endodónticos, ya que es el material más usado para la obturación de los conductos radiculares, se la coloca con selladores endodónticos ya que por sí misma no se adhiere de manera correcta a las paredes del conducto dejando espacios por los que pueden existir filtraciones (1) (2). La combinación de la gutapercha y el sellador durante años se asume que proporciona el mejor sellado en la obturación, con el avance de la tecnología y la creación de nuevos selladores que poseen propiedades bioactivas y que tiene una mejor relación química con la dentina y son capaces de crear una mejor unión con el tejido dental surge el interés de evaluar si el uso de la gutapercha es realmente indispensable en la obturación o si los selladores por sí solos pueden generar un sellado apical equiparable o que incluso sea superior, buscando una simplificación en la técnica de obturación y reduciendo los materiales usados sin comprometer el resultado clínico.

Selladores como el AH plus, basado en resina epóxica es usado ampliamente por su buena adhesión y estabilidad dimensional por lo que es una buena opción, además se usaron nuevos materiales como los selladores biocerámicos (BioRoot RCS), que de igual forma tiene propiedades bioactivas y biocompatibilidad lo que podría mejorar el sellado hermético del sistema de conductos (3).

Existen comparaciones entre la eficacia de los selladores, pero buscamos comparar la filtración que se produce al obturar conductos con el uso o sin el uso de la gutapercha usando diferentes selladores mediante diferentes métodos, en dientes deacrílico, comparando si existe o no filtración al incluir o no gutapercha (4) (5).

### 1.1. Planteamiento del problema

Un tratamiento endodóntico exitoso depende principalmente de un sellado hermético, tradicionalmente la gutapercha es el material de elección para la obturación, acompañada de un sellador, con el desarrollo de nuevos selladores y de nuevas investigaciones la

incertidumbre de si los selladores pueden ofrecer un mejor sellado sin el uso de la gutapercha se busca comparar la eficacia del sellado apical entre diferentes combinaciones de selladores y el uso o ausencia de gutapercha, dándonos la siguiente incógnita, ¿Cuál es la combinación más efectiva para lograr un sellado apical óptimo en tratamientos endodónticos con el uso de Ah plus y selladores biocerámicos con y sin el uso de gutapercha?

### 1.2. Justificación

Tradicionalmente el sellado post endodoncia se logra con la combinación de la gutapercha y un sellador, lo que influye en el resultado y el futuro del tratamiento endodóntico, con los avances en cuanto a selladores se plantea la posibilidad de reducir o eliminar el uso de la gutapercha.

Esta investigación busca evaluar por un estudio in vitro si existe una diferencia en la capacidad de sellado apical entre el sellador AH plus y selladores biocerámicos (Bioroot RCS) tanto con cómo sin gutapercha, permitiendo aportar evidencia sobre el papel de la gutapercha en la eficacia del sellado.

### 1.3. Objetivos

- *Objetivo general:* comparar la capacidad de sellado apical entre selladores biocerámicos y AH plus con y sin gutapercha en tratamientos endodónticos mediante un estudio in vitro.
- *Objetivos específicos:*
  1. Evaluar la capacidad de sellado apical de los selladores biocerámicos en presencia de gutapercha.
  2. Analizar la capacidad de sellado apical de los selladores biocerámicos sin gutapercha.
  3. Determinar la capacidad de sellado apical del sellador AH plus con gutapercha.
  4. Evaluar la capacidad de sellado apical del sellador AH plus sin gutapercha.
  5. Comparar los resultados obtenidos entre los diferentes grupos experimentales, identificando el sellador con mejor desempeño en términos de adaptación y prevención de filtraciones apicales con y sin gutapercha.
  6. Analizar la influencia del uso o no de gutapercha en la eficacia de ambos selladores.

### 1.4. Marco teórico

El tratamiento endodóntico consta de diferentes pasos que buscan eliminar las bacterias del conducto dental y sellarlo de manera correcta evitando una reinfección, un buen

sellado apical cierra completamente el foramen apical que está en contacto con el hueso, si no está bien sellado se puede filtrar bacterias, líquidos provocando que se produzcan nuevas infecciones y el tratamiento previo haya fallado (6).

El material preferido y más usado para sellar el conducto es la gutapercha, esta es un polímero natural derivado del látex del árbol *palauquium*, su composición incluye transpolicisopreno que lo dota de propiedades termoplásticas, se hace blando con el calor lo que le permite tomar de manera más fácil la forma de la pared del conducto, viene en conos con un diámetro estandarizado y no posee capacidad de adhesión sola, esta se coloca dentro del canal una vez que se eliminaron los microorganismos por lo general con un sellador (7).

La adherencia de la gutapercha al conducto es muy baja, requiere de un sellador de endodoncia, busca un sellado tridimensional hermético, este va entre las paredes de dentina del conducto y junto con la gutapercha, rellena de manera uniforme los espacios irregulares del conducto aumentando el nivel de sellado y reduciendo el paso de agentes externos (8).

Existen varias técnicas de obturación como condensación lateral o vertical en donde la gutapercha será el andamio principal de la obturación, al igual que en otras técnicas como el uso del cono único en donde su trabajo es más reducido pero sigue siendo una estructura de soporte para el sellador endodóntico (9).

La creación de nuevos selladores, con nuevas propiedades como la expansión al fraguado, bioactividad y la capacidad de adhesión a la dentina puso en duda si el uso de la gutapercha en una obturación es completamente necesario o si su uso puede reducirse, estudios han demostrado que una obturación con el uso de biocerámicos sin el uso de gutapercha pueden lograr un sellado adecuado (10).

No usar gutapercha puede traer inconvenientes al tratamiento endodóntico, se puede dificultar su remoción si se debe hacer un retratamiento o en caso de que exista una fractura del sellado sin un núcleo sólido, mientras que al usar gutapercha se demostró que permite conservar la forma del conducto, facilita la compactación junto con el sellador y en caso de requerir retratamiento facilitara el acceso y remoción (11).

El sellador AH plus es a base de resina epóxica, que tiene buena adhesión a la dentina de las paredes del conducto, posee baja solubilidad (no se disuelve fácil), tiene buena estabilidad dimensional (no cambia de dimensiones al endurecerse), lo que ayuda a mantener un adecuado sellado a lo largo del tiempo (12). Pese a no ser un material bioactivo posee un adecuado desempeño a nivel clínico, por lo que se usa como punto de partida para ser comparado con nuevos selladores producidos (13).

En la actualidad el uso y desarrollo de los selladores biocerámicos aumentaron, están hechos por lo general de silicatos de calcio, similar a los usados en el MTA, los selladores biocerámicos poseen propiedades bioactivas, interactuando con tejidos dentales lo que fomenta su reparación y la recuperación del tejido mineral nuevo como la hidroxiapatita, puede liberar iones de calcio elevando el pH, eliminando bacterias durante sus primeras horas luego de su aplicación (14).

El BioRoot RCS es un sellador biocerámico que no contiene resinas y es biocompatible, al momento de endurecerse se expande de manera leve, mejorando el sellado apical, mucho mejor si es con la técnica de cono único (15). Otros biocerámicos demostraron buenos resultados en el sellado y en la biocompatibilidad (16).

Una diferencia clave entre el Ah plus y un biocerámico es que el primero no tiene interacción con el tejido, mientras que el segundo se adhiere mejor a la dentina por la formación de cristales de hidroxiapatita, adaptándose mejor al conducto y dando mayor duración al sellado (17). Los selladores biocerámicos pueden presentar mayor solubilidad al momento de ser aplicado y tener contacto con un líquido, posteriormente suelen estabilizarse (18).

La gutapercha es importante ya que da estabilidad física al sellador y permite llenar el conducto, pero en estudios se busco la efectividad de los selladores de sellar por ellos mismo, sin incluir gutapercha en la obturación, por lo general los biocerámicos demostraron ser efectivos al momento de sellar un conducto sin gutapercha (19). Sin embargo, lo recomendado en las investigaciones es el uso de un sellador y de la gutapercha, que es lo más común en lo clínico (20).

La técnica de obturación ha variado con la producción de nuevos selladores, por lo general se usaba la técnica de condensación lateral o vertical de la gutapercha, ahora se está empleando la técnica de cono único, en donde se introduce un cono de gutapercha junto con el sellador, es rápida y sencilla de realizar, no se requiere de presión mecánica si el sellador se acopla a las paredes del canal y no se encoge (21).

Tanto el AH Plus y los selladores biocerámicos dan buenos resultados en el sellado apical cuando se usan de manera adecuada, por lo general los biocerámicos presentan menor microfiltración apical, pero no se presentan diferencias significativas (22) (23), los resultados satisfactorios de una obturación no dependen netamente de la composición o del sellador, también de la forma en la que se usa y la técnica aplicada (24) (25).

## 2. Metodología

El estudio se enmarca en un diseño de investigación experimental in vitro, la investigación es comparativa y cuantitativa, ya que busca establecer diferencias en una variable medible entre la filtración apical, cuantificada por la penetración del tinte, entre

distintos grupos de tratamiento. La naturaleza in vitro es crucial porque permite un control estricto y replicable de las variables como la preparación de los conductos y la técnica de obturación, que sería imposible de lograr en un entorno clínico. Este diseño asegura que cualquier diferencia observada en la filtración sea atribuible a la variable experimental: la combinación de sellador y la presencia/ausencia de gutapercha.

La metodología se basa en un diseño de grupos paralelos con un enfoque de evaluación de microfiltración. La población y la muestra consistieron en 20 dientes de acrílico, los cuales son modelos estandarizados que replican la anatomía del conducto radicular, minimizando las variaciones anatómicas inherentes a los dientes naturales que podrían actuar como variables de confusión, estos 20 especímenes fueron divididos equitativamente en cuatro grupos de 5 dientes cada uno: 1) AH Plus con gutapercha, 2) AH Plus sin gutapercha, 3) BioRoot con gutapercha, y 4) BioRoot sin gutapercha.

Las técnicas clave empleadas son la obturación radicular y la prueba de microfiltración, primero, se aplicaron las técnicas de obturación específicas a cada grupo, asegurando la correcta manipulación de los selladores (AH Plus y BioRoot RCS) con o sin el cono de gutapercha, posteriormente, la técnica de filtración apical utilizó la inmersión en azul de metileno, un colorante que migra a través de los espacios o defectos de sellado. La toma de datos se realizó mediante la penetración del tinte dentro del conducto radicular, lo cual proporciona una medida objetiva y cuantificable de la capacidad de sellado.

Este diseño de investigación se seleccionó porque el objetivo principal es comparar la eficacia de sellado apical de diferentes materiales y técnicas bajo condiciones controladas, el entorno in vitro es ideal para esta pregunta de investigación, ya que permite aislar la variable de interés de las variables biológicas y mecánicas del entorno oral. Al utilizar modelos de acrílico y la penetración de tinte, se logra una precisión y reproducibilidad en la medición de la microfiltración, proporcionando evidencia científica rigurosa para responder si los nuevos selladores biocerámicos pueden funcionar eficazmente sin la gutapercha tradicional.

### 3. Resultados

En el estudio experimental in vitro comparativo que se realizó en 20 dientes artificiales de acrílico que simulan dientes y conductos radiculares humanos, se usaron los siguientes materiales:

- 20 dientes de acrílico con conducto radicular único y recto
- Motor endodóntico X Smart plus
- Limas rotatorias
- Irrigadores desechables de plástico (jeringas de 5ml)
- Agujas de irrigación NaviTip punta cerrada lateralmente perforada de 21mm

- Puntas de papel
- Conos de gutapercha
- Sellador endodóntico AH Plus
- Sellador biocerámico BioRoot
- Espátula para mezclar los selladores
- Loseta de vidrio
- Pinzas, Algodones, campos operatorios, gasas, fresa de cuello largo redonda, espaciadores.
- Conos de gutapercha
- Puntas de papel
- Hipoclorito de sodio al 2,5%
- Suero fisiológico estéril
- Microscopio óptico marca ZEISS

El diseño metodológico del estudio es experimental in vitro, centrado en la comparación cuantitativa de sellado apical, el proceso inicia con la preparación de una muestra de 20 dientes de acrílico, los cuales se dividen en cuatro grupos para probar las combinaciones de los selladores AH Plus y BioRoot con y sin el uso de gutapercha, después de la obturación de los conductos, la eficacia del sellado se evalúa mediante una técnica estándar de microfiltración, donde los dientes se sumergen en azul de metileno y se mide la penetración del tinte para determinar qué combinación de materiales ofrece el cierre hermético superior. Para este proceso se realizan 6 pasos descritos a continuación:

### **Paso 1: Preparación de los dientes**

1. Selección de 20 dientes de acrílico similares tanto en tamaño y forma del conducto.
2. Se realiza el acceso cameral con fresa redonda con turbina e irrigación continua.

### **Paso 2: Instrumentación**

1. Determinamos la longitud de trabajo con una lima manual #10 y la regla milimetrada a longitud real del diente a nivel apical.
2. Se usa un motor endodóntico para realizar la instrumentación con las limas del sistema rotatorio siguiendo la serie completa y usando el torque y la velocidad de rotación adecuada para cada lima.
3. Durante la instrumentación se irriga el conducto con 5ml de hipoclorito de sodio al 2,5% usando jeringa y aguja navitip, posterior se realiza un enjuague final de 5ml con suero fisiológico.

### **Paso 3: Secado del conducto radicular**

1. Se introduce conos de papel estériles a longitud de trabajo, hasta que el conducto quede totalmente seco.

**Paso 4: Obturación**

Se dividieron los 20 dientes de acrílico en 4 grupos de 5 dientes:

▪ *Grupo 1: AH Plus sin gutapercha*

1. Tras la instrumentación y posterior secado se introduce con una jeringa de 5ml y una punta de plástico el sellador AH Plus directamente al conducto.
2. Se aplica hasta la longitud real de trabajo sin cono de gutapercha.

▪ *Grupo 2: AH Plus con gutapercha*

1. Se realiza una obturación con la técnica de condensación lateral con un cono 30 a longitud real de trabajo.
2. Se usa el sellador AH plus durante toda la obturación.
3. Se usan conos de gutapercha 25 para la condensación lateral hasta que el conducto quede completamente sellado sin filtraciones.

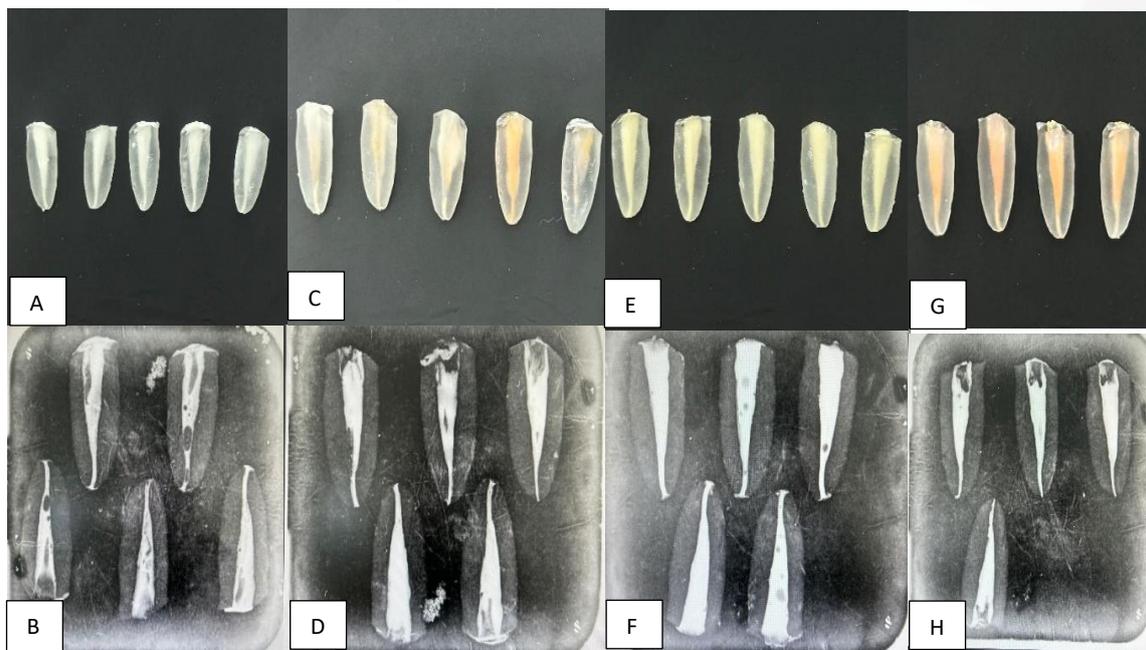
▪ *Grupo 3: BioRoot sin gutapercha*

1. Tras la instrumentación y posterior secado se introduce con una jeringa de 5ml y una punta de plástico el BioRoot directamente al conducto.
2. Se aplica hasta la longitud real de trabajo sin cono de gutapercha.

▪ *Grupo 4: BioRoot con gutapercha*

1. Se realiza una obturación con la técnica de condensación lateral con un cono 30 a longitud real de trabajo.
2. Se usa el sellador AH plus durante toda la obturación.
3. Se usan conos de gutapercha 25 para la condensación lateral hasta que el conducto quede completamente sellado sin filtraciones.

Las diferencias en la capacidad de relleno tridimensional y la adaptación a las paredes dentinarias son evidentes entre los materiales biocerámicos y los basados en resina epoxi, especialmente en la ausencia de un cono. Estas variaciones morfológicas se observan claramente en las imágenes de obturación de los diferentes grupos (**Figura 1**).



**Figura 1.** A) Biorroot sin gutapercha. B) Rx Biorroot sin gutapercha. C) AH plus con gutapercha. D) Rx AH plus con gutapercha. E) AH plus sin gutapercha. F) Rx AH plus sin gutapercha. G) Biorroot con gutapercha. H) Rx Biorroot con gutapercha.

### Paso 5: Sellado coronario

1. Se usa una resina para sellar la apertura coronaria
2. Se almacenan los dientes a temperatura ambiente para permitir un fraguado completo de los selladores antes de continuar con la investigación.

### Paso 6: Colocar los dientes en solución (azul de metileno)

1. Se sumergieron los dientes durante siete días para observar la filtración apical en los diferentes grupos de estudio y anotar los resultados.

Una vez completada la obturación y el fraguado, los especímenes se colocaron individualmente en un recipiente con el colorante, asegurando que solo el tercio apical estuviera en contacto con el azul de metileno (**Figura 2**).



**Figura 2.** Dientes de acrílico obturados colocados dentro de azul de metileno.

#### 4. Discusión

Este estudio in vitro revela una diferencia notable en la capacidad de sellado apical entre los selladores evaluados: el AH Plus demostró una efectividad superior, logrando un sellado completo sin microfiltración de azul de metileno en todos los conductos, incluso cuando se utilizó sin gutapercha, lo que sugiere su gran capacidad de adaptación, por otro lado, el BioRoot RCS presentó consistentemente filtración apical en todos sus grupos, siendo más acentuada en ausencia de gutapercha, indicando que, en estas condiciones experimentales, no logra la misma hermeticidad que el AH Plus, sin embargo, dado que se utilizaron dientes de acrílico para estandarizar la muestra, estos resultados, que sitúan al AH Plus sin gutapercha como el grupo con menor filtración, deben interpretarse como una aproximación experimental, lo que subraya la necesidad de investigaciones posteriores en dientes humanos para validar la aplicabilidad clínica de estos hallazgos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Comparación de filtración apical general

Grupo	Sellador	Gutapercha	Número de dientes	Filtración
Grupo 1	AH Plus	No	5	NO
Grupo 2	AH Plus	Sí	5	NO
Grupo 3	BioRoot RCS	No	5	SI
Grupo 4	BioRoot RCS	Sí	5	SI

#### 4.1. Observaciones por grupo

**Grupo 1:** los conductos obturados únicamente con AH Plus, sin el uso de gutapercha no mostraron filtraciones de azul de metileno en ninguno de los cortes evaluados, esto indica que el sellador AH Plus es capaz de adaptarse a las paredes del conducto y ofrecer un sellado hermético incluso en ausencia del núcleo de gutapercha, lo que puede tener implicaciones clínicas interesantes al plantear nuevas alternativas de obturación simplificada.

El grupo AH Plus sin gutapercha demostró la mayor efectividad, alcanzando un sellado completo en todos los especímenes. Las imágenes microscópicas confirman esta hermeticidad al no observarse penetración del tinte azul de metileno en las vistas ampliadas del tercio apical y medio

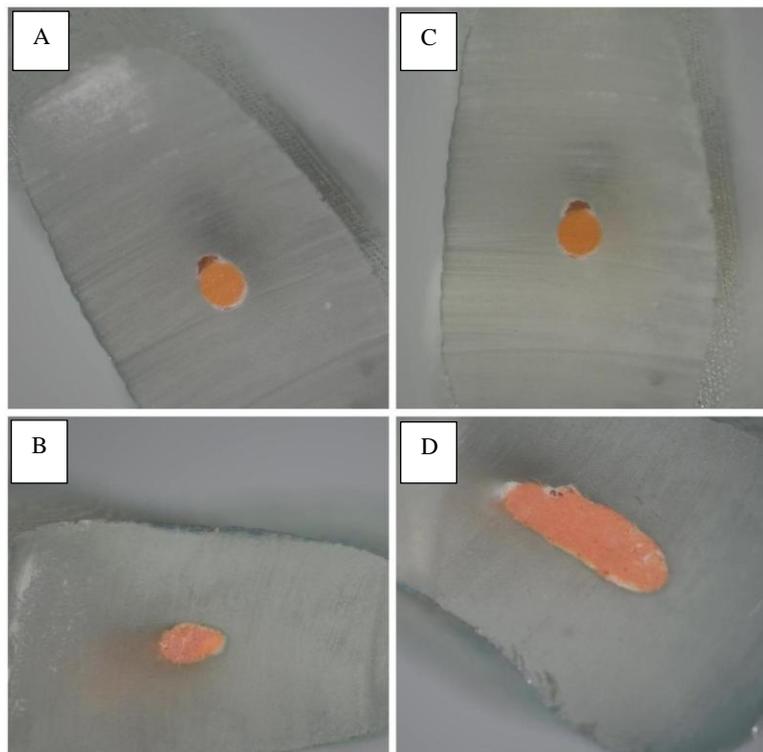
El grupo AH Plus sin gutapercha demostró la mayor efectividad, alcanzando un sellado completo en todos los especímenes. Las imágenes microscópicas confirman esta hermeticidad al no observarse penetración del tinte azul de metileno en las vistas ampliadas del tercio apical y medio (**Figura 3**).



**Figura 3.** A) Imagen aumentada de parte apical de diente con AH plus sin gutapercha. B) Imagen aumentada del tercio medio del diente con AH plus sin gutapercha C) Imagen aumentada del tercio medio de diente con AH plus sin gutapercha.

**Grupo 2:** Los conductos radiculares obturados con AH Plus y gutapercha no presentaron evidencia de filtración de azul de metileno en ninguno de los tres cortes realizados (tercio cervical, medio y apical), estos resultados indican que la combinación clásica de AH Plus y gutapercha proporciona un sellado apical efectivo y uniforme a lo largo de toda la extensión del conducto, garantizando la ausencia de microfiltración bajo las condiciones experimentales empleadas.

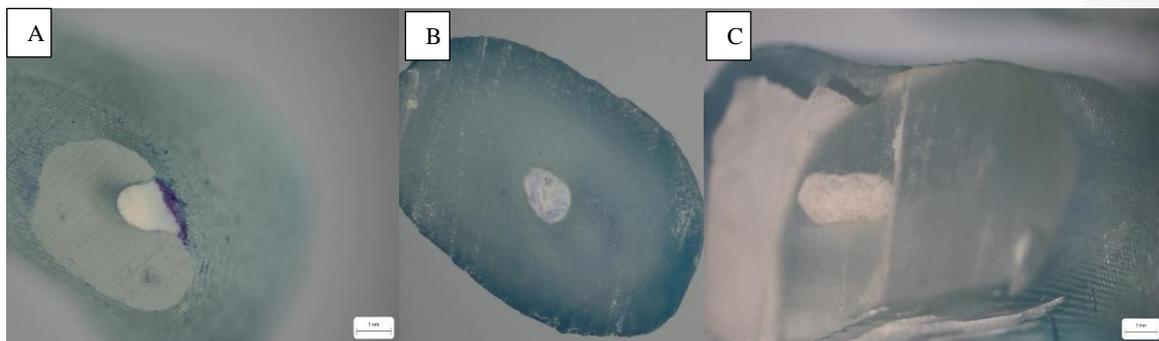
El grupo AH Plus con gutapercha también demostró un excelente sellado, siendo el segundo con menor filtración, apenas superado por el grupo sin gutapercha. La observación microscópica de las zonas apical y media en este grupo también confirmó la ausencia de microfiltración en los tercios evaluados (**Figura 4**).



**Figura 4.** A) Imagen aumentada de parte apical de diente con AH plus con gutapercha. B) Imagen aumentada del tercio apical del diente con AH plus con gutapercha. C) Imagen aumentada del tercio medio de diente con AH plus con gutapercha. D) Imagen aumentada del tercio medio de diente con AH plus con gutapercha.

**Grupo 3:** El grupo obturado únicamente con BioRoot RCS, sin gutapercha mostró la mayor incidencia de filtración apical entre todos los grupos evaluados, se registraron filtraciones en dos de los tercios del conducto, siendo más frecuente y extensa en comparación con el grupo que sí utilizó gutapercha, esto indica que en ausencia de gutapercha, la eficacia del sellado apical de BioRoot RCS puede verse comprometida, facilitando la penetración de fluidos y potencialmente aumentando el riesgo de microfiltración clínica.

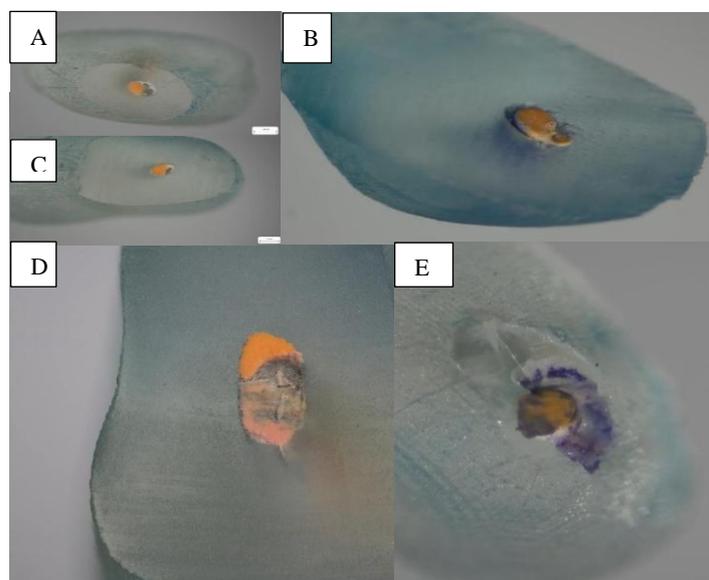
El grupo BioRoot sin gutapercha presentó el mayor grado de filtración apical entre todos los grupos experimentales. Esta permeabilidad es claramente visible en las imágenes microscópicas, donde se puede observar la penetración del azul de metileno a lo largo del ápice y hasta el tercio medio del conducto (**Figura 5**).



**Figura 5.** A) Imagen aumentada de parte apical de diente con BioRoot sin gutapercha. B) Imagen aumentada del tercio apical del diente con BioRoot sin gutapercha. C) Imagen aumentada del tercio medio de diente con BioRoot sin gutapercha.

**Grupo 4:** El grupo obturado con BioRoot RCS y gutapercha, tiene presencia de filtración de azul de metileno en diferentes dientes, principalmente localizada en los tercios apical y medio del conducto, la magnitud de la filtración varió entre muestras, la presencia de microfiltración evidencia que, en este modelo, la combinación de BioRoot con gutapercha no logró alcanzar el mismo nivel de sellado apical observado con AH Plus, sugiriendo posibles desafíos de adaptación o interacción entre ambos materiales.

Aunque el grupo BioRoot con gutapercha mejoró ligeramente el sellado en comparación con su contraparte sin gutapercha, se mantuvo un grado de filtración. La presencia del tinte azul de metileno en las áreas apicales, incluida la vista ampliada del foramen, confirma esta microfiltración (**Figura 6**).



**Figura 6.** A) Imagen aumentada de parte apical de diente con BioRoot con gutapercha. B) Imagen aumentada de la parte apical del diente con BioRoot con gutapercha. C) Imagen aumentada del tercio medio de diente con BioRoot con gutapercha. D) Imagen aumentada del tercio medio de diente con BioRoot con gutapercha. E) Imagen aumentada del foramen apical de diente con BioRoot con gutapercha.

#### 4.2. Observaciones

La investigación de la capacidad de sellado apical es de tipo cualitativa, se usó un microscopio óptico marca ZEISS para tomar imágenes aumentadas de los dientes tras ser introducidos y diseccionados, en los diferentes grupos se observa diferencias notables en el comportamiento de los materiales y técnicas empleadas, el uso del sellador AH Plus con gutapercha como su aplicación sin este material permitieron obtener un sellado apical completo en todos los dientes, sin detectar filtraciones de azul de metileno en ninguno de los tercios evaluados, este resultado evidencia la capacidad del AH Plus para adaptarse y sellar eficazmente, incluso en ausencia del núcleo tradicional de gutapercha.

Los grupos obturados con BioRoot RCS presentaron algún grado de filtración apical, independientemente del uso de gutapercha, la presencia de gutapercha pareció limitar parcialmente la extensión de la filtración, mientras que la ausencia de este material se asoció con filtraciones más frecuentes y extensas a lo largo de los tercios del conducto, esto podría indicar que, al menos bajo las condiciones del presente estudio, el BioRoot RCS por sí solo no logra alcanzar el mismo nivel de hermeticidad que se observó con AH Plus.

Cabe destacar que la totalidad del experimento se realizó utilizando dientes deacrílico, los cuales, si bien permiten estandarizar las condiciones y facilitar la comparación entre grupos, no reproducen de manera exacta la complejidad de los tejidos dentarios naturales, por lo que los resultados obtenidos deben interpretarse como una aproximación experimental y no como un reflejo absoluto del comportamiento clínico de los materiales.

Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar tanto el tipo de sellador como la decisión de incluir o no gutapercha en la obturación endodóntica, además, refuerzan la necesidad de realizar investigaciones adicionales en dientes humanos, con métodos y condiciones más cercanas a la práctica clínica habitual, para confirmar la aplicabilidad de los resultados observados.

#### 5. Conclusión

- Con base en los resultados obtenidos tras la investigación y experimentación, se observó que el grupo con menor grado de filtración apical corresponde al grupo “AH Plus sin gutapercha”, seguido por el grupo “AH Plus con gutapercha”, “BioRoot con gutapercha” y por último el grupo de “BioRoot sin gutapercha”. Estos hallazgos sugieren que el grupo AH Plus sin gutapercha presenta una mayor efectividad y ofrece una mejor capacidad de sellado apical en el tratamiento endodóntico, contribuyendo así a reducir el riesgo de filtración y el potencial fracaso clínico.

- Es importante considerar que la eficacia del sellado apical observada en este estudio puede estar influida por factores como el tipo de diente utilizado (dientes de acrílico), la técnica de obturación y las características propias de los materiales evaluados, aunque los dientes de acrílico permiten estandarizar las condiciones experimentales y facilitan la comparación, no reflejan completamente la complejidad anatómica y las condiciones físicas y químicas de los dientes humanos naturales, por lo que los resultados aquí presentados deben interpretarse con cautela y como una aproximación experimental.
- Estos hallazgos destacan la relevancia del tipo de sellador y si se emplea o no gutapercha en la obturación endodóntica, se recomienda que futuras investigaciones sean realizadas en dientes humanos y bajo condiciones más cercanas a la clínica, con el fin de validar y ampliar el conocimiento sobre la eficacia de los diferentes materiales y técnicas en la prevención de la microfiltración apical.

## 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. Li W, Ju B, Cheng G, Lv Z. The efficacy of 3 root canal sealers combined with warm gutta-percha vertical compression technique in the treatment of dental pulp disease. *Medicine* [Internet]; 2024 [cited 15 mayo 2025], 103(24): e38414. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38875398/>
2. Sanz JL, López-García S, Rodríguez-Lozano FJ, Melo M, Lozano A, Llena C, et al. Cytocompatibility and bioactive potential of AH Plus Bioceramic Sealer: an-in vitro study. *International Endodontic Journal* [Internet]. 2022 [cited 15 mayo 2025];55(10):1066-1080. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35950780/>
3. Rane S, Pandit V, Sachdev SS, Chauhan S, Mistry R, Kumar B. Comparative evaluation of apical leakage in root canal obturation using AH plus sealer, bioceramic sealer, and bioceramic sealer incorporated with chitosan nanoparticles:

- an in vitro study. Cureus [Internet]. 2024 [cited 15 mayo 2025];16(12): e75359. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39781117/>
4. Rekha R, Kavitha R, Venkitachalam R, Prabath VP, Deepthy S, Krishnan V. Comparison of the sealing ability of bioceramic sealer against epoxy resin-based sealer: a systematic review & meta-analysis. Journal of Oral Biology and Craniofacial Research [Internet]. 2023 [cited 15 mayo 2025];13(1):28-35. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36345495/>
  5. Wahbi E, Achour H, Tolibah YA. Comparison between AH plus sealer and total fill bioceramic sealer performance in previously untreated and retreatment cases of maxillary incisors with large-sized periapical lesion: a randomized controlled trial. BDJ Open [Internet]. 2024 [cited 15 mayo 2025];10:5. Available in: <https://www.nature.com/articles/s41405-024-00256-x>
  6. Control Dental Europeo [Internet]. ¿Qué es la gutapercha en odontología? 2025 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.controldentaleuropeo.com/que-es-la-gutapercha-en-odontologia/>
  7. Rivas Muñoz RA, Viguera Ávila A, Sandoval RJ. Ventajas y desventajas de la gutapercha. En: Glosario de Epónimos Odontostomatológicos. Ediciones Kindle [Internet]; 2023 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas12Obturacion/gutaventajas.htm>
  8. Fernández J. Gutapercha dental: ¿Qué es, cómo se usa y qué tipos hay? 100Dental [Internet]; 2024 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.100dental.es/blog/gutapercha-dental-que-es-y-como-se-usa/>
  9. Pernias M. Conoce todo sobre la gutapercha dental. Dental Shop Discount [Internet]; 2023 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://dentalshopdiscount.com/gutapercha-dental/>
  10. Álvarez Quesada C, Pérnica Ramírez I, Carrillo Baracaldo JS, Grille Álvarez C. Gutapercha: pasado y presente. Gaceta Dental: Industria y Profesionales [Internet]. 2009 [citado 11 mayo 2025], 202: 126-139. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2944700>
  11. Lardiés Utrilla D. Gutapercha, materiales sintéticos alternativos a la gutapercha y cementos endodóncicos. Revista Sanitaria de Investigación [Internet]; 2021 [citado 11 mayo 2025], 2(8). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8074667>

12. Wikipedia [Internet]. Gutapercha. 2024 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Gutapercha>
13. IPG Dental [Internet]. La obturación de conductos como nunca te la habían contado. 2025 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.ipgdental.pt/es/blog/endodoncia-1/obturacion-de-conductos-43?srltid=AfmBOopAQVg711QuqKLsMu4rYbDiClPPoG0fyXJwRWLUM5NRng4ocwYM>
14. Rojas Calleros RM. Gutapercha y su influencia sobre los tejidos [Tesina pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México] [Internet]; 1996 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000236823/3/0236823.pdf>
15. Rivero M. Romero S. Gutapercha [presentación]. SlideShare [Internet]; 2025 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/gutapercha-76101897/76101897>
16. Alberdi JC, Martín G. Selladores biocerámicos y técnicas de obturación en endodoncia. Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional del Nordeste [Internet]. 2021 [citado 11 mayo 2025];14(1):17-23. Disponible en: <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/rfo/article/view/4938>
17. Mosquera Villavicencio JA, Carrillo Rengifo K, Vallejo Izquierdo LA. Penetración de los cementos endodónticos biocerámicos y de resina epóxica en los canales laterales. Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar [Internet]. 2023 [citado 11 mayo 2025];7(6):181-197. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9481895>
18. Allauca M, Gualan J. Complicaciones en endodoncia y su manejo. Zenodo [Internet]. 2024 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://zenodo.org/records/12817782>
19. Espino Madrigal E. Comparación del tiempo de microfiltración bacteriana de dos cementos selladores biocerámicos con y sin empleo de gutapercha [Tesis de especialidad, Universidad Autónoma de Querétaro, México] [Internet]; 2021 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/3238>
20. Espinoza F, Lizana A, Muñoz P. Biocerámicos en odontología: una revisión de literatura. Canal Abierto Científica [Internet]. 2020 [citado 11 mayo 2025]; 41: 14-21. Disponible en: <https://www.canalabierto.cl/storage/articles/April2020/5oUEjxjeli3GDRfSLFnJ.pdf>

21. Coronado Puente A. Efecto de selladores biocerámicos del conducto radicular en la resistencia a la fractura [Tesis de especialista, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México] [Internet]; 2019 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.odonto.unam.mx/sites/default/files/inline-files/Alejandro%20Coronado%20Puente.pdf>
22. Brave D, Koch K. Educación continua: redefinir la endodoncia. Dental Town [Internet]; 2025 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.dentaltown.com/magazine/article/3797/educaci%C3%B3n-continua-redefinir-la-endodoncia>
23. Wikipedia [Internet]. Endodoncia. 2025 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Endodoncia>
24. Wikipedia [Internet]. Palaquium. 2025 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Palaquium>
25. Techdent [Internet]. Gutapercha dental: te lo contamos todo. 2021 [citado 11 mayo 2025]. Disponible en: [https://techdent.cl/te-contamos-todo-sobre-la-gutapercha-dental/?srsltid=AfmBOopNG8Bo3ZYW6ZB\\_4FXNzCjG7fvIxeH9S0JFxiCfwIi8nYrobf4K](https://techdent.cl/te-contamos-todo-sobre-la-gutapercha-dental/?srsltid=AfmBOopNG8Bo3ZYW6ZB_4FXNzCjG7fvIxeH9S0JFxiCfwIi8nYrobf4K)

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**.



## Estudio comparativo en lentes de contacto multifocales y monovisión en pacientes presbítas en centro optométrico del Valle de los Chillos

*Comparative study of multifocal and monovision contact lenses in presbyopic patients at the Valle de los Chillos optometric center*

- <sup>1</sup> Helen Roxette Chávez Mestanza  <https://orcid.org/0009-0009-1854-7569>  
Maestría académica con Trayectoria en Investigación en Optometría Mención Contactología y Terapia Visual.  
Universidad Técnica de Manabí (UTM), Portoviejo, Ecuador.  
[hchavez1412@utm.edu.ec](mailto:hchavez1412@utm.edu.ec)
- <sup>2</sup> Andrea Elizabeth Villegas Terán  <https://orcid.org/0000-0002-9281-4102>  
Maestría académica con Trayectoria en Investigación en Optometría Mención Contactología y Terapia Visual.  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Quito, Ecuador.  
[aevillegast@puce.edu.ec](mailto:aevillegast@puce.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/09/2025

Revisado: 12/10/2025

Aceptado: 04/11/2025

Publicado: 05/12/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3562>

Cítese: Chávez Mestanza, H. R., & Villegas Terán, A. E. (2025). Estudio comparativo en lentes de contacto multifocales y monovisión en pacientes presbítas en centro optométrico del Valle de los Chillos. *Anatomía Digital*, 8(4), 95-108. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3562>



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](http://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:**

lente de contacto multifocal,  
lente de contacto monovisión,  
pacientes presbítas,  
agudeza visual.

**Keywords:**

multifocal contact lens,  
monovision contact lens,  
presbyopic patients,  
visual acuity.

**Resumen**

**Introducción:** los lentes de contacto multifocales y monovisión están diseñados para brindar características únicas al usuario para enfocar imágenes a diferentes distancias sin la necesidad de usar lentes de armazón. **Objetivos:** se evaluó la efectividad de las dos técnicas de adaptación: Monovisión convencional y lentes de contacto multifocales en pacientes presbítas. **Metodología:** es un estudio analítico y descriptivo, se realizó en un periodo de 6 meses, y se evaluaron a 9 pacientes de 47 a 57 años que asistieron a la consulta optométrica. **Resultados:** en las dos técnicas se realizó la adaptación con lentes de contacto mensuales de material comfilcon A, inicialmente aplicando test de Schirmer I, el menisco lagrimal, test de BUT (Break-Up Time); además se utilizó el test de contraste y la agudeza visual decimal pre y post adaptación para obtener resultados precisos de ambas técnicas. El análisis estadístico se llevó a cabo con pruebas t Student y Wilcoxon con un intervalo de confianza del 95%. **Conclusiones:** se observó una variación con relación a las dos técnicas. Se determinó de una manera estadísticamente significativa que los lentes de contacto multifocales en agudeza visual de cerca es más efectiva que la monovisión (Prueba pareada de t Student  $P=0,430$ ) (Prueba pareada de Wilcoxon  $P=0,686$ ). Además se obtuvo que en la agudeza visual de lejos es más efectiva la monovisión que los multifocales de una forma estadísticamente significativa (Prueba pareada de t Student  $P=0,341$ ) (Prueba pareada de Wilcoxon  $P=0,317$ ). **Área de estudio general:** Salud. **Área de estudio específica:** Optometría. **Tipo de artículo:** Original.

**Abstract**

**Introduction:** Multifocal and monovision contact lenses are designed to provide unique features to the wearer to focus images at different distances without the need to wear frame lenses. **Objectives:** The effectiveness of the two adaptation techniques was evaluated: conventional monovision and multifocal contact lenses in presbyopic patients. **Methodology:** This is an analytical and descriptive study, conducted over a period of 6 months, and 9 patients aged 47 to 57 years who attended the optometric consultation were

evaluated. **Results:** In both techniques, adaptation was performed with monthly contact lenses made of comfilcon A material, initially applying the Schirmer I test, the lacrimal meniscus, the BUT (Break-Up Time) test; in addition, the contrast test and the pre- and post-adaptation decimal visual acuity were used to obtain accurate results of both techniques. Statistical analysis was conducted with Student and Wilcoxon t-tests with a 95% confidence interval. **Conclusions:** A variation was observed in relation to the two techniques. It was determined in a statistically significant way that multifocal contact lenses in near visual acuity are more effective than monovision (Student's paired test  $P=0.430$ ) (Wilcoxon's paired test  $P=0.686$ ). In addition, it was found that monovision is more effective in distance visual acuity than multifocal monovision in a statistically significant way (Paired Student t-test  $P=0.341$ ) (Wilcoxon paired test  $P=0.317$ ). **General area of study:** Health. **Specific area of study:** Optometry. **Item type:** Original.

## 1. Introducción

La presbicia es un proceso fisiológico relacionado con la edad, se conoce como la pérdida de acomodación por debilidad del músculo ciliar produciendo una menor elasticidad del cristalino y que genera la incapacidad para ver de cerca. A pesar de que los lentes tradicionales siguen siendo la primera elección para pacientes presbítas, existen varias alternativas que proporcionan un método de corrección más cómodo y que podría ser una tendencia en países desarrollados (1) (2).

El proceso de la presbicia es inevitable, sin embargo, existen tratamientos modernos de corrección, la más común son los lentes de visión próxima, lunas progresivas, lunas bifocales, lentes de contacto (monovisión o multifocales), cirugía refractiva y tratamiento farmacológico (1) (3) (4) (5).

En la técnica de monovisión, se corrige el ojo dominante para enfocar objetos lejanos, mientras que el otro ojo se ajusta para la visión cercana; de este modo, ambos ojos intervienen en el proceso visual, permitiendo obtener una visión funcional a diferentes distancias, aunque cada ojo se especialice en un rango distinto. En relación con los lentes de contacto multifocal corrigen las tres distancias (lejos, intermedio y cerca), sin embargo tienen sus inconvenientes y en determinadas ocasiones la visión se ve afectada en una

zona limitada del campo pupilar generando una degradación del rendimiento visual, que se puede asociar con imágenes fantasmas, reducción de la sensibilidad al contraste y el rendimiento visual puede variar tanto a una o más distancias (1) (3) (6) (7) (8) (9).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (10) estima que la carga de la discapacidad visual no se distribuye de manera uniforme en todo el mundo, y que las poblaciones menos desarrolladas llevan la mayor participación. La deficiencia visual es también desigual entre los grupos de edad, siendo más prevalente en los adultos de 50 años. La presbicia es más común en las mujeres que en los hombres, lo que significa que el riesgo de discapacidad visual es mayor para este grupo. En el mundo alrededor de 217 millones de personas presentan baja visión y cerca de 39 millones son invidentes, sin embargo, se estima que el 80% de los casos de discapacidad visual son evitables (10).

## 2. Metodología

Se realizó una investigación cuali-cuantitativa, analítica y descriptiva, en pacientes de la ciudad de Quito comprendidos entre 47 a 57 años con presbicia.

Criterios de inclusión de la muestra:

- Pacientes con diagnóstico de presbicia.
- Pacientes en edades comprendidas entre los 47 y 57 años.
- Pacientes sin distinción de género

Criterios de exclusión de la muestra:

- Pacientes que se encuentren fuera de los rangos de edad.
- Pacientes con patologías corneales
- Pacientes que no acudan a los controles acordados.
- Pacientes con cirugías refractivas.
- Pacientes que toman medicamentos sistémicos, o usan fármacos tópicos y locales a nivel ocular.
- Pacientes que presenten patologías oculares.
- Pacientes con traumatismo ocular.
- Paciente con estereopsis inferior a 400 segundos de arco.

Población que será estudiada y muestra:

Se asumió que el universo de la investigación quedó constituido por 25 pacientes (N=25), con diagnóstico de presbicia dentro del rango establecido (7 femeninos y 4 masculinos).

La muestra queda constituida por todos los pacientes que asistieron al examen visual con diagnóstico definido, colaborando durante el desarrollo de la investigación y cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos (n=11).

En el actual estudio se les presentó un consentimiento informado a los pacientes para su aprobación y participación. Una vez adquirida la documentación, se recolectó la información mediante parámetros preestablecidos de cada paciente en donde tendrá su respectiva historia clínica. Se realizaron 4 citas de valoración para la adaptación de los lentes de contacto que se detallan a continuación:

Primera cita: se recogerán los datos de información mediante la historia clínica, en donde se llenó de forma personal, los aspectos importantes de cada paciente obtenidos; se procedió a la toma de la anamnesis para determinar si contribuyen en la investigación y así se continuo con la toma de agudeza visual; en donde se le solicitó al paciente que se siente en la unidad de refracción que se encuentra ubicada a 3 metros del optotipo. Para la toma de la agudeza visual de lejos se le presentó un optotipo de escala decimal, se adecuó la sala con una excelente iluminación, de tal manera que el paciente pudiera identificar adecuadamente las letras gracias al contraste entre el fondo blanco del optotipo, la luz procedente de ese mismo fondo (retroiluminación) y las letras del test que eran de color negro, primero de manera morfoscóptica y después angular; se ocluyó el ojo izquierdo para tomar la agudeza visual del ojo derecho, y después se tomó la agudeza visual del ojo izquierdo y se ocluyó el ojo derecho.

Es importante señalar que la agudeza visual de lejos se la tomó con corrección en uso y sin corrección. De igual forma se valoró la agudeza visual de cerca sin corrección y con corrección, de manera monocular y binocular en las dos distancias. A continuación, se le explicó al paciente en qué consistía la prueba de retinoscopía estática; este procedimiento es un examen objetivo que consiste en observar el movimiento del reflejo procedente de la retina del paciente y colocar lentes hasta que se logre neutralizar tal movimiento.

La distancia a la que se realizó la retinoscopía estática (distancia de trabajo) fue a 50 cm, este equivalente dióptrico corresponde a un lente de trabajo de +2.00. Se ajustó la montura de prueba a la distancia pupilar del usuario en visión lejana. Se le indicó al paciente que debía estar fijando al infinito óptico con ambos ojos y en posición primaria de mirada. Se empezó por ojo derecho y después el ojo izquierdo, y se analizó si existía un defecto esférico o esfero-cilíndrico.

La prueba de sensibilidad al contraste LEA que hace referencia a la capacidad del sistema visual para distinguir entre un objeto y su entorno; se realizó pre y post adaptación de lentes de contacto de forma binocular con la corrección actual del paciente tanto para distancia de cerca. En donde se le solicitó que se ubicara a una distancia de 3 metros y

debe leer las letras que se presentan en cada línea, de igual forma se realizó la prueba para distancia de cerca colocando los resultados en el diagrama.

Para evaluar la sensibilidad al contraste y la agudeza visual se emplearon pruebas aprobadas por la *FDA (Food and Drug Administration)*, las cuales fueron utilizadas en estudios previos debido a su facilidad de aplicación, precisión y capacidad para ofrecer informes detallados de los resultados (11).

Se realizó el test de *BUT (Break-Up Time)* evaluando la calidad lagrimal por medio de la lámpara de hendidura. Además, se procedió con la evaluación del test de Schirmer I, colocando la tirilla en el tercio medio y externo del párpado inferior de cada ojo durante un tiempo de 5 minutos.

Posteriormente se realizó el test de dominancia sensorial con lente +1.50 dioptrías, realizando un desenfoque inducido por el lente, determinando el ojo dominante y continuar con la adaptación de los lentes de contacto.

Segunda cita: se realizó la adaptación de los lentes de contacto multifocales con respecto al examen visual realizado, evaluando agudeza visual binocular y test de contraste obtenidos para distancias de lejos y cerca. Se visualizó por medio de la lámpara de hendidura la adaptación de los lentes de contacto. Se explicó a cada paciente que el tiempo de uso del lente de contacto será por 15 días para continuar con la adaptación de los lentes de contacto en monovisión.

Tercera cita: se evaluó la adaptación del lente de contacto multifocal y toma de agudeza visual de lejos y cerca. Posteriormente se realiza la adaptación de los lentes de contacto de monovisión, se determinó la agudeza visual binocular y test de contraste obtenida para distancias de lejos y cerca; finalmente se usó la lámpara de hendidura. Se explicó a cada paciente que el tiempo de uso del lente de contacto será por 15 días para validar la estabilidad y el confort que presentó con los lentes de contacto.

Cuarta cita: se evaluó la adaptación de los lentes de contacto monovisión a través de la valoración de la agudeza visual binocular de lejos y cerca, visión del contraste y evaluación con la lámpara de hendidura.

Esta búsqueda de datos recolectados se ingresó a programas informáticos para la respectiva tabulación, donde se calculó el porcentaje de las distintas variables, y se obtuvo resultados estadísticos a través de las pruebas de t Student y Wilcoxon.

### 3. Resultados

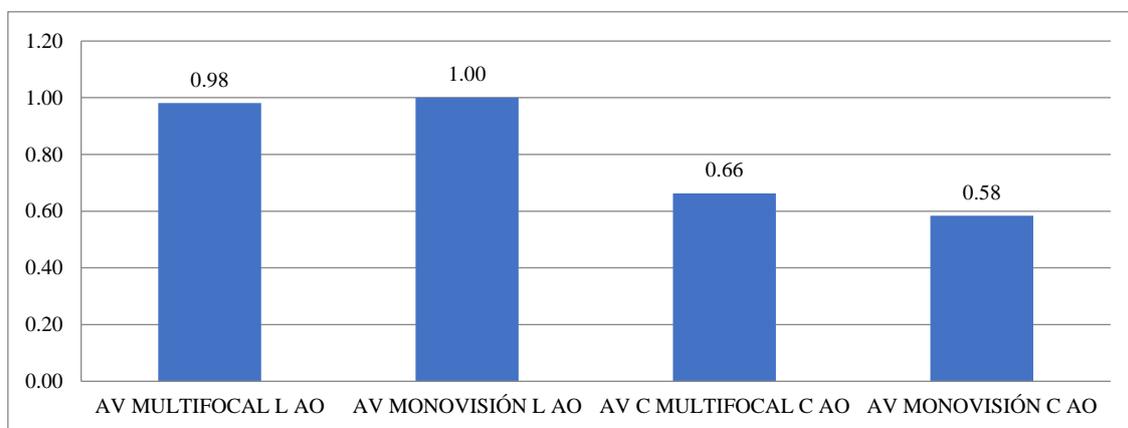
Se presentan los resultados completos de la investigación "Estudio comparativo de dos técnicas de adaptación de lentes de contacto en pacientes presbítas, en centro optométrico del Valle de los Chillos".

De acuerdo con los resultados obtenidos se describe los datos demográficos de once pacientes: siete son femeninas y cuatro masculinos. Se aplicó corrección óptica y posteriormente adaptación de los lentes de contacto multifocales y monovisión, evaluando los cambios en agudeza visual y sensibilidad al contraste. Los resultados se compararon para determinar el efecto en las dos técnicas de adaptación, los cuales serán explicados en detalle más adelante.

**Tabla 1:** Distribución de la muestra de estudio según sexo

Género	Número de pacientes	Porcentaje
FEMENINO	7	63.64%
MASCULINO	4	36.36%
TOTAL	11	100%

En la **Tabla 1** se presenta la siguiente información: Se examinaron once pacientes, divididos en cuatro masculinos y siete femeninos. Esto significa que el 63.64% de los pacientes son femeninos y el 36.36% son masculinos; a los cuales se les adaptó los dos tipos de lentes de contacto (multifocal y monovisión) en diferentes periodos de tiempo. Se evaluó a pacientes en edades de 47 a 66 años.



**Figura 1.** Promedio de la agudeza visual obtenida con las dos técnicas de adaptación. AV: Agudeza Visual; L: Lejos; AO: Ambos Ojos; C: Cerca.

En la **Figura 1** se visualizan los promedios del total de pacientes (n=11) clasificados en 4 grupos en el cual se adaptó lentes de contacto multifocal y monovisión realizando pruebas de agudeza binocular para distancia de cerca y lejos, en donde se observó una variación con relación a las dos técnicas.

La media de la agudeza visual de cerca de los pacientes que usaron lentes de contacto en monovisión fue mejor a la media de la adaptación de lentes de contacto multifocales; sin embargo

**Tabla 2:** Comparación de grupos en la agudeza visual aplicando las pruebas de hipótesis

Estadísticas de muestras emparejadas				PRUEBAS (P=)		
		N	Media	Desviación Estándar	t Student	Wilcoxon
Par 1	AV MULTIFOCAL L AO	11	0,98	0,06	0,341	0,317
	AV MONOVISIÓN L AO	11	1,00	0,00		
Par 2	AV C MULTIFOCAL C AO	11	0,66	0,33	0,430	0,686
	AV MONOVISIÓN C AO	11	0,58	0,10		

AV: Agudeza Visual; L: Lejos; AO: Ambos Ojos; C: Cerca; N: Número total de paciente; P: significancia.

En la **Tabla 2** según la prueba pareada de t Student, el valor del nivel de significación ( $P=0,341$ ) es superior a 0,05 ( $P>0,05$ ), en los grupos de pacientes para distancia de lejos que usaron lentes de contacto multifocal y monovisión, lo que indica que no se tienen diferencias significativas entre las dos técnicas.

De modo similar en el grupo de pacientes para distancia de cerca que se adaptaron lentes de contacto multifocal y monovisión, el valor del nivel de significación ( $P=0,430$ ) es superior a 0,05 ( $P >0,05$ ), lo que indica que no se tienen diferencias significativas entre las dos técnicas.

Además, según la prueba pareada de Wilcoxon, el valor del nivel de significación ( $P=0,317$ ) es superior a 0,05 ( $P>0,05$ ), en los grupos de pacientes para distancia de lejos que usaron lentes de contacto multifocal y monovisión, lo que indica que no se tienen diferencias significativas entre las dos técnicas.

De modo similar en el grupo de pacientes para distancia de cerca que se adaptaron lentes de contacto multifocal y monovisión, el valor del nivel de significación ( $P=0,686$ ) es superior a 0,05 ( $P >0,05$ ), lo que indica que no se tienen diferencias significativas entre las dos técnicas.

**Tabla 3:** Comparación de grupos en la sensibilidad al contraste

Estadísticas de muestras emparejadas				PRUEBAS (P=)		
		N	Media	Desviación Estándar	t Student	Wilcoxon
Par 1	LC L MULTIFOCAL AO	11	2,16	1,13	0,277	0,257
	LC L MONOVISION AO	11	1,82	0,65		
Par 2	LC C MULTIFOCAL AO	11	1,70	0,63	0,341	0,317
	LC C MONOVISION AO	11	1,82	0,65		

LC: Lente de contacto; L: Lejos; AO: Ambos Ojos; C: Cerca; N: Número total de paciente; P: significancia.

En la **Tabla 3** según los resultados de la prueba pareada de t Student, el valor del nivel de significación ( $P=0,277$ ) es superior a 0,05 ( $P>0,05$ ), en los grupos de pacientes para distancia de lejos que usaron lentes de contacto multifocal y monovisión lo que indica que no se tienen diferencias significativas entre las dos técnicas.

De modo similar en el grupo de pacientes para distancia de cerca que se adaptaron lentes de contacto multifocal y monovisión, el valor del nivel de significación ( $P=0,341$ ) es superior a 0,05 ( $P>0,05$ ), lo que indica que no se tienen diferencias significativas entre las dos técnicas.

Además, según los resultados de la prueba pareada de Wilcoxon, el valor del nivel de significación ( $P=0,257$ ) es superior a 0,05 ( $P>0,05$ ), en los grupos de pacientes para distancia de lejos que usaron lentes de contacto multifocal y monovisión lo que indica que no se tienen diferencias significativas entre las dos técnicas.

De modo similar en el grupo de pacientes para distancia de cerca que se adaptaron lentes de contacto multifocal y monovisión, el valor del nivel de significación ( $P=0,317$ ) es superior a 0,05 ( $P>0,05$ ), lo que indica que no se tienen diferencias significativas entre las dos técnicas.

#### 4. Discusión

Uno de los hallazgos más relevantes de este estudio es la notable mejoría en la agudeza visual observada en pacientes presbitas tras el proceso de adaptación. La agudeza visual constituye un factor clave para el desempeño de las actividades laborales y tiene un impacto directo en la calidad de vida de los individuos. Los resultados evidencian que, en promedio, los participantes alcanzaron una mejoría clínicamente en su agudeza visual.

En el presente estudio se determinó que las lentes de contacto multifocales y monovisión brindan una efectiva agudeza visual y que la sensibilidad al contraste tampoco se ve afectada al utilizar lentes de contacto multifocales; de igual forma según García (12) muestra la misma similitud al presente estudio, sin embargo, se determinó que, con adiciones altas, tanto la agudeza visual y la sensibilidad al contraste disminuyen. Es decir que cuanto mayor sea la adición de nuestro paciente menor será la sensibilidad al contraste y la agudeza visual.

En este estudio se pudo determinar que el sexo femenino predomina con un 63.64 %, así mismo según Morgan et al. (13) determinaron que las adaptaciones de lentes blandas de uso diario según el sexo, se observó que, en hombres, el 45,1% correspondieron a lentes blandas multifocales y monovisión, mientras que en mujeres esta proporción ascendió al 52,7 %.

En efecto el presente estudio muestra disminución en la agudeza visual para distancia en el ojo corregido para visión de cerca en el estudio de Chang et al. (4) muestra similitud y presenta una mínima disminución de la agudeza visual de cerca.

En el presente estudio no se evidencia cambios en la sensibilidad al contraste, de igual formal en la investigación de Kim et al. (14) resalta que la prueba de sensibilidad al contraste no evidenció diferencias significativas antes y después de la adaptación de lentes de contacto multifocales, tanto en condiciones mesópicas como fotópicas.

En el presente estudio no se evidencia cambios significativos, otro estudio de Mena-Guevara et al. (15) mediante varias búsquedas bibliográficas en *PubMed*, *Web of Sciences* y *Scopus*, muestran que no se encontró cambios significativos en función de la sensibilidad al contraste de forma binocular después de adaptar lentes de contacto multifocales de distancia al centro en el ojo dominante y un centro-cerca en el ojo no dominante.

## 5. Conclusiones

- Se concluye que no se encontraron diferencias significativas entre la monovisión y los lentes de contacto multifocales, por lo que ambas técnicas resultan igualmente efectivas para la corrección de la presbicia.
- Se encontró una mayor cantidad de pacientes de género femenino para la adaptación de las dos técnicas de lentes de contacto.
- Se determinó que no se encontró resultados significativos con las dos técnicas de adaptación mediante la prueba de agudeza visual.
- Se estableció que no se encontró resultados significativos con las dos técnicas de adaptación mediante el test de sensibilidad al contraste.

## 6. Conflicto de intereses

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

## 7. Declaración de Conflicto de Intereses

No existe ningún conflicto de interés relacionado con la presente investigación titulada “Estudio Comparativo en Lentes de Contacto Multifocales y Monovisión en Pacientes presbítas”.

Los investigadores no recibieron financiamiento, apoyo económico, material o institucional por parte de fabricantes, distribuidores o representantes comerciales de lentes de contacto multifocales o de cualquier otro producto óptico que pudiera influir en los resultados o en la interpretación de los datos obtenidos.

Así mismo, los autores no mantienen vínculos laborales, consultorías ni relaciones personales o profesionales que puedan afectar la objetividad del estudio o generar sesgos en el análisis y presentación de los resultados.

## 8. Costos de financiamiento

El presente estudio no contó con financiamiento externo. Los costos de ejecución y publicación fueron asumidos por los autores.

## 9. Referencias bibliográficas

1. Tilia D, Bakaraju RC, Chung J, Sha J, Delaney S, Munro A, et al. Short-Term visual performance of novel extended depth-of-focus contact lenses. *Optometry and Vision Science* [Internet]. 2016 [cited 15 September 2025]; 93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26808384/>
2. Palazzo JA. Revisión y análisis del tratamiento farmacológico de la presbicia en emetropía. *Oftalmología Clínica y Experimental* [Internet]. 2019 [citado 15 de septiembre 2025]; 12(1): 1-6. Disponible en: [https://oftalmologos.org.ar/oc\\_e\\_anteriores/files/original/8adcd011a14392e5807e1e8c0fc61c7e.pdf](https://oftalmologos.org.ar/oc_e_anteriores/files/original/8adcd011a14392e5807e1e8c0fc61c7e.pdf)
3. Bakaraju RC, Tilia D, Sha J, Diec J, Chung J, Kho D, et al. Lentes de contacto de profundidad de foco extendido vs. dos lentes multifocales comerciales: Parte 2. Rendimiento visual tras una semana de uso. *Journal of Optometry* [Internet]. 2018 [citado 15 de septiembre 2025]; 11(1): 21–32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.optom.2017.04.001>
4. Chang DH, Waring GO, Hom M, Barnett M. Presbyopia treatments by mechanism of action: a new classification system based on a review of the literature. *Clinical Ophthalmology* [Internet]. 2021 [cited 15 September 2025]; 15: 3733-3745. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34522079/>
5. Alvarez TL, Kim EH, Granger-Donetti B. Adaptation to progressive additive lenses: potential factors to consider. *Scientific Reports* [Internet]. 2017 [cited 15 September 2025]; 7(1):2529. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-02851-5>.
6. Zeri F, Naroo SA, Zoccolotti P, De Luca M. Pattern of reading eye movements during monovision contact lens wear in presbyopes. *Scientific Report* [Internet]. 2018 [cited 15 September 2025]; 8:15574. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-33934-6>

7. Hipsley AM, Hall B, Rocha KM. Scleral surgery for the treatment of presbyopia: where are we today? Eye and Vision [Internet]. 2018 [cited 15 September 2025]; 5:4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40662-018-0098-x>
8. Heranz R, Vecilla G. Manual de Optometría. Editorial Medica Panamericana [Internet]. 2012 [citado 15 de septiembre 2025]. Disponible en: [https://www.medicapanamericana.com/es-ES/libros/manual-de-optometria-2a-edicion?srsId=AfmBOoruVAcJAgs\\_hmw0q1cousJN-d3OM0GLbZj\\_I0vE4KM0KkwKoJq4](https://www.medicapanamericana.com/es-ES/libros/manual-de-optometria-2a-edicion?srsId=AfmBOoruVAcJAgs_hmw0q1cousJN-d3OM0GLbZj_I0vE4KM0KkwKoJq4)
9. Sharma G, Chiva-Razavi S, Viriato D, Naujoks C, Patalano F, Bentley S, et al. Patient-reported outcome measures in presbyopia: a literature review. BMJ Open Ophthalmology [Internet]. 2020 [cited 15 September 2025]; 5: e000453. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjophth-2020-000453>
10. Organización Mundial de la Salud [OMS] [Internet]. Ceguera y Discapacidad Visual. 2018 [citado 15 de septiembre 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
11. Shemesh Health Solutions [Internet]. Chart2020 - instruction for use (version 10). 2020 [cited 15 September 2025]. Available from: <https://www.chart2020.com/Chart2020/PDF/InitialSetupInstructions.pdf>
12. García Angulo M. Rendimiento visual del paciente presbita con lentes de contacto multifocales. Optometría Clínica y Ciencias de la Visión [Internet]. 2024 [citado 15 de septiembre 2025]; 3(1):20-29. Disponible en: <https://revistaoccv.es/index.php/occv/article/view/16>
13. Morgan PB, Efron N, Woods CA, Jones D, Jones L, Nichols JJ. International trends in prescribing multifocal and monovision soft contact lenses to correct presbyopia (2000–2023): an update. Contact Lens and Anterior Eye [Internet]. 2025 [cited 15 September 2025]; 48(2):102348. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clae.2024.102348>
14. Kim DY, Ahn H, Lee S, Jun I, Seo KY, Kim SY, et al. Efficacy of a new refractive multifocal contact lens for presbyopia. Scientific Report [Internet]. 2024 [cited 15 September 2025]; 14:8878. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-024-55918-5>

15. Mena-Guevara KJ, De Fez D, Pinero DP. Impact on distance and near contrast sensitivity of multifocal contact lenses: a systematic review. *Eye Contact Lens* [Internet]. 2025 [cited 15 September 2025]; 51(3): e117–e122. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/ICL.0000000000001149>



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**.



## Utilidad clínica de la adiponectina como marcador temprano en la detección de diabetes mellitus tipo 2

### *Clinical utility of adiponectin as an early marker in the detection of type 2 diabetes mellitus*

- <sup>1</sup> Tannia Pamela Ortiz Espinoza  <https://orcid.org/0009-0001-8235-0228>  
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador.  
Estudiante Facultad Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio Clínico  
[tortiz2649@uta.edu.ec](mailto:tortiz2649@uta.edu.ec)
- <sup>2</sup> Diana Paola Vinueza Ramón  <https://orcid.org/0009-0000-2925-8767>  
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador.  
Docente Facultad Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio Clínico  
[dp.vinueza@uta.edu.ec](mailto:dp.vinueza@uta.edu.ec)



#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/09/2025

Revisado: 13/10/2025

Aceptado: 20/11/2025

Publicado: 15/12/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3568>

Cítese: Ortiz Espinoza, T. P., & Vinueza Ramón, D. P. (2025). Utilidad clínica de la adiponectina como marcador temprano en la detección de diabetes mellitus tipo 2. *Anatomía Digital*, 8(4), 109-130. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v8i4.3568>



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](http://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:**

Adiponectina, diabetes mellitus tipo 2, resistencia a la insulina, diagnóstico temprano, marcadores bioquímicos.

**Resumen**

**Introducción:** La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica crónica que representa un grave problema de salud pública mundial. Se caracteriza por presentar hiperglucemia y resistencia a la insulina, las cuales pueden provocar complicaciones graves como ceguera, ataques cardíacos, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia renal y/o amputaciones. Sus síntomas suelen ser polidipsia, poliuria, polifagia, visión borrosa, astenia y pérdida involuntaria de peso, los mismos que se manifiestan de forma evidente en el transcurso de varios años. Es por esto por lo que persiste la necesidad del estudio de biomarcadores que ayuden en la detección de la DM2 en etapas tempranas, Por ejemplo, la adiponectina que cuenta con efectos antiinflamatorios y sensibilizadores a la insulina jugando un papel fundamental en el metabolismo energético y la homeostasis glucémica. Es una hormona secretada por el tejido adiposo, compuesta por 244 aa y con un peso molecular ~ 28 kDa. **Objetivo:** Evaluar la utilidad clínica de la adiponectina como marcador temprano en la detección de DM2 y su relación directa con otros parámetros bioquímicos. **Metodología:** revisión sistemática de la literatura con enfoque cualitativo y descriptivo utilizando criterios de inclusión y exclusión, y basada en la metodología PRISMA. **Resultados:** la adiponectina presenta una asociación inversa con factores de riesgo asociados al desarrollo de DM2, como por ejemplo la obesidad y la hipertrigliceridemia. Se observan valores normales de adiponectina en pacientes con normoglucemia, pero valores disminuidos en pacientes prediabéticos y diabéticos, lo que lleva a la adiponectina a posicionarse como un fuerte marcador para la detección de DM2 en etapas tempranas permitiendo de esta manera, un mejor manejo de la enfermedad. **Conclusión:** con base en la evidencia científica, la adiponectina se considera un marcador de relevancia clínica en la detección temprana de la DM2. Su disminución refleja un perfil metabólico desfavorable, reforzando así su papel protector y su potencial utilidad en estrategias de tamizaje y en el mejor manejo de la DM2. **Área de estudio general:** Laboratorio clínico **Área de estudio específica:** Bioquímica clínica. **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica sistemática.

**Keywords:**

Adiponectin,  
diabetes mellitus,  
type 2,  
insulin resistance,  
early diagnosis,  
biochemical  
markers.

**Abstract**

**Introduction:** Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a chronic metabolic disease that represents a serious global public health problem. It is characterized by the presence of hyperglycemia and insulin resistance, which can lead to severe complications such as blindness, heart attacks, strokes, kidney failure, and/or amputations. Its symptoms usually include polydipsia, polyuria, polyphagia, blurred vision, asthenia, and unintentional weight loss, which become evident over the course of several years. This is why the need persists in studying biomarkers that assist in the early detection of T2DM. For example, adiponectin, which has anti-inflammatory and insulin-sensitizing effects, plays a fundamental role in energy metabolism and glycemic homeostasis. It is a hormone secreted by adipose tissue, composed of 244 amino acids and with a molecular weight of approximately 28 kDa. **Objective:** Evaluate the clinical usefulness of adiponectin as an early marker in the detection of T2DM and its direct relationship with other biochemical parameters. **Methodology:** Systematic review of the literature with a qualitative and descriptive approach, using inclusion and exclusion criteria and based on the PRISMA methodology. **Results:** Adiponectin has been shown to have an inverse association with risk factors related to the development of T2DM, including obesity and hypertriglyceridemia. Normal adiponectin levels have been observed in patients with normoglycemia, but decreased levels in prediabetic and diabetic patients, which positions adiponectin as a strong marker for the early detection of T2DM, thereby allowing better disease management. **Conclusion:** Based on scientific evidence, adiponectin is considered a clinically relevant marker for the early detection of T2DM. Its decrease reflects an unfavorable metabolic profile, thus reinforcing its protective role and its potential usefulness in screening strategies and in the improved management of T2DM. **General Area of Study:** Clinical Laboratory. **Specific area of study:** Clinical Biochemistry. **Type of study:** Systematic bibliographic review.

## 1. Introducción

La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2) es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por presentar valores elevados de glucosa en sangre. Este proceso es conocido como hiperglucemia y se acompaña de Resistencia a la Insulina (IR), lo que provoca con el tiempo alteraciones graves, principalmente en nervios y vasos sanguíneos, como ceguera, ataques cardíacos, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia renal y en muchos de los casos amputación de miembros inferiores (1). Este trastorno se encuentra desarrollado por la combinación de dos factores principales: la IR y la disfunción progresiva no autoinmune de las células  $\beta$  pancreáticas generando una secreción defectuosa de insulina (2)(3). Según la Federación Internacional de Diabetes (4) la DM2 representa aproximadamente el 90% de los casos de diabetes diagnosticados hasta la actualidad.

La DM2 representa un grave problema de salud pública a nivel mundial, en las tres últimas décadas aumento significativamente su prevalencia. Su sintomatología suele ser leve, de manera que, pueden transcurrir varios años para que se manifieste de forma evidente, dentro de estos síntomas se encuentran: polidipsia, poliuria, polifagia, visión borrosa, astenia y pérdida involuntaria de peso, lo cual conduce a un diagnóstico en etapas avanzadas (1). Por ello persiste la necesidad de estudiar biomarcadores con mayor sensibilidad y especificidad que ayuden en la detección temprana de la DM2 para un mejor manejo de la enfermedad, como, por ejemplo, la adiponectina, la cual es una hormona circulante secretada por el tejido adiposo, y que se caracteriza por regular el sistema endocrino mejorando la sensibilidad a la insulina y actuando como factor protector frente al desarrollo de diabetes (5).

La adiponectina es una glicoproteína secretada principalmente por el tejido adiposo. Está compuesta por 244 aminoácidos y cuenta con un peso molecular de aproximadamente 28 Kilodaltons (kDa). Se caracteriza por presentar en su estructura una región señal N-terminal, seguida de una región variable, una región con dominio similar a colágeno y un dominio globular C-terminal, estructura la cual le permite formar distintos oligómeros como trímeros, hexámeros y dodecámeros, tomando en cuenta que los de mayor peso molecular son quienes cuentan con una mayor actividad biológica (5).

Esta glicoproteína cuenta con efectos antiinflamatorios y sensibilizadores a la insulina, por lo tanto, juega un papel fundamental en el metabolismo energético y en la homeostasis glucémica, estimula la oxidación de ácidos grasos en el músculo esquelético y posteriormente reduce el acúmulo de Triglicéridos (TG). La adiponectina se une a los receptores AdipoR1 y AdipoR2 para ejercer sus funciones. El receptor AdipoR1 tiene una alta afinidad por la adiponectina globular y una baja afinidad por la adiponectina de longitud completa dentro del músculo esquelético. Así también, el receptor AdipoR2 presenta una afinidad intermedia para las formas globulares y para la de alto peso molecular de longitud completa en el hígado (5).

Dentro de algunos estudios realizados en los últimos años se pudo demostrar que los niveles bajos de adiponectina en sangre se asocian de forma significativa con un mayor riesgo de desarrollar DM2 (6) (7). Se evidencia también que la adiponectina no solo influye en la mejora de la sensibilidad a la insulina, sino que además interactúa con hormonas como la leptina, modulando el riesgo metabólico en algunas poblaciones específicas (6).

Se evaluó también que los niveles circulantes de adiponectina se encuentran inversamente correlacionados con la IR y la obesidad, además las interacciones entre variantes genéticas y la dieta pueden modular los niveles de adiponectina afectando a su capacidad protectora frente a la enfermedad. Es así como estos hallazgos confirmaron que la adiponectina tiene un papel protector fundamental en lo que respecta a la prevención y progresión de la DM2, esto se da a través de su acción en la mejora de la sensibilidad a la insulina y la regulación tanto del metabolismo lipídico y del metabolismo glucídico (8).

Este biomarcador fue considerado como predictor del desarrollo DM2 en personas que cuentan con factores de riesgo como, por ejemplo quienes tienen familiares que padecen esta patología o personas obesas en las cuales se evidencio que los niveles de adiponectina se encuentran significativamente disminuidos (9).

Con base en la evidencia expuesta, la presente investigación busca evaluar la utilidad clínica de la adiponectina como marcador temprano en la detección de DM2, considerando la relación directa que mantiene con otros parámetros bioquímicos, por medio del análisis de la evidencia científica publicada en las distintas bases de datos tomadas en cuenta para el desarrollo de este artículo. De esta manera posterior a la investigación se podrían crear y aplicar nuevas estrategias de diagnóstico y prevención de esta patología en distintas poblaciones a las cuales se las considere en riesgo.

## 2. Metodología

El presente estudio es una revisión sistemática de la literatura con un enfoque cualitativo y descriptivo que se basará en la recopilación de la literatura científica disponible en bases de datos confiables para la búsqueda de información necesaria para el desarrollo del artículo acerca de la adiponectina y así lograr identificar su rol en la detección temprana de la DM2. Posterior a esto se seleccionó la información a aplicarse en el estudio mediante criterios de inclusión y exclusión, utilizando la metodología PRISMA (10).

Extracción de información:

En la **Tabla 1** se detallan los términos de estrategia de búsqueda, así como palabras clave y combinaciones usadas para la identificación de estudios de interés. Para cada base de datos: Web of Science, BVS y PubMed, se especifica el número de resultados obtenidos.

**Tabla 1**

*Estrategia de búsqueda en las bases de datos*

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Resultados
Web of Science	((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND (DIABETES MELLITUS TYPE 2) AND (DIAGNOSIS)	44
BVS	((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND (DIABETES MELLITUS TYPE 2) AND (DIAGNOSIS) ((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (DIAGNOSIS) (ADIPONECTIN) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (EARLY DIAGNOSIS)	175
PubMed	((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND (DIABETES MELLITUS TYPE 2) AND (DIAGNOSIS) ((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (EARLY DIAGNOSIS)	135

**Criterios de inclusión:**

- Artículos originales, ensayos clínicos aleatorizados, estudios de cohorte que cuentan con información acerca de la adiponectina su síntesis, función y relación con la DM2.
- Artículos publicados entre 2020 y 2025, complementados por estudios clave anteriores a 2020, considerados relevantes para el desarrollo de la investigación.
- Se tomaron en cuenta artículos tanto en inglés como en español.
- Artículos con índices de impacto Q1, Q2, y regionales publicados en revistas que no se encuentran indexadas en bases de datos como Scopus y Web of Science, pero que aportan información relevante para el estudio.

**Criterios de exclusión:**

- Estudios que no se encuentran directamente relacionados con la adiponectina como marcador temprano en la detección de DM2.
- Estudios que no brindan acceso a la información completa.
- Estudios dirigidos hacia otra población que no sean adultos.
- Estudios realizados en animales.

Para el desarrollo de la presente investigación, se llevó a cabo una búsqueda estructurada de información en bases de datos científicas como Web of Science, BVS y Pubmed.

Se realizó un proceso de filtración mediante la herramienta Rayyan para eliminar archivos duplicados y se siguieron los lineamientos de la metodología PRISMA (10), la cual contempla etapas de identificación, cribado, evaluación de elegibilidad y selección final de artículos como se visualiza en la **Figura 1**. En el cribado de los 201 registros restantes, se seleccionaron 40 para ser evaluados a texto completo. Se excluyeron 161 registros por no cumplir con los criterios de inclusión de la búsqueda. De los 40 estudios elegidos para recuperación se excluyeron 7 por enfocar su estudio en otro tipo de diabetes, 5 por ser realizados en animales y 4 porque la población del estudio no era adulta.

La estrategia de búsqueda fue diseñada mediante la técnica PICOTS, formulando así la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la utilidad clínica de la adiponectina como marcador temprano en la detección de diabetes mellitus tipo 2 en adultos con riesgo a desarrollarla?

**P.-** adultos con riesgo de desarrollar DM2

**I.-** detección de los niveles de adiponectina

**C.-** no aplica

**O.-** detección temprana de DM2

**T.-** artículos publicados entre los años 2020-2025 y estudios previos a 2020 considerados relevantes para el desarrollo de la investigación.

**S.-** revisión bibliográfica

Se emplearon los siguientes términos de búsqueda: ((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND (DIABETES MELLITUS TYPE 2) AND (DIAGNOSIS). ((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (DIAGNOSIS). (ADIPONECTIN) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (EARLY DIAGNOSIS) y ((ADIPONECTIN) OR (ADIPOQUINE)) AND ((DIABETES MELLITUS TYPE 2) OR (DMNID)) AND (EARLY DIAGNOSIS).

En la **Figura 1** se puede visualizar el resultado del proceso de búsqueda, en el cual se obtuvieron (n=44) resultados en *Web of Science* (n=175) en BVS, (n=135) en PubMed con un número total de (n=354) para la investigación.

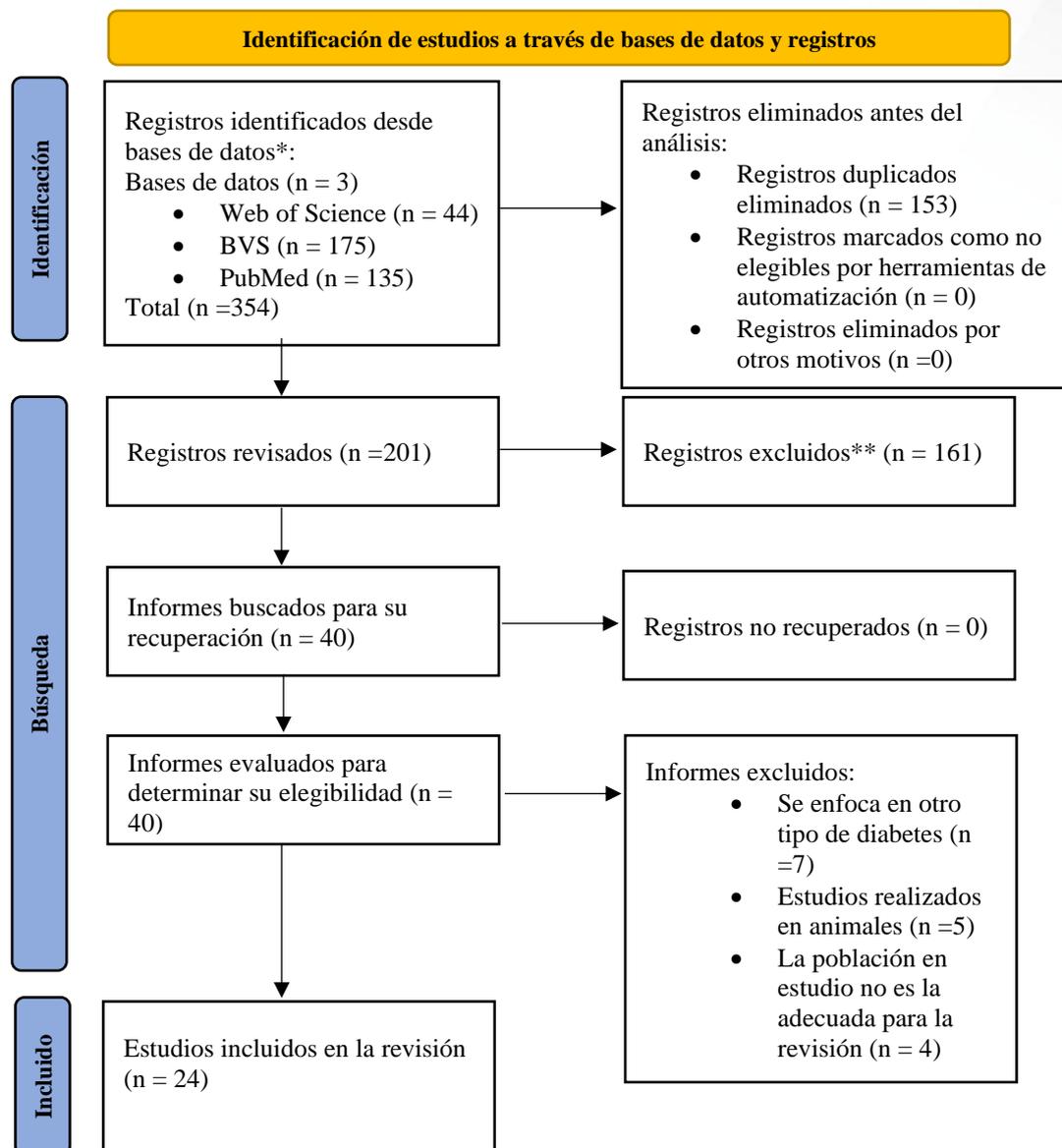


Figura 1. Diagrama de flujo, basado en el método PRISMA. Fuente: PRISMA statement (10)

### 3. Resultados

Tras la revisión de 24 estudios, se identificó que la mayor parte de la evidencia científica señala una asociación inversa y significativa entre los niveles de adiponectina y la DM2. Adicionalmente, esta asociación desfavorable se extiende a la prediabetes y a la resistencia a la insulina. De manera crucial, se evidencia que este patrón se asocia con la aparición de peores perfiles metabólicos, los cuales se caracterizan por presentar un elevado índice de masa corporal ( $\geq 26 \text{ kg/m}^2$ ), hipertrigliceridemia ( $> 150 \text{ mg/dL}$ ), un incremento en el índice HOMA-IR (2.9-4.9), así como concentraciones elevadas de glucosa basal (100 mg/dL-180 mg/dL).

**Tabla 2.** Relación adiponectina, DM2 y peores perfiles metabólicos

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Bidulescu et al. (2020) (6)	Pacientes de entre 21 a 94 años	ELISA	Los valores de adiponectina se asociaron inversamente con la DM2, después del ajuste por HOMA-IR en mujeres (HR = 0,68, IC del 95 % = 0,55-0,84). Esta asociación inversa estuvo presente en participantes con obesidad (IMC: $\geq 30\text{kg/m}^2$ ). Mientras que la leptina presentó una asociación positiva	La adiponectina muestra una asociación inversa con la DM2 lo que indica que niveles elevados actúan como factor protector frente a la enfermedad sobre todo en pacientes con obesidad abdominal.
Hong et al. (2023) (7)	Personas de 18 a 70 años	Inmunoensayo turbidimétrico mejorado con látex	Pacientes con un peor estado glucémico presentaron peores perfiles metabólicos. Existió una tendencia decreciente de los niveles de adiponectina desde normoglucemia, prediabetes y diabetes (4.0 mg/L > 3.7 mg/L > 3.2 mg/L) respectivamente. Los factores de riesgo de DM2 se correlacionaron negativamente con los niveles de adiponectina. Entre la población sin factores de riesgo de DM2, la proporción de adiponectina en el cuartil alto fue mayor.	La adiponectina se podría asociar de forma negativa con la DM2 y la prediabetes. Diversos factores metabólicos pueden influir entre la relación de la adiponectina y la diabetes por lo tanto podría considerarse como un marcador predictivo sobre las alteraciones en los valores de glucosa.
Coltell et al. (2021) (8)	954 adultos	ELISA	La adiponectina se correlacionó de forma positiva con el HDL-c e inversamente con los TG, glucosa basal y la DM2 ( $p=1.4 \times 10^{-7}$ ). Se correlacionó negativamente la adiponectina con la circunferencia de la cintura.	La adiponectina se encuentra asociada con un mejor perfil lipídico. Niveles altos de adiponectina se asociaron con un menor riesgo de DM2 (OR = 0.61; IC 95%: 0.46–0.80; $p=4.4 \times 10^{-4}$ )

**Tabla 2.** Relación adiponectina, DM2 y peores perfiles metabólicos (continuación)

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Ganesh & Palem (2022) (11)	Adultos de entre 30 a 70 años prediabéticos, diabéticos y controles	ELISA	Los valores de adiponectina disminuyeron de forma significativa en personas prediabéticas ( $3.22 \pm 0.98$ ug/mL) en comparación con el grupo control ( $5.36 \pm 2.24$ ug/mL). Existió una asociación inversa entre la adiponectina, el IMC, la HbA1c, insulina y HOMA-IR.	La disminución de los valores de adiponectina en la prediabetes podría servir como un posible marcador de DM2
Liao et al. (2021) (12)	98 pacientes con DM2 y 98 controles	ELISA	Pacientes con DM2 mostraron medidas corporales más grandes (circunferencia de la cintura, del antebrazo y de la pantorrilla). La leptina se asoció de forma positiva con la DM2 (OR = 1.09) y la adiponectina de forma negativa (OR=0.982). Participantes con niveles bajos de adiponectina presentaron un mayor riesgo para desarrollar DM2.	Los niveles de adiponectina y leptina y su relación son de gran utilidad para detectar el riesgo de desarrollar DM2.
Mohammed et al. (2023) (13)	150 mujeres de 30 a 45 años	ELISA	Mujeres con DM2 presentaron valores elevados de glucosa, HbA1c, triglicéridos, IMC, HOMA-IR, valores elevados de leptina, menor c-HDL y bajos niveles de adiponectina ( $5 \pm 3.02$ $\mu$ g/mL) con baja sensibilidad a la insulina (HOMA-IR >2.9). Los valores de leptina en DM2 fueron elevados ( $25.7 \pm 10.12$ ng/mL), esta se asocia positivamente con el HOMA-IR y la adiponectina de forma negativa con el HOMA-IR, TG, CC.	La disminución de los niveles de adiponectina se encuentra asociada con la reducción de HDL-c. las personas con niveles altos de leptina y bajos de adiponectina deben ser monitoreados para reducir complicaciones de la DM2.

**Tabla 2.** Relación adiponectina, DM2 y peores perfiles metabólicos (continuación)

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Liu et al. (2020) (14)	85 participantes sanos y 38 pacientes con DM2	ELISA	Los valores de leptina e insulina fueron menores en pacientes con DM2 recién diagnosticados con IMC normal, y mayores en obesos ( $31.3 \pm 3.0 \text{ kg/m}^2$ ). La resistina fue mayor en pacientes con DM2 y obesos. Tras el ajuste del IMC y CC, las diferencias en la concentración de leptina y adiponectina seguían siendo significativas.	En pacientes con DM2 las adipocinas difirieron entre el IMC normal y obesidad. Los pacientes obesos presentaron un perfil alterado de adipocinas, valores elevados de leptina ( $6.77 \text{ ng/mL}$ ) y disminuidos de adiponectina ( $1.03 \text{ mg/mL}$ )
Omar et al. (2022) (15)	102 adultos diabéticos y 102 controles	ELISA	Se pudo notar una fuerte correlación negativa entre los niveles séricos de adiponectina ( $5,9 \pm 1,6 \text{ ng/mL}$ ) y glucosa en ayunas ( $164,5 \pm 16,7 \text{ mg/dL}$ ), mientras que se observa una correlación positiva entre los niveles de resistina ( $18,2 \pm 2,7 \text{ ng/mL}$ ) y glucemia plasmática en DM2.	Los valores elevados de glucosa y resistina y la reducción de los niveles de adiponectina en pacientes con DM2 podrían ser útiles como marcadores de diagnóstico.
Hussain et al. (2025) (16)	100 controles y 100 pacientes con DM2	ELISA	Pacientes con DM2 presentaron valores elevados de PCR ( $7.18 \pm 3.66 \text{ ug/ml}$ ), TNF-a ( $30.36 \pm 11.87 \text{ pg/ml}$ ), IL-6 ( $9.74 \pm 5.68 \text{ pg/ml}$ ) y valores bajos de IL-10 ( $5.73 \pm 3.21 \text{ pg/ml}$ ) y adiponectina ( $6.14 \pm 3.65 \text{ mg/mL}$ ). La adiponectina presentó una relación negativa con el IMC, HbA1c, TG, insulina y HOMA-IR y una relación positiva con HDL-c. El riesgo de desarrollar DM2 disminuye con valores elevados de adiponectina.	El aumento de los niveles de PCR, TNF-a, IL-6, cortisol y una disminución en los valores de adiponectina aumentan la probabilidad de desarrollar DM2.

**Nota:** La conversión de unidades de adiponectina es:  $1 \text{ mg/L} = 1 \text{ } \mu\text{g/mL} = 1000 \text{ ng/mL}$ .

Múltiples estudios confirmaron la correlación negativa entre el índice HOMA-IR y las concentraciones de adiponectina (11) (13) (16). En un estudio realizado en mujeres con DM2 se observó bajos niveles de adiponectina ( $5 \pm 3.02 \text{ } \mu\text{g/mL}$ ) y baja sensibilidad a la insulina (HOMA-IR  $>2.9$ ) (13).

Esta asociación inversa se mantiene incluso en participantes con obesidad (IMC:  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) (6), y la adiponectina se correlaciona negativamente con el IMC y la circunferencia de la cintura (8) (16). En un estudio realizado en pacientes con DM2 y obesidad se reportó valores de adiponectina disminuidos (1.03mg/mL) y un IMC promedio de  $31.3 \pm 3.0 \text{ kg/m}^2$  (14).

También se encontró una correlación negativa con la hipertrigliceridemia y la hiperglucemia basal (8) (15) (16), en donde reportaron valores de adiponectina sérica de ( $5,9 \pm 1,6 \text{ ng/mL}$ ) y glucosa basal de ( $164,5 \pm 16,7 \text{ mg/dL}$ ) en diabéticos (15), como se visualiza en la **Tabla 2**.

Asimismo se evidencio que la relación Leptina/Adiponectina (AdipoQ/Lep) presenta una mayor sensibilidad y especificidad en la detección de la IR en comparación con el índice HOMA-IR. Dicho índice presenta con mayor exactitud el desequilibrio en las funciones metabólicas, superando a la capacidad predictiva de la adiponectina ( $R_s = -0.304$ ,  $P 0.033$ ) y leptina ( $R_s = 0.422$ ,  $P 0.003$ ) individualmente. Se pudo evidenciar que el cociente AdipoQ/Lep muestra una correlación negativa más fuerte con las concentraciones de insulina en comparación con el índice HOMA-IR (17). Por otra parte se demostró que este índice resulta más apropiado para identificar IR en mujeres de edad avanzada (18). Por ende estos resultados sugieren que este índice podría ser un marcador con mayor sensibilidad, tal como se muestra en la **Tabla 3**.

**Tabla 3.** Índice adiponectina/leptina

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Castela et al. (2023) (17)	Adultos con obesidad	Inmunoensayo de citometría de flujo con microesferas multiplex	Se obtuvieron correlaciones significativas entre AdipoQ/Lep y parámetros de la composición corporal junto con marcadores de obesidad. AdipoQ/Lep tuvo una correlación negativa con los valores de insulina en ayunas ( $R_s = -0.625$ , $P < 0.001$ ), teniendo una correlación más fuerte con HOMA-IR que HOMA-IR con leptina ( $R_s = 0.422$ , $P 0.003$ ) o adiponectina ( $R_s = -0.304$ , $P 0.033$ ) por separado.	El índice AdipoQ/Lep tiene una mayor significancia en indicar obesidad, composición corporal y sensibilidad a la insulina que adiponectina o leptina individualmente

**Tabla 3.** Índice adiponectina/leptina (continuación)

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Biercewicz et al. (2020) (18)	88 mujeres mayores	ELISA	Se logró notar concentraciones elevadas de leptina, índice leptina/adiponectina con un AUCROC de 0.705 (P=0.0004), glucosa e insulina en pacientes con IR en comparación con pacientes sanos. Con un aumento de LAR la adiponectina disminuyó.	El índice AdipoQ/Lep es más adecuado para identificar IR en personas mayores incluso mejor que las dos adipocinas por separado.

Como se puede evidenciar en la **Tabla 4** la adiponectina representa un papel protector frente a la IR tanto en hombres como en mujeres, sin embargo, dentro de algunos estudios se pudo evidenciar que esta asociación inversa podría ser más pronunciada en ciertos grupos, por ejemplo: la asociación inversa entre la adiponectina y la IR es observada en ambos sexos (19), así también algunos estudios sugirieron que podría ser más pronunciada en mujeres, así como en el contexto de patologías específicas como el SOP (20), confirmando su función como marcador de IR en este grupo de mujeres.

**Tabla 4.** Adiponectina según el sexo y obesidad

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Chávez-Guevara et al. (2023) (19)	50 adultos jóvenes	ELISA	Hombres presentaron niveles más bajos de grasa corporal y más elevados de tejido adiposo visceral y glucosa en ayunas. La adiponectina presentó un valor más bajo en hombres y una correlación negativa con HOMA-IR en ambos sexos (hombres $r = -0.58$ ), (mujeres $r = -0.50$ ), la leptina presentó una asociación positiva con HOMA-IR solo en hombres ( $r = 0.41$ ).	La adiponectina protege contra la IR en ambos sexos y la leptina tiene una relación positiva con la IR en hombres indicando posibles diferencias por sexo respecto a la regulación metabólica de esta hormona.
Yang et al. (2025) (20)	154 mujeres	ELISA	Mujeres con IR presentaron niveles bajos de adiponectina ( $4.94 \pm 1.67$ mg/L) y leptina/adiponectina y valores elevados de glucosa, insulina y TG. Se logró evidenciar una asociación negativa entre APN y HOMA-IR después de ajustar el IMC, confirmando su función como marcador de IR en mujeres con SOP.	La adiponectina es un biomarcador con mayor sensibilidad (63.6%) y confianza que la leptina para detectar IR en mujeres con SOP.

La adiponectina al ser una hormona que en presencia de obesidad se encuentra disminuida fue objeto de estudios que analizaron como ciertas intervenciones podrían influir en sus niveles. Se pudo evidenciar el desarrollo de una investigación en donde el ejercicio físico contribuye de forma significativa al aumento de los niveles de adiponectina ( $456.3 \pm 42$  pg/ml a  $586.3 \pm 87.8$  pg/ml) (21) así como ( $6.9 \pm 3.9$  ug/ml a  $8.5 \pm 4.9$  ug/ml) (22). Por lo tanto estos hallazgos sugieren que el ejercicio puede tener efectos beneficiosos en la sensibilidad a la insulina, haciendo que la adiponectina pueda ser utilizada como un marcador útil en el diagnóstico temprano de DM2, así como también en el desarrollo de intervenciones terapéuticas, como se puede visualizar en la **Tabla 5**.

**Tabla 5.** Adiponectina y ejercicio

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Mudjanarko et al. (2023) (21)	Adultos de 35 a 55 años	ELISA	El grupo que realizó ejercicio presentó un aumento en los niveles de adiponectina ( $456.3 \pm 42$ pg/ml a $586.3 \pm 87.8$ pg/ml) ( $p = 0.04$ , $p < 0.05$ ) por lo que el programa de ejercicio tuvo un efecto positivo sobre la adiponectina.	Cualquier tipo de ejercicio rutinario tiene efectos beneficiosos sobre los niveles de adiponectina.
Wang et al. (2015) (22)	Mujeres de entre 50 y 70 años	ELISA	El grupo que fue intervenido con restricción calórica y ejercicio aumentó la concentración de adiponectina un 34% ( $6.9 \pm 3.9$ ug/ml a $8.5 \pm 4.9$ ug/ml) ( $p = 0.0001$ ).	La adición del ejercicio y la restricción calórica aumentaron la concentración de adiponectina plasmática, por ende, el ejercicio puede ser sensibilizador de la respuesta de la adiponectina ante la pérdida de peso.

**Nota:** La conversión de unidades de adiponectina es:  $1 \text{ mg/L} = 1 \mu\text{g/mL} = 1000 \text{ ng/mL} = 1\,000\,000 \text{ pg/mL}$ .

En la **Tabla 6** se sugirió también la combinación entre la adiponectina y marcadores como la proproteína convertasa subtilisina/kexina tipo 9 (PCSK9) o el factor de crecimiento de fibroblastos 21 (FGF-21) los cuales son marcadores comprometidos en la regulación metabólica. En un estudio realizado en pacientes con DM2 y prediabetes se pudo visualizar que en pacientes con prediabetes se presentaron niveles elevados de PCSK9,  $924.20$  ( $673.38$ ) ng/ml y adiponectina  $6.22$  ( $4.51$ ) mg/ml, en hombres los niveles de PCSK9 fueron elevados con niveles bajos de adiponectina (23). En adultos diabéticos tratados con combinaciones terapéuticas, los niveles de FGF-21 (32.9% más) y adiponectina fueron elevados, lo que se podría interpretar como una respuesta metabólica compensatoria (24)

**Tabla 6.** Adiponectina y combinación con otros marcadores

Autor y año	Población	Método	Resultado	Conclusión
Gu et al. (2025) (23)	768 pacientes con DM2 y 760 pacientes con prediabetes	Inmunoturbidimetría mejorada con látex	Los valores de PCSK9 fueron más elevados en pacientes prediabéticos 924.20 (673.38) ng/ml al igual que la adiponectina 6.22 (4.51) mg/ml. Mientras aumentaban los valores de PCSK9 o adiponectina también aumentaba el HOMA- B. PCSK9 tuvo una correlación positiva con la adiponectina y la adiponectina se correlacionó negativamente con el IMC. Glucosa, HbA1c y HOMA-IR.	Pacientes con prediabetes presentaron niveles más elevados de PCSK9 y adiponectina que pacientes con DM2. Los dos marcadores tuvieron una correlación positiva con la homeostasis de la función de las células pancreáticas. PCSK9 y adiponectina combinados pueden ser un posible biomarcador de progresión de prediabetes a DM2 (AUC de 0.751;95% CI 0.727-0.775).
Al-Qusous et al. (2024) (24)	Adultos de entre 30 a 65 años	ELISA	Diabéticos presentaron valores elevados de FGF-21(32.9% más) sugiriendo una respuesta compensatoria, fue aún mayor en pacientes con tratamientos combinados (37.6% y 34.1%). Al igual que la adiponectina que se elevaron sus valores en respuesta a tratamientos combinados (12.32%).	Los niveles de FGF-21 y adiponectina aumentaron en respuesta al tratamiento en DM2, estos dos marcadores pueden servir en el diagnóstico de esta enfermedad.

**Nota:** La conversión de unidades de adiponectina es: 1 mg/L = 1 µg/mL = 1000 ng/mL.

#### 4. Discusión

Los niveles séricos de adiponectina mostraron una tendencia decreciente conforme el deterioro glucémico avanzado, es así como Hong et al. (7) y Ganesh & Palem (11) concuerdan en que se presentan valores normales de adiponectina en pacientes con normoglucemia, valores intermedios en prediabéticos y niveles significativamente menores en pacientes con DM2. Lo que indica el desarrollo de IR asociada a la alteración

en el tejido adiposo. Por otra parte, la presente relación inversa se mantiene incluso después del ajuste por HOMA-IR como indica Bidulescu et al. (6) en su estudio sugiriendo un efecto biológico independiente de la obesidad o la hiperglucemia.

Así también, los niveles de adiponectina se asociaron de forma negativa con peores perfiles metabólicos, determinados por un aumento del IMC, hipertrigliceridemia y IR medida por HOMA-IR. Es así como estos hallazgos concuerdan con los resultados reportados por Bidulescu et al. (6) donde se describe esta correlación inversa entre la adiponectina frente al IMC y circunferencia de la cintura reafirmando el papel protector que esta hormona presenta frente al deterioro metabólico y Coltell et al. (8) quien indica que la hipoadiponectinemia se asocia con la hipertrigliceridemia y la reducción de HDL-c, mostrando un perfil lipídico aterogénico característico de la IR.

Según Mohammed et al. (13) y Liu et al. (14) concuerdan en que los pacientes con DM2 y obesidad presentaron valores significativamente más bajos de adiponectina y valores elevados de leptina, IMC y HbA1c reforzando el papel de la adiponectina como un marcador de disfunción adipocitaria y confirmando la relación entre el desequilibrio de las adipocinas con el deterioro metabólico de la DM2.

La relación que guarda la leptina y la adiponectina cobro relevancia a nivel diagnóstico en los últimos años es así como Castela et al. (17) y Biercewicz et al. (18) concuerdan en que el índice AdipoQ/Lep presenta una mayor sensibilidad y especificidad que el HOMA-IR en la detección temprana de la IR. El presente índice refleja el balance funcional del tejido adiposo, al predominar la leptina estimulará la inflamación y lipogénesis y al predominar la adiponectina favorecerá a la oxidación de ácidos grasos y la captación de glucosa. Es así como, una relación elevada de AdipoQ/Lep representa un medio metabólicamente desfavorable y mejor predictor del riesgo de desarrollar DM2 que cada una de las adipocinas por separado.

Factores biológicos como el sexo y la obesidad presentan también influencia sobre los valores de adiponectina, es así como la adiponectina presenta una asociación negativa con la IR en ambos sexos, sin embargo Chávez-Guevara et al. (19) y Yang et al. (20) concuerdan en que presenta una mayor sensibilidad en mujeres. Esto podría explicarse por diferencias a nivel hormonal y metabólico debido a que el tejido adiposo subcutáneo de pacientes de género femenino presenta una mayor secreción de adiponectina, mientras que el tejido visceral masculino es propenso a generar un perfil más inflamatorio.

En este contexto en mujeres con Síndrome de Ovario Poliquístico (SOP) la hipoadiponectinemia se mantuvo incluso después del ajuste por IMC, lo que puede indicar una alteración endocrina intrínseca (20). Sugiriendo de esta manera que se puedan establecer rangos de referencia dependiendo el sexo y el estado hormonal de los pacientes,

tomando en cuenta que estos valores podrían estar modificados por los estrógenos o la distribución del tejido adiposo.

El ejercicio físico demostró tener un efecto positivo en las concentraciones plasmáticas de adiponectina. Es así como Mudjanarko et al. (21) y Wang et al. (22) concuerdan en que la actividad física regular incrementa de forma significativa los niveles de adiponectina acompañados de mejoras en la sensibilidad a la insulina. Este hallazgo podría ser atribuido a la oxidación de ácidos grasos y a la reducción del tejido adiposo, favoreciendo de esta manera la síntesis de la adiponectina. Por lo tanto, se sugiere que la adiponectina podría llegar a ser utilizada también como indicador de respuesta a ciertas intervenciones terapéuticas que tengan base en el ejercicio o cambios en el estilo de vida.

Otro de los datos de interés se relaciona con el papel de la adiponectina dentro de redes metabólicas con mayor amplitud, es así como Gu et al. (23) evidenciaron correlaciones positivas entre adiponectina y PCSK9 en pacientes prediabéticos lo cual sugiere una posible sincronía compensatoria entre estos marcadores en fases tempranas del deterioro glucémico. Así también Al-Qusous et al. (24) evidenciaron incrementos coincidentes de FGF-21 y adiponectina en pacientes bajo tratamiento, pudiéndose tratar de una respuesta adaptativa encaminada a restablecer la homeostasis metabólica. Estos hallazgos generan la posibilidad de generar paneles combinados de biomarcadores para una caracterización más precisa del riesgo metabólico.

Así, la adiponectina representa un biomarcador de gran utilidad clínica en la detección temprana de la DM2, debido a que sus niveles disminuyen en etapas de prediabetes reflejando IR y disfunción metabólica. Su inclusión en índices como el índice AdipoQ/Lep fortalece su valor tanto diagnóstico y pronóstico, indicando que esta puede posicionarse como una herramienta prometedora en la prevención y seguimiento de la enfermedad.

Las principales limitaciones de los estudios revisados incluyen variaciones en edad, sexo, IMC y comorbilidades que pueden influir en los niveles de adiponectina, dificultando así la comparación entre investigaciones. Algunos estudios presentan un diseño transversal lo cual impide determinar si las alteraciones de la adiponectina predicen la progresión hacia DM2. Se evidenció también pocos estudios de mujeres con condiciones hormonales específicas, adultos mayores y poblaciones latinoamericanas. Estas limitaciones generan la necesidad de realizar estudios longitudinales en poblaciones ajustadas por sexo y composición corporal, así como el análisis coste-efectividad que permitan implementar a la adiponectina en el tamizaje temprano de la DM2.

## 5. Conclusiones

- La revisión realizada indica principalmente una asociación inversa y significativa entre los niveles de adiponectina y la IR respecto a la progresión y desarrollo de la DM2. La hipoadiponectinemia se relaciona también con el aumento de HOMA-IR, obesidad, hipertrigliceridemia lo cual enfoca a este biomarcador como protector frente al desarrollo glucémico.
- Finalmente se evidencio también que los valores de adiponectina se presentan en valores mayores en pacientes no diabéticos, valores intermedios en prediabéticos y menores en pacientes que presentan DM2, sugiriendo de esta manera la utilidad de la adiponectina para detectar alteraciones en el metabolismo de la glucosa en etapas tempranas.
- Al comparar los valores de adiponectina sérica con otros parámetros bioquímicos utilizados para el diagnóstico de DM2 se observó una correlación negativa de este analito con la glucosa basal, insulina, índice HOMA-IR, HbA1C. En conjunto estos hallazgos posicionan a la adiponectina como un marcador con gran potencial para el tamizaje temprano de la DM2. Así también, su disminución refleja un desequilibrio funcional del tejido adiposo, lo que refuerza su papel en las etapas iniciales de esta enfermedad. Por otra parte, intervenciones como el ejercicio o modificaciones en el estilo de vida incrementaron los niveles de adiponectina convirtiéndolo en un indicador útil de respuesta terapéutica y fortaleciendo su relevancia clínica.

## 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. Organización Mundial de la Salud. Diabetes [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 5]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
2. Galicia-Garcia U, Benito-Vicente A, Jebari S, Larrea-Sebal A, Siddiqi H, Uribe KB, et al. Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. International Journal of

- Molecular Sciences [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 5];21(17):6275. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7503727/>
3. Lu X, Xie Q, Pan X, Zhang R, Zhang X, Peng G, et al. Type 2 diabetes mellitus in adults: pathogenesis, prevention, and therapy. Signal Transduction and Targeted Therapy [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 5]; 9:262. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41392-024-01951-9>
  4. International Diabetes Federation [Internet]. Type 2 diabetes. 2025 [cited 2025 Sep 5]. Available from: <https://idf.org/about-diabetes/types-of-diabetes/type-2/>
  5. Khoramipour K, Chamari K, Hekmatikar AA, Ziyaiyan A, Taherkhani S, Elguindy NM, et al. Adiponectin: structure, physiological functions, role in diseases, and effects of nutrition. Nutrients [Internet]. 2021 [cited 2025 Sep 5]; 13(4):1180. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/nu13041180>
  6. Bidulescu A, Dinh PC, Sarwary S, Forsyth E, Luetke MC, King DB, et al. Associations of leptin and adiponectin with incident type 2 diabetes and interactions among African Americans: the Jackson heart study. BMC Endocrine Disorders [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 5]; 20(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12902-020-0511-z>
  7. Hong X, Zhang X, You L, Li F, Lian H, Wang J, et al. Association between adiponectin and newly diagnosed type 2 diabetes in population with the clustering of obesity, dyslipidaemia, and hypertension: a cross-sectional study. BMJ Open [Internet]. 2023 [cited 2025 Sep 12]; 13(2):060377. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2021-060377>
  8. Coltell O, Ortega-Azorín C, Sorlí J V, Portolés O, Asensio EM, Saiz C, et al. Circulating adiponectin and its association with metabolic traits and type 2 diabetes: gene-diet interactions focusing on selected gene variants and at the genome-wide level in high-cardiovascular-risk Mediterranean subjects. Nutrients [Internet]. 2021 [cited 2025 Sep 5]; 13(2):541. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/nu13020541>
  9. Abdella NA, Mojiminiyi OA. Clinical applications of adiponectin measurements in type 2 diabetes mellitus: screening, diagnosis, and marker of diabetes control. Disease Markers [Internet]. 2018 [cited 2025 Sep 5]; 2018(1):5187940. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6057311/>
  10. PRISMA. Flow diagram 2020 [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 5]. Available from: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>

11. Ganesh V, Palem SP. Adiponectin Can Be an early predictable marker for type 2 diabetes mellitus and nephropathy. *Cureus* [Internet]. 2022 [cited 2025 Sep 5]; 14(7): e27308. Available from: <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.27308>
12. Liao PJ, Ting MK, Wu IW, Chen SW, Yang NI, Hsu KH. Higher Leptin-to-adiponectin ratio strengthens the association between body measurements and occurrence of type 2 diabetes mellitus. *Front Public Health* [Internet]. 2021 [cited 2025 Sep 5]; 9:678681. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2021.678681>
13. Mohammed Saeed W, Nasser Binjawhar D. Association of serum Leptin and adiponectin concentrations with Type 2 diabetes biomarkers and complications among Saudi women. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity* [Internet]. 2023 [cited 2025 Sep 12]; 2023(16):2129-2140. Available from: <http://dx.doi.org/10.2147/DMSO.S405476>
14. Liu W, Zhou X, Li Y, Zhang S, Cai X, Zhang R, et al. Serum leptin, resistin, and adiponectin levels in obese and non-obese patients with newly diagnosed type 2 diabetes mellitus. A population-based study. *Medicine* [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 12]; 99(6):e19052. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000019052>
15. Omar S, Higazi H, Babker AMA, Mohammed SMA, Eltoum AE. Assessment of adiponectin and resistin indexes compared to FBG and useful as diagnostic biomarkers in insulin resistance and type 2 diabetes. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences* [Internet]. 2022 [cited 2025 Sep 5]; 10(B):853-856. Available from: <http://dx.doi.org/10.3889/oamjms.2022.9297>
16. Hussain S, Yadav S, Sawlani KK, Usman K, Khattri S. Evaluating pro-and anti-inflammatory biomarkers for predicting type 2 diabetes mellitus in the geriatric population and correlation with clinical and biochemical parameters. *Cureus* [Internet]. 2025 [cited 2025 Sep 5]; 17(1): e77896. Available from: <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.77896>
17. Castela I, Morais J, Barreiros-Mota I, Silvestre MP, Marques C, Rodrigues C, et al. Decreased adiponectin/leptin ratio relates to insulin resistance in adults with obesity. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* [Internet]. 2023 [cited 2025 Sep 12]; 324(2): E115-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1152/ajpendo.00273.2022>
18. Biercewicz M, Slusarz R, Kedziora-Kornatowska K, Filipaska K, Bielawski K, Ruszkowska-Ciastek B. Assessment of leptin-to-adiponectin ratio in prediction of insulin resistance and nutrition status in a geriatric female population. *Journal of*

- Physiology and Pharmacology [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 5]; 71(1): 35-46. Available from: <http://dx.doi.org/10.26402/jpp.2020.1.02>
19. Chávez-Guevara IA, Amaro-Gahete FJ, Osuna-Prieto FJ, Labayen I, Aguilera CM, Ruiz JR. The role of sex in the relationship between fasting adipokines levels, maximal fat oxidation during exercise, and insulin resistance in young adults with excess adiposity. Biochemical Pharmacology [Internet]. 2023 [cited 2025 Sep 5]; 216: 115757. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bcp.2023.115757>
  20. Yang J, Lin M, Tian X, Li C, Wu H, Deng L, et al. Serum adiponectin level is negatively related to insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome. Endocrine Connections [Internet]. 2025 [cited 2025 Sep 5]; 14(1): e240401. Available from: <http://dx.doi.org/10.1530/EC-24-0401>
  21. Mudjanarko SW, Irawati A, Tinduh D, Susanto TN. Efeito do exercício em esteira de intensidade moderada no aumento dos níveis de adiponectina em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. Revista Brasileira de Medicina do Esporte [Internet]. 2023 [cited 2025 Sep 27]; 29: e2022\_0144. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202329022022\\_0144p](http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202329022022_0144p)
  22. Wang X, You T, Murphy K, Lyles MF, Nicklas BJ. Addition of exercise increases plasma adiponectin and release from adipose tissue. Medicine & Science in Sports & Exercise [Internet]. 2015 [cited 2025 Sep 5]; 47(11):2450–2455. Available from: <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0000000000000670>
  23. Gu JX, Wang K, Zhang AM, Yin Y, Li SS, Zhang N, et al. The correlation between proprotein convertase subtilisin/kexin type 9 and adiponectin in the progression from prediabetes to type 2 diabetes mellitus. Scientific Reports [Internet]. 2025 [cited 2025 Sep 27]; 15(1):8517. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-93750-7>
  24. Al-Qusous MN, Dwairi R, Hussein RM. The potential of fibroblast growth factor-21 and adiponectin as diagnostic biomarkers for type 2 diabetes mellitus: differential levels in response to treatments. Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 5]; 13(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s43088-024-00571-0>

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**.

