

# Anatomía Digital

ISSN: 2697-3391

latindex  
catálogo  
2.0

Vol. 7 Num. 3

JULIO - SEPTIEMBRE 2024

**CUIDADOS  
INTEGRALES**



Anatomía  
**AD** Digital

[www.anatomiadigital.org](http://www.anatomiadigital.org)

[www.cienciadigitaleditorial.com](http://www.cienciadigitaleditorial.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 2.
- 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 CIENCIA DIGITAL



**Contacto:** Anatomía Digital, Jardín Ambateño,  
Ambato- Ecuador

**Teléfono:** 0998235485 – (032)-511262

### Publicación:

**w:** [www.anatomiadigital.org](http://www.anatomiadigital.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

DrC. 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. Importancia de la capacitación en la toma adecuada del tamizaje metabólico neonatal por parte del personal de enfermería

(Ana Milena Lozano Borja, Juan Alberto Gaibor Chávez)

06-19

---

2. Comparación de la resistencia compresiva de tres cementos resinosos en la reconstrucción de muñones dentales

(Evelyn Esther Naula Lema, Yarima Selene Morales Chicaiza, Silvia Marisol Millingalle Vega, Jeicy Isamar Gaibor Castro)

20-33

---

3. Estudio comparativo in vitro de la estabilidad dimensional de diferentes siliconas de adición

(Pedro Antonio Castro García, Jazmín Poleth Mayorga Brito, David Gerardo Carrillo Vaca, Lisseth Estefanía Ortega Leiton)

34-52

---

4. Microbiota intestinal y su relación con la obesidad en adultos: artículo de revisión

(Franklin Hernán Cashabamba Padilla)

53-67

---

5. Impacto en la terapia basada en células madre en la Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII)

(Daniela Lizbeth Barrera Cunalata)

68-84

---

6. Nuevas terapias para el manejo de los síntomas vasomotores en la menopausia

(Jeniffer Pamela Llumitasig Trujillo, Verónica Elizabeth Padilla Vinuesa)

85-104

---

7. Dispositivos de avance mandibular para el tratamiento del SAOS en adultos: revisión de la literatura

(Crosby David Valarezo Roman, María Isabel Cabrera Padrón)

105-119

---

## 8. Innovación odontológica: impresión 3D de dientes caninos para mejorar la formación endodóntica

(Mateo Leonidas Flores Sacoto, Paola Alexandra Duran Neira, Magda Zulay Bastidas Calva, Diana Patricia Álvarez Álvarez)

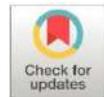
120-136



## Importancia de la capacitación en lo toma adecuada del tamizaje metabólico neonatal por parte del personal de enfermería

*Importance of training in the proper use of neonatal metabolic screening by nursing staff*

- <sup>1</sup> Ana Milena Lozano Borja  <http://orcid.org/0009-0006-4044-3465>  
Maestría en Enfermería Familiar y Comunitaria, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador.  
[ana.lozano@upec.edu.ec](mailto:ana.lozano@upec.edu.ec)
- <sup>2</sup> Juan Alberto Gaïbor Chávez  <https://orcid.org/0000-0002-4516-7416>  
Universidad Estatal de Bolívar (UEB), Guaranda - Ecuador.  
[jgaïbor@ueb.edu.ec](mailto:jgaïbor@ueb.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/04/2024

Revisado: 12/05/2024

Aceptado: 24/06/2024

Publicado: 05/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3091>

Cítese: Lozano Borja, A. M., & Gaïbor Chávez, J. A. (2024). Importancia de la capacitación en lo toma adecuada del tamizaje metabólico neonatal por parte del personal de enfermería. *Anatomía Digital*, 7(3), 6-19. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3091>



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-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras****claves:**

Conocimiento,  
Tamizaje  
Neonatal,  
Capacitación  
profesional,  
Enfermería,  
Enfermería  
Neonatal.

**Keywords:**

Knowledge,  
neonatal  
screening,  
professional  
training,  
Nursing,  
Neonatal  
Nursing

**Resumen**

**Introducción:** la capacitación, entrenamiento y especialización son aspectos inherentes a la profesión de enfermería, considerando los cambios científicos y tecnológicos que se dan de manera vertiginosa en las ciencias de la salud. **Objetivo:** evaluar el programa de capacitación a los profesionales de enfermería sobre la adecuada toma de la muestra de tamizaje metabólico neonatal. El grupo de estudio fueron 22 profesionales de enfermería de los centros de salud de la zona urbana de Tulcán. **Metodología:** se aplicó una encuesta validada por expertos de salud, donde se evaluaron 3 criterios, experiencia, actualización y procedimiento. Se creó además una escala de valoración para cada uno de los tres criterios. **Resultados:** se evidencian la necesidad que tiene el personal de enfermería de actualizar sus conocimientos sobre el programa de Tamizaje Metabólico Neonatal implementado por el Ministerio de Salud Pública. En cuanto a la actualización de conocimientos, se señala que los profesionales parecen recibir y asimilar las actualizaciones de manera más homogénea, lo cual podría ser resultado de programas de educación continua bien implementados o políticas regulares que promueven la actualización profesional. **Conclusiones:** un equilibrio entre la personalización y la estandarización es crucial para optimizar la calidad y la eficiencia de los servicios de salud proporcionados. **Área de estudio general:** Salud. **Área de estudio específica:** Enfermería. **Tipo de estudio:** Artículo original

**Abstract**

**Introduction:** training, training and specialization are inherent aspects of the nursing profession, considering the scientific and technological changes that occur at a dizzying pace in the health sciences. **Objective:** to evaluate the training program for nursing professionals on the appropriate collection of the neonatal metabolic screening sample. The study group consisted of 22 nursing professionals from health centers in the urban area of Tulcán. **Methods:** a survey validated by health experts was applied, where 3 criteria were evaluated: experience, updating and procedure. A rating scale was also created for each of the three criteria. **Results:** The need for nursing staff to update their knowledge about the Neonatal Metabolic Screening program implemented by the Ministry of Public Health is evident. Regarding

---

the updating of knowledge, it is noted that professionals seem to receive and assimilate updates in a more homogeneous way, which could be the result of well-implemented continuing education programs or regular policies that promote professional updating. **Discussion:** it is suggested that while procedural training seems standardized, it may be insufficient, so it could benefit from more structured and more intensive approaches. **Conclusions:** a balance between personalization and standardization is crucial to optimize the quality and efficiency of the health services provided.

---

## 1. Introducción

La capacitación, entrenamiento y especialización son aspectos inherentes a la profesión de enfermería, considerando los cambios científicos y tecnológicos que se dan de manera vertiginosa en las ciencias de la salud (1). En consecuencia, estos procesos debieran ser activos y permanentes porque permiten obtener, dar mantenimiento, actualizar y fortalecer los conocimientos, habilidades y actitudes de las enfermeras, para enfrentar de manera más competente su rol de cuidado (2). En consecuencia, un enfermero capacitado y actualizado puede mostrar un alto desempeño laboral y contribuir al logro de los objetivos del servicio de enfermería y de la institución de salud donde se desempeña (3).

La capacitación continua en las instituciones de salud tiene mucha importancia debido a las innovaciones científico-tecnológicas en periodos cortos de tiempo, los conocimientos y habilidades de los profesionales de la salud, pierden vigencia, particularmente los(as) enfermeros(as), siendo necesaria la actualización permanente que asegure una práctica de enfermería de calidad (2). El aprendizaje continuo es un proceso fundamental que contribuye al desarrollo profesional al fomentar el auto perfeccionamiento, la autonomía y la autodeterminación. Este proceso no solo implica adquirir nuevos conocimientos, sino también aplicarlos de manera efectiva en contextos relevantes. A través del aprendizaje continuo, los profesionales tienen la oportunidad de mantenerse actualizados en su campo, mejorar sus habilidades y competencias, y adaptarse a los cambios en su entorno laboral (4). Esto les permite ser más eficientes y efectivos en sus roles, además de fomentar un sentido de logro y satisfacción personal. Autores definen a enfermería y rol como “la abaricación de atención autónoma y en colaboración dispensada a personas de todas las edades, familias, grupos y comunidades, enfermos o bien y en todos los entornos; es decir, la función que desempeña el personal de enfermería (5). Al relacionar el rol asistencial enfermero con el Programa Nacional de Tamizaje Metabólico Neonatal, Ramírez indica que el rol; inicia desde la capacitación y aplicación del consentimiento

informado verbal sobre el programa nacional de tamizaje metabólico neonatal a la madre, luego el llenado adecuado de la cartilla en base a la información proporcionada que corresponder al rol educador; seguido del procedimiento en la toma de muestra con su respectiva técnica de asepsia y antisepsia en el lugar de punción del talón derecho y bajos los criterios de calidad de muestra de sangre colocadas en el papel filtro, enfatizando el rol asistencial; posterior a ello, el registro de los datos en el sistema, generando el código de la prueba con su respectivo identificación del sobre, correspondiente al rol administrativo; y finalmente el envío de la muestra al departamento designado culminando con el rol investigativo (6).

Dentro de este contexto, se identifica al tamiz metabólico neonatal como el conjunto de procedimientos y pruebas que se realizan para separar entre recién nacidos (RN) aparentemente sanos, aquellos con sospecha de enfermedades metabólicas, conocidas como errores congénitos o innatos del metabolismo, caracterizadas por una incapacidad innata para llevar a cabo algún proceso metabólico por ausencia o inactividad de una enzima (7). Los resultados inusuales en el tamiz metabólico neonatal no indican necesariamente la presencia de una enfermedad; es fundamental realizar una evaluación completa del neonato antes de confirmar un diagnóstico. El tamizaje se considera el primer paso para detectar enfermedades antes de que se manifiesten clínicamente, lo que permite iniciar un tratamiento temprano para prevenir complicaciones, discapacidades y posiblemente la muerte relacionada con la enfermedad. Es importante destacar que, aunque los resultados anormales son un indicio de posible enfermedad, se requieren pruebas adicionales para confirmar un diagnóstico (8).

En 1961, el Dr. Robert Guthrie propuso la detección de fenilcetonuria a través de gotas de sangre depositadas en papel filtro. Posteriormente, su técnica fue empleada para identificar otras anormalidades del metabolismo, y en 1963 se implementó el cribado neonatal en Estados Unidos de Norteamérica (8). En México, en 1973 se implementó el programa de tamiz neonatal para enfermedades metabólicas con la detección de fenilcetonuria, galactosemia, enfermedad de orina de jarabe de maple, homocistinuria y tirosinemia. El programa fue cancelado en 1977 y se restableció hasta 1986, para hipotiroidismo congénito y fenilcetonuria. Posteriormente, en 1988 la Secretaría Salud estableció obligatorio el tamizaje en instituciones con atención a RN. Este cribado neonatal, se clasifica en básico y ampliado de acuerdo con las enfermedades que es posible detectar (9). La Misión Solidaria Manuela Espejo en el año 2009 y 2010 realizó el primer estudio biopsicosocial en el Ecuador encontrando 294.166 personas con discapacidad, con una prevalencia de 2,43 x 100.000 habitantes. Del total de discapacitados el 24.46% tiene discapacidad intelectual y el 75.54% presenta otro tipo de discapacidad. Con los resultados de este estudio, el 2 de diciembre del 2011 la Vicepresidencia de la Red pública en conjunto con el Ministerio de Salud Pública (MSP) del Ecuador ejecutó el Programa Nacional de Tamizaje Neonatal (TAMEN) con una

inversión aproximada de 17 millones de dólares hasta el año 2014 (6 dólares por cada niño tamizado) y un ahorro de 10 millones de dólares al año por tratamientos en pacientes discapacitados. El objetivo de este Programa es la detección oportuna, prevención de la discapacidad intelectual, muerte precoz y manejo de ECM de cuatro enfermedades: hipertrofia suprarrenal congénita (HSC), hipotiroidismo congénito (HC), galactosemia y fenilcetonuria (10).

El gobierno ecuatoriano creó un programa denominado "Con el pie derecho, la huella del futuro", nombre que se le da al cribado metabólico neonatal promovido por la Vicepresidencia de la República del Ecuador intenta que los recién nacidos en futuro no tenga complicaciones como discapacidad intelectual e incluso la muerte (10).

Dentro del proceso operativo de este programa de tamizaje, se han propuesto tres etapas básicas (a) preanalítica que incluye la toma, secado, conservación y envío de muestra, (b) analítica para procesamiento, análisis y emisión de resultados en laboratorio, y (c) etapa post-analítica que incluye desde la entrega de resultados hasta seguimiento de casos sospechosos. Todas las etapas son determinantes para asegurar la eficacia del programa. Sin embargo, entre las principales causas de resultados alterados y muestras rechazadas por inadecuadas para el laboratorio, se tienen las relacionados con la etapa preanalítica, las cuales constituyen intervenciones comúnmente realizadas por enfermeras y enfermeros que laboran en el primer nivel de atención en salud (11, 12). Con todo lo anteriormente planteado el objetivo de la investigación fue "Evaluar el programa de capacitación a los profesionales de enfermería sobre la adecuada toma de la muestra de tamizaje metabólico neonatal".

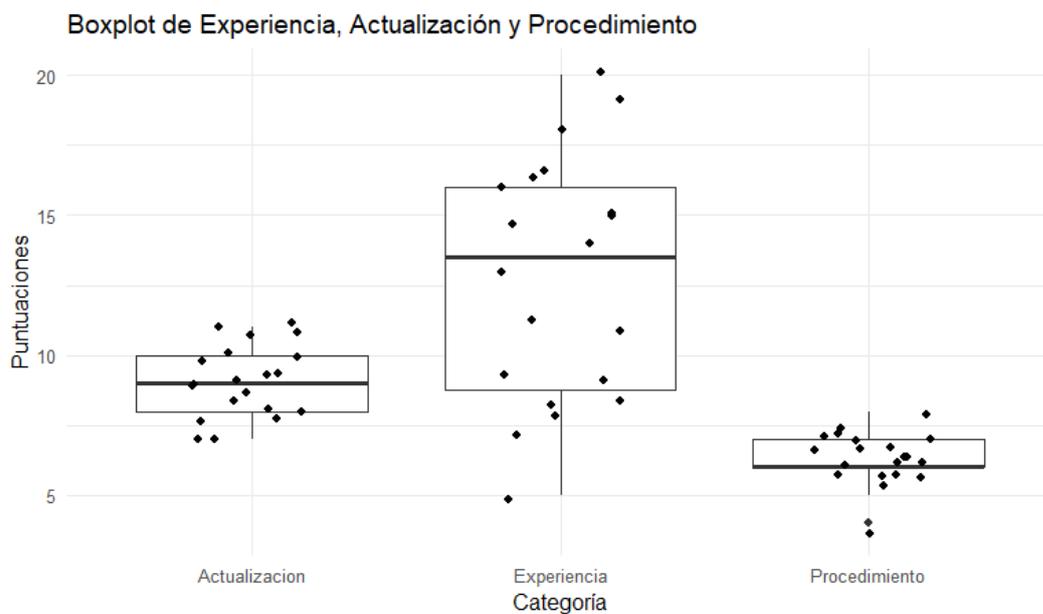
## 2. Metodología

El presente estudio se realizó en los centros de Salud: Centro Nro. 1, San Francisco, Tulcán Sur, y Tajamar pertenecientes al Cantón Tulcán, Provincia del Carchi – Ecuador. El grupo de estudio lo constituyó el Personal de Enfermería en un número de veinte y dos. La investigación es de enfoque mixto, descriptivo, y correlacional. Se aplicó una encuesta validada al personal de enfermería de los 4 centros de salud. Con los resultados obtenidos se calculó la frecuencia de pruebas rechazadas, la media de muestras tomadas por las profesionales, la frecuencia de las capacitaciones, y se evaluó el conocimiento sobre el TAMEN. Se realizó la evaluación de la encuesta por criterios: Experiencia con un puntaje de 15 – 20: Competente, 10 – 14: Intermedio, > 9: Bajo. Actualización con un puntaje de 9 – 11: Actualizado, 6 – 8: Intermedio y > 9 Necesita actualización. Procedimiento con un puntaje de 7 – 8: Conoce, 5 – 6: Conoce parcialmente y > 4: Desconoce. Se realizó un diagrama de cajas de los tres criterios en estudio para la representación gráfica de la serie de datos. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) unifactorial, en el cual se consideró como factor al Criterio de estudios y como niveles a

los 3 criterios. Se realizó una prueba de correlación de Pearson para determinar la relación entre los criterios.

### 3. Resultados

Los resultados obtenidos muestran una notable variabilidad en las puntuaciones de experiencia entre el personal de salud, reflejando una amplia gama en el nivel de competencia y trayectoria profesional. Esta diversidad puede atribuirse a diferencias en la formación inicial, en la cantidad de años de servicio o en la exposición a distintas áreas de práctica clínica.



**Figura 1.** Diagrama de cajas para los criterios experiencia, actualización y procedimiento

Respecto a la actualización, las puntuaciones indican una concentración de datos alrededor de una mediana estable, lo cual sugiere que los profesionales están recibiendo y asimilando las actualizaciones de conocimientos de manera más homogénea. Esto podría interpretarse como un reflejo de programas de educación continua bien implementados o de políticas regulares que promueven la actualización profesional. En cuanto a las habilidades de procedimiento, se observa una uniformidad en las puntuaciones, con una variabilidad relativamente baja. Sin embargo, las medias más bajas en comparación con las otras áreas podrían apuntar a una necesidad de fortalecimiento en esta faceta de la formación. La consistencia en las puntuaciones de procedimiento podría estar revelando un nivel de capacitación estandarizado, aunque potencialmente insuficiente. Los patrones observados en estos diagramas de cajas sugieren áreas específicas para el desarrollo y la intervención. Mientras que la experiencia requiere una

estrategia individualizada que reconozca y utilice la variabilidad de habilidades y conocimientos del personal, la actualización y los procedimientos pueden beneficiarse de enfoques de capacitación más estructurados y posiblemente más intensivos. Este equilibrio entre la personalización y la estandarización es crucial para optimizar la calidad y la eficiencia de los servicios de salud proporcionados.

**Tabla 1.** Resultados por criterios de evaluación

Criterio	Escala Valoración	Puntaje	Resultado (%)
Experiencia	Competente	15 – 20	40,91
	Intermedio	10 – 14	22,73
	Bajo	< 9	36,36
Actualización	Actualizado	9 – 11	63,64
	Intermedio	6 – 8	36,36
	Necesita actualización	< 5	0,00
Procedimiento	Competente	7 – 8	45,45
	Intermedio	5 – 6.	50,00
	No competente	< 4	4,55

La tabla 1 da a conocer los criterios en evaluación, su escala de valoración y el resultado respectivo. Para el criterio de Experiencia, la mayoría de los evaluados demostraron ser altamente competentes, reflejando un alto nivel de conocimiento o habilidad en sus áreas respectivas. Un segmento considerable mostró una experiencia intermedia, sugiriendo una solidez en la base de experiencia, pero con espacio para crecimiento. Sin embargo, un grupo no menor se encontró con experiencia por debajo del nivel intermedio, lo que indica una necesidad potencial de capacitación o desarrollo profesional. En el ámbito de la Actualización, la mayoría de los profesionales se encuentran actualizados, lo que implica que están en vigencia con las prácticas y conocimientos contemporáneos necesarios para su desempeño. Un porcentaje significativo se sitúa en un nivel intermedio de actualización, señalando la posibilidad de mejora a través de diversos mecanismos de aprendizaje. No se registraron profesionales con una necesidad crítica de actualización. En relación con el criterio de Procedimiento, casi la mitad de los evaluados mostraron competencia en la realización de procedimientos específicos, mientras que la otra mitad se ubicó en un nivel intermedio, lo cual podría indicar que, aunque tienen la capacidad de ejecutar tareas, podrían beneficiarse de un refinamiento en sus habilidades. Solo un pequeño porcentaje se consideró no competente, lo que podría requerir atención específica para mejorar su habilidad en los procedimientos evaluados.

El análisis de varianza (ANOVA) descompone la variabilidad de la experiencia, actualización y procedimiento en dos componentes: uno atribuible a diferencias entre los criterios de evaluación y otro debido a variaciones dentro de los mismos. En términos del criterio Experiencia, la razón F de 0.354675 sugiere que no hay diferencias significativas entre los niveles de experiencia en los diferentes centros de salud, como se confirma por un valor de probabilidad (p), que no es menor de 0.05, garantizando un 95% de confianza estadística. Similarmente, el criterio Actualización muestra una razón F de 0.870287, lo cual, junto a un valor de probabilidad (p), que excede el umbral de 0.05, indica la ausencia de variaciones significativas. En el criterio Procedimiento, una razón F de 0.104188 y un valor de probabilidad (p), que no es inferior a 0.05 reflejan una consistencia en los promedios de procedimiento entre los centros de salud evaluados, a un nivel confianza del 95%. Ninguno de los 3 criterios presenta diferencias estadísticamente significativas.



**Figura 2.** Análisis de correlación

La figura 2, indica el análisis de correlación entre los criterios de estudio. La correlación entre experiencia y actualización es de -0.08, lo que indica una correlación negativa muy débil entre estas variables. En un contexto aplicado, esto sugiere que no hay una relación lineal significativa entre la experiencia y la frecuencia de actualización de habilidades o conocimientos. La correlación entre experiencia y procedimiento es de -0.15, lo cual también denota una correlación negativa débil. Esta correlación sugiere una tendencia ligeramente más fuerte que la anterior, aunque todavía débil, donde un aumento en la experiencia podría estar levemente asociado con una disminución en la habilidad de procedimiento, o viceversa. La correlación entre actualización y procedimiento es de -0.23, lo que indica una correlación negativa débil a moderada. Esto podría interpretarse como que aquellos que están más actualizados podrían tener un menor dominio de los procedimientos evaluados, o podría reflejar que una mayor atención a la actualización profesional no se traduce necesariamente en un conocimiento práctico mejorado. Los

coeficientes son relativamente pequeños, lo que indica que, si bien hay indicios de una relación lineal, estas no son fuertes y podrían no ser significativas. Además, es fundamental considerar que la correlación no implica causalidad y que cualquier interpretación debe estar respaldada por una comprensión teórica y contextual de las variables involucradas.

Las estrategias educativas son de gran ayuda para enfatizar un tema en la comunidad y marcar unas pautas claras, aplicando bases de disciplina y comportamiento con el fin de obtener la atención en la enseñanza para obtener buenos resultados, facilitando el desarrollo del pensamiento flexible y creativo. Dando como resultado el mejoramiento de la efectividad y la eficacia de los programas de formación y desarrollo (13).

Flores-Robles et al. (7), en un estudio realizado en una institución pública, observaron que el tipo de personal de enfermería predominante era el de licenciatura, 60.9%; por tipo de puesto, enfermería general 51.5%, especialista 5%; la no participación a cursos de educación continua fue del 1.5%; la asistencia a cursos fue del 37%. El 51% de este personal considera que los cursos son útiles para su trabajo actual. Al correlacionar, años de antigüedad con el número de cursos tomados, los autores no encontraron una diferencia estadísticamente significativa, esta información que difiere a la encontrada en nuestro estudio.

Este estudio coincide con la descripción de varios factores motivacionales del personal de enfermería que afectan su participación en cursos de educación continua. Estos factores incluyen la falta de tiempo, la falta de difusión de los cursos, trabajar más de una jornada laboral, falta de interés personal en estudiar y la falta de recursos económicos.

Es importante mencionar que el profesional de enfermería carece de un protocolo actualizado para el tamizaje, lo que dificulta su ejecución. Además, la falta de capacitación y experiencia adecuadas en la técnica de punción del talón derecho contribuye a errores en la toma de muestras. La escasez de personal lleva a contratar personal sanitario nuevo, incluidos profesionales recién ingresados y personal en su año de salud rural. Esto ha resultado en un aumento en la incidencia de muestras mal tomadas, debido a problemas como la calidad de las gotas de sangre en el papel filtro, contaminación ambiental y exceso de tiempo de secado. En algunos casos, las madres no están dispuestas a repetir el procedimiento de tamizaje metabólico neonatal, y la dificultad para localizar a las usuarias debido a información domiciliaria incorrecta o números de teléfono erróneos también dificulta el proceso.

En un estudio realizado en la ciudad de México cuyo tema fue “Participación del personal de enfermería en la toma de tamiz neonatal para la detección de hipotiroidismo congénito” (14), menciona que la clave de un equipo de salud es la participación del personal de enfermería desde la recolección de datos del neonato, la ejecución de la toma de muestra

hasta la capacitación directa de los padres de familia. A su vez, entre sus objetivos es mostrar cómo desde 1990 se involucró directamente al personal de enfermería en el Programa de Tamiz Neonatal para la detección de HC en el Instituto Nacional de Perinatología (INPer) hasta el año 2000. En cuanto a los hallazgos de este estudio, se observa un incremento en la cobertura del tamizaje metabólico durante los años analizados. Además, se evidencia una mejora en la eficacia y eficiencia del personal de enfermería en la correcta ejecución de la técnica de punción, así como en la calidad de la gota de sangre obtenida y en la recopilación de datos precisos, lo que facilita la localización de los casos con resultados de tamizaje alterados (15).

Por otro lado, la necesidad que tienen los centros de salud del país de contar con personal capacitador es de mucha relevancia. “La transformación en la educación de enfermería requiere de nuevos procesos para enfocar la formación desde una perspectiva más integral, esto demanda cambios en la estructura organizativa de los programas de formación, así como la orientación del currículum hacia las competencias que deben desarrollar estos profesionales para dar solución a los problemas más relevantes (16). En este sentido, diversos estudios han destacado la importancia de adoptar nuevos procesos educativos que permitan formar a los profesionales de enfermería de manera integral. Por ejemplo, un artículo publicado en el *Journal of Professional Nursing* enfatiza la necesidad de implementar cambios en los programas de formación para promover un enfoque más holístico en la educación de enfermería (17).

El estudio de la práctica de enfermería clínica permitió descubrir y describir el conocimiento que sustentaba la práctica de enfermería, estableció la diferencia entre conocimiento práctico y conocimiento teórico. Una de las primeras distinciones teóricas que Benner et al. (17) estableció fue la diferencia entre la práctica y el conocimiento teórico. Afirmó que el desarrollo de conocimiento en una disciplina práctica “consiste en ampliar el conocimiento práctico (el saber práctico) investigaciones científicas basadas en la teoría y mediante la exploración del conocimiento práctico existente desarrollado por medio de la experiencia clínica en la práctica de esta disciplina» (p. 120).

#### 4. Conclusiones

- Los datos y resultados obtenidos en esta investigación resaltan la necesidad de educación continua entre los profesionales de la salud que trabajan en diversos centros de atención médica. La educación continua es esencial para mantenerse actualizado en conocimientos y habilidades dentro del ámbito profesional, y debe estar respaldada por teorías pedagógicas sólidas que faciliten la construcción y consolidación del conocimiento. Es importante comprender que la educación continua no se limita a la adquisición de nueva información, sino que también implica la modificación de actitudes, conductas y hábitos para mejorar el rendimiento profesional y eliminar prácticas desactualizadas. La aplicación de

teorías pedagógicas como el constructivismo y el aprendizaje significativo puede ser especialmente beneficiosa, ya que promueven la participación del profesional en la construcción de su propio conocimiento, lo que puede conducir a cambios más profundos en la práctica profesional. Así mismo es importante una actualización del protocolo de toma de muestra de TAMEN, y la capacitación continua del personal, para que así se eviten en un futuro errores en las muestras, y por ende evitar la discapacidad y la muerte precoz de los niños que asisten a la atención en los establecimientos de salud de la ciudad de Tulcán.

### 5. Conflicto de intereses

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

### 6. Declaración de contribución de los autores

- **Ana Milena Lozano Borja:** Concepción y diseño del estudio, recolección de datos, análisis e interpretación de resultados; redacción del manuscrito; aprobación de la versión final del manuscrito; responsable de todos los aspectos del manuscrito, redacción del manuscrito; responsable de todos los aspectos del manuscrito asegurando veracidad e integridad.
- **Juan Alberto Gaibor Chávez:** Análisis e interpretación de resultados; revisión crítica del contenido; aprobación de la versión final del manuscrito; responsable de todos los aspectos del manuscrito asegurando veracidad e integridad.

### 7. Costos de financiamiento

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

### 8. Referencias Bibliográficas

1. Ferreyra J. Capacitación y desempeño laboral de los profesionales de enfermería de una clínica privada [Tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma. Lima-Perú]. 2021 [citado el 30 de abril 2024]. Disponible en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4528/M-ENF-T030\\_40753590\\_M%20%20%20FERREYRA%20CHUMPITAZ%20DE%20ROSADO%20JACQUELINE%20DEL%20CARMEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4528/M-ENF-T030_40753590_M%20%20%20FERREYRA%20CHUMPITAZ%20DE%20ROSADO%20JACQUELINE%20DEL%20CARMEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
2. Hernández G., Ramos B., Taboada O., Cadena J. Factores que influyen en la participación del personal de enfermería en la educación continua. Revista Enfermería Neurológica [Internet]. 2017 [citado 15 de febrero de 2024].

- Disponible en: [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/02/1050969/factores-que-influyen-en-la-participacion-en-cursos-de-educaci\\_OkEFViJ.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/02/1050969/factores-que-influyen-en-la-participacion-en-cursos-de-educaci_OkEFViJ.pdf)
3. Bailón N. La capacitación y el desarrollo personal. Página web [Internet]. 2014 [citado 15 de febrero de 2024]. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/la-capacitacion-y-el-desarrollo-del-personal/>
  4. Achury Saldaña DM. Estrategias pedagógicas en la formación de profesionales de enfermería. Investigación en Enfermería Imagen y Desarrollo [Internet]. 2011 [citado 23 de febrero de 2024];10(2): 97-113. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/imagenydesarrollo/article/view/1604>
  5. De Arco-Canoles OdelC, Suarez-Calle ZK. Rol de los profesionales de enfermería en el sistema de salud colombiano. Universidad y Salud [Internet]. 2018 [citado 23 de febrero de 2024]; 20(2):171-182. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22267/rus.182002.121>
  6. Ramírez Huerta L. Informe de experiencia profesional participación de la enfermera en el programa de tamizaje neonatal del Hospital Marino Molina Scippa 2010 – 2016 [Tesis de especialidad, Universidad Nacional del Callao, callao, Perú]. 2017 [ citado el 23 de febrero 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12952/2821>
  7. Flores-Robles CM, Ramírez-Vargas MN, López-Navarrete GE. Tamiz neonatal integral y su impacto en el recién nacido. Revista CONAMED, Comisión Nacional de Arbitraje Médico [Internet]. 2023 [citado el 23 de febrero 2024]; 28(1): 6-11. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=110867>
  8. Salmón Vega SG. Intervención de enfermería en tamiz metabólico neonatal: revisión integrativa. SANUS Revista de Enfermería [Internet], 2022 [citado el 23 de febrero 2024]; 7(1): e309. <https://doi.org/10.36789/revsanus.vi1.309>
  9. García Flores E, Herrera Maldonado N, Hinojosa Trejo M, Vergara Vázquez M, Halley Castillo M. Avances y logros del programa de tamiz metabólico neonatal (2012-2018). Acta Pediátrica de México [Internet]. 2018 [citado el 23 de febrero 2024]; 39, 57S-65S. <https://doi.org/10.18233/APM39No6pp57S-65S1722>
  10. Vicepresidencia de la República del Ecuador [Internet]. El tamizaje neonatal aspira prevenir 251 casos de discapacidad intelectual al año. 2011 [citado el 23 de febrero 2024]. Disponible en: <https://www.vicepresidencia.gob.ec/el-tamizaje-neonatal-aspira-prevenir-251-casos-de-discapacidad-intelectual-al-ano/>

11. Ministerio de Salud Pública del Ecuador [MSP] [Internet]. Proyecto de tamizaje metabólico Neonatal. 2014 [citado el 23 de febrero 2024]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/proyecto-de-tamizaje-metabolico-neonatal/>
12. Ortiz Rubio A, Villacís Guerrero B, Jara Muñoz E, Narváez Olalla A, Prócel Egüez P. Evaluación del desempeño del programa nacional de tamizaje metabólico neonatal del Ministerio de Salud Pública del Ecuador. 2015 [citado 23 de febrero 2014]. Revista Ecuatoriana de Medicina Eugenio Espejo [Internet]; 4(5): 27-34. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ecuador/2015/equ-7239/equ-7239-482.pdf>
13. Yancen Tinoco LM, Consuegra Cabally D, González K, Pacheco Siado B, Díaz Mass D. Estrategias educativas utilizadas por los docentes del programa de enfermería de una universidad de la ciudad de Barranquilla (Colombia) frente a los estilos de aprendizaje de los estudiantes de este programa. Salud Barranquilla [Internet]. 2013 [citado el 23 de febrero 2024]; 29(3): 405-416. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-55522013000300008&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522013000300008&lng=en).
14. Ortíz Dámaso. Participación del personal de enfermería en la toma de tamiz neonatal para la detección de hipotiroidismo congénito, México. Boletín Médico Hospital Infantil México [Internet]. 2001 [citado el 23 de febrero 2024]; 58(11): 755-761. Disponible en: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=3958>
15. Barroso Romero Z, Colomer Barroso E. Las competencias: su importancia para la planificación de los programas de capacitación de Enfermería. Revista Cubana de Enfermería [Internet]. 2007 [citado el 23 de febrero 2024]; 23(4). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S086403192007000400005&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403192007000400005&lng=es&tlng=es).
16. Ironside PM, McNelis AM, Ebright P. Clinical education in nursing: Rethinking learning in practice settings. Nursing Outlook [Internet]. 2014 [cited 23 de February 2024]; 62(3): 185-191. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.outlook.2013.12.004>
17. Benner P, Sutphen M, Leonard V, Day L. Educating nurses: a call for radical transformation. John Wiley & Sons [Internet]. 2009 [cited 23 de February 2024]. Available from: <https://www.wiley.com/en-us/Educating+Nurses%3A+A+Call+for+Radical+Transformation-p-9780470457962>

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**.



#### Indexaciones



## Comparación de la resistencia compresiva de tres cementos resinosos en la reconstrucción de muñones dentales

*Comparison of the compressive strength of three resinous cements in the reconstruction of dental studies*

- <sup>1</sup> Evelyn Esther Naula Lema  <https://orcid.org/0009-0001-7392-7080>  
Odontóloga, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[evelynnaula1@gmail.com](mailto:evelynnaula1@gmail.com)
- <sup>2</sup> Yarima Selene Morales Chicaiza  <https://orcid.org/0009-0002-3343-9952>  
Odontóloga, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[yarimam8@gmail.com](mailto:yarimam8@gmail.com)
- <sup>3</sup> Silvia Marisol Millingalle Vega  <https://orcid.org/0009-0006-8436-6166>  
Odontóloga, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[silviammv@outlook.es](mailto:silviammv@outlook.es)
- <sup>4</sup> Jeicy Isamar Gaibor Castro  <https://orcid.org/0009-0004-0803-0906>  
Odontóloga, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[jeysigaybor1997@gmail.com](mailto:jeysigaybor1997@gmail.com)

### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/04/2024

Revisado: 12/05/2024

Aceptado: 07/06/2024

Publicado: 23/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3097>

Cítese: Naula Lema, E. E., Morales Chicaiza, Y. S., Millingalle Vega, S. M., & Gaibor Castro, J. I. (2024). Comparación de la resistencia compresiva de tres cementos resinosos en la reconstrucción de muñones dentales. *Anatomía Digital*, 7(3), 20-33. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3097>



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-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras****claves:**

Resistencia  
compresiva,  
cementos  
resinosos,  
Rebilda,  
Paracore,  
Allcem – core,  
esfuerzo, fuerza

**Resumen**

**Introducción.** La presente investigación se refiere a la comparación de la resistencia compresiva de tres cementos resinosos en la reconstrucción de muñones dentales. Asimismo, a las investigadoras les interesa aportar información actualizada y de alto impacto sobre la resistencia compresiva de tres cementos resinosos en la reconstrucción de muñones dentales en la rehabilitación oral. **Objetivo.** El objetivo de la presente investigación fue analizar la resistencia compresiva de tres cementos resinosos a través de máquina de estudios universales (Tinius Olsen) para conocer el cemento resinoso más resistente en la reconstrucción de muñones dentales, determinado la resistencia de los cementos resinosos Allcem Core, Paracore y Rebilda ante una fuerza de compresión externa e identificando los cementos resinosos más utilizados para la reconstrucción de muñones dentro de rehabilitación oral. **Metodología.** Se realizó una investigación de tipo experimental, observacional con enfoque cuantitativo. El instrumento para utilizar es una ficha de recolección de datos, confeccionada por el investigador, elaborando un cuadro en donde se indica el tipo de material a usar cementos resinosos la fuerza usada medida en Newtons (N) y la resistencia medida en Mega Pascales (MPa) con la máquina de compresión de la Escuela Superior Politécnica Nacional, en el Departamento de Ingeniería Mecánica. **Resultados.** Según los datos obtenidos con respecto a la fuerza se determina que el Grupo C Paracore con una media de 1561,40 [N] fue superior al grupo A, B y control; en donde el grupo con menor cantidad de fuerza antes de fracturarse fue el grupo B Allcem Core con una media de 1032 [N]. El esfuerzo máximo del Paracore es superior al grupo control, Allcem core y Rebilda. La mayor cantidad de esfuerzo mínimo posee el grupo Allcem core. **Conclusión.** La fuerza máxima que soporto el cemento Paracore antes de su ruptura fue de 1561,40 [N], Rebilda fue de 1223,95[N], Allcem core de 1032[N] y el grupo control de Resina Z350 Filtek de la 3M 1075,15[N], por tal motivo se reflejan resultados favorables hacia el grupo C Paracore. **Área de estudio general:** Odontología. **Área de estudio específica:** Rehabilitación Oral. **Tipo de estudio:** Artículos originales

**Keywords:**

Compressive  
strength,

**Abstract**

**Introduction.** The present investigation refers to the comparison of the compressive strength of three resin cements in the

resinous cements, Rebilda, Paracore, Allcem – core, effort, strength

reconstruction of dental stumps. Likewise, the researchers are interested in providing updated and high-impact information on the compressive strength of three resin cements in the reconstruction of dental stumps in oral rehabilitation. **Objective.** The objective of the present investigation was to analyze the compressive strength of three resin cements through a universal study machine (Tinius Olsen) to know the most resistant resin cement in the reconstruction of dental stumps, determining the resistance of the Allcem Core resin cements. Paracore and Rebilda before an external compression force and identifying the most used resin cements for the reconstruction of stumps within oral rehabilitation. **Methodology.** An experimental, observational type of research was conducted with a quantitative approach. The instrument to be used is a data collection sheet, prepared by the researcher, preparing a table indicating the type of material to be used, resinous cements, the force used measured in Newtons (N) and the resistance measured in Mega Pascals (MPa). with the compression machine of the National Polytechnic Higher School, in the Department of Mechanical Engineering. **Results.** According to the data obtained regarding strength, it is determined that Group C Paracore with an average of 1561.40 [N] was superior to group A, B and control, where the group with the lowest amount of force before fracturing was group B Allcem Core with an average of 1032 [N]. The maximum effort of Paracore is higher than the control group, Allcem core and Rebilda. The Allcem core group has the greatest amount of minimum effort. **Conclusion.** The maximum force that the Paracore cement withstood before breaking was 1561.40 [N], Rebilda was 1223.95 [N], Allcem core was 1032 [N] and the control group of Z350 Filtek Resin from 3M 1075 .15[N], for this reason, favorable results are reflected towards group C Paracore.

## 1. Introducción

La rehabilitación protésica es un procedimiento clínico que tiene la función de reconstruir piezas dentales ausentes mediante diferentes materiales. En piezas dentales fracturadas es posible la colocación de núcleos intrarradiculares, mismos que son fijados con un agente cementante resinoso con técnica adhesiva. Se puede definir como uno de los principales problemas al realizar la rehabilitación de una pieza que ha perdido mucha estructura dental. Los cementos resinosos en las últimas décadas se han convertido en un material

dental de suma importancia en la rehabilitación oral para la cementación y reconstrucción de muñones (1).

El grado de destrucción dental, pieza afectada, el canal radicular, oclusión y otras variables clínicas son factores para tomar en cuenta al momento de rehabilitación protésica. En la mayoría de las investigaciones clínicas se utilizan los composites para realizar la reconstrucción de los muñones ya que presentan resistencia mecánica, facilidad de uso y adhesión a la estructura dentaria (2, 3).

Algunos cementos resinosos se pueden utilizar en la cementación de postes y reconstrucción de muñones en una sola etapa permitiendo que los clínicos trabajen con un solo material. La utilización de los cementos resinosos autograbantes ayuda a optimizar el tiempo clínico ya que sirven para cementar el poste y hacer la construcción del muñón dental. Esto evita que se produzca interfaces de varios materiales, la sensibilidad técnica y mayor tiempo en la realización de los diferentes procedimientos. También se debe tomar en cuenta que una pieza dental puede ser más susceptible a presentar fracturas cuando no presenta pulpa dental o presenta más del 50% de pérdida de estructura dental (4).

Una pieza dental que ha perdido gran cantidad de su tejido dentario a nivel coronal ya sea por lesiones cariosas o traumas dentales, en la mayoría de los casos debe ser sometida a varios procedimientos. Uno de ellos es el tratamiento endodóntico que produce que el diente pierda varias de sus características físico-mecánicas, lo que vuelve a él pilar más susceptible a fracturas. Por tal motivo la rehabilitación protésica se debe realizar con materiales resistentes a las fuerzas de cizallamiento tras las cargas funcionales y ciclos masticatorios (5).

La selección del biomaterial que será usado para la técnica de reconstrucción de muñón representará gran parte de la estructura dental perdida, de manera que deberá resistir las fuerzas masticatorias multidireccionales, para así tener éxito a largo plazo. El problema principal a la que se enfrenta el profesional odontólogo en la consulta es saber cuál es el biomaterial que presente las características ideales para la reconstrucción de muñones dentales, el cual soporte los distintos tipos de fuerzas y con el tiempo mantenga buenas propiedades físicas y mecánicas (6, 7).

En la antigüedad se realizaba la reconstrucción de muñones con amalgama ya que presenta excelentes propiedades mecánicas y buen desempeño clínico. Sin embargo, este material progresivamente ha ido disminuyendo su uso ya que no posee consideraciones estéticas, ambientales y no existe adhesión al tejido dental. Otra opción para reconstruir es el muñón y poste fundido metálico personalizado que ha perdido su uso debido al elevado costo porque requiere más tiempo clínico y de laboratorio. Por esta razón los

cementos resinosos duales gracias a su tecnología adhesiva ayudan a reconstruir un muñón de una manera más eficaz y a menor costo (8).

Los cementos resinosos son materiales utilizados para la cementación ya que poseen una composición similar a las resinas compuestas presentando una matriz orgánica con monómeros de BisGMA y UDMA que le ayuda a ser un material resistente a la flexión y rigidez. Estos composites se utilizan para realizar reconstrucción de muñones gracias a su resistencia mecánica, facilidad de uso y buena adhesión a la pieza dental. Los cementos poseen menor relleno y tamaño de partícula lo que permite que tenga viscosidad fluida adaptándose de mejor manera a la corona o poste en una interfaz sólida (9, 10).

Clásicamente los muñones dentales han sido reconstruidos mediante materiales de alta carga inorgánica como composites de micropartículas y nanopartículas. Es por esta razón que en el mercado han aparecido cementos de polimerización dual con un componente de alta carga inorgánica que le confieren mayor resistencia al muñón dental y que presentan propiedades similares a los composites sin la necesidad de realizar dos procesos separados para cementación de poste y reconstrucción de muñón (11).

De acuerdo con Lacerda et al. (11), se ha demostrado que el sistema de perno - muñón con cementación resinosa, son resistentes a las fuerzas compresivas que se definen como la tensión compresiva máxima que un cuerpo puede soportar antes de fracturarse. Esta propiedad tiene gran relevancia durante la masticación sobre todo en el sector posterior, debido que al momento de la trituración de los alimentos es donde se dan las grandes cargas compresivas (3, 11).

Aunque se han mejorado las características de los cementos resinosos, aun sufren alteraciones al estar sometidos a diferentes fuerzas multidireccionales que afectan a la pieza dental debilitada. Por este motivo el odontólogo debe conocer que cemento resinoso sufre menos fractura al aplicar fuerzas de compresión y por ende determinar que cemento resino presenta más resistencia compresiva al realizar la reconstrucción de muñones dentales. Por lo mencionado anteriormente se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué tipo de biomaterial para reconstrucción de muñones proporciona mayor resistencia a la compresión en dientes con poca estructura dental remanente?

El objetivo de la presente investigación es comparar la resistencia compresiva de tres cementos resinosos en la reconstrucción de muñones dentales. Asimismo, a las investigadoras les interesa aportar información actualizada y de alto impacto sobre la resistencia compresiva de tres cementos resinosos en la reconstrucción de muñones dentales en la rehabilitación oral.

## 2. Metodología

Se realizó una investigación de tipo experimental ya que existe manipulación de las variables de estudio, observacional con enfoque cuantitativo. El instrumento utilizado fue una ficha de recolección de datos, la cual fue confeccionada por el investigador, elaborando un cuadro en donde se indicó el tipo de material a usar cementos resinosos, la fuerza usada medida en Newtons (N) y la resistencia medida en Mega Pascales (MPa) con la máquina de compresión de la Escuela Superior Politécnica Nacional, en el Departamento de Ingeniería Mecánica.

La población de estudio de la investigación consto de un total de 80 discos de cemento resino de 6 mm de alto y 3 mm de diámetro. Los mismos se distribuyeron en 20 cilindros de resina 3M la universal Filtek Z350, 20 cilindros de ParaCore de Coltene, 20 cilindros de cemento Allcem Core y 20 cilindros de cemento Rebilda de la Vocco. Por el tipo de investigación presentado, no se requiere el cálculo y extracción de una muestra, pues al ser totalmente experimental se laborará con todo el universo de casos.

Dentro de los criterios de inclusión de la investigación se incluyeron: Cilindros confeccionados con cementos resinosos de Allcem Core, Parecore y Rebilda., cilindros de cementos resinosos que cumplan con las medidas exactas para el estudio dimensiones de 6 mm de alto y 3 mm de diámetro y cilindros de cementos resinosos pulidos con superficies lisas.

Los criterios de exclusión incluyeron: Cilindros de cemento resinoso con defectos o fisuras, cilindros de cemento resinosos que no cumplan las medidas exactas para el estudio y discos realizados con otro tipo de cemento resinoso.

## 3. Resultados

Según los datos obtenidos con respecto a la fuerza se determina que el Grupo C Paracore con una media de 1561,40 [N] fue superior al grupo A, B y control; en donde el grupo con menor cantidad de fuerza antes de fracturarse fue el grupo B Allcem Core con una media de 1032 [N].

**Tabla 1:** Estadísticos descriptivos de Fuerza [N]

	Número de muestras	Fuerza [N]			
		Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Grupo_Control_Resina	20	395	2189	1075,15	512,445
Grupo_A_Rebilda	20	794	1675	1223,95	242,503
Grupo_B_Allcem_Core	20	360	1714	1032,00	377,085
Grupo_C_Paracore	20	806	2435	1561,40	445,296

Al analizar la tabla 1 referente a la media del esfuerzo de compresión, se evidencia que el grupo C fue superior al grupo A, B y control con una media de compresión de 216,43 MPa. Mientras que el grupo A obtuvo un valor de 145,99 MPa lo que le convierte en el cemento resinoso con menor resistencia compresiva.

**Tabla 2:** Estadísticos descriptivos de Esfuerzo MPa

ESFUERZOS MPa					
	Número de muestras	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Grupo_Control_Resina	20	55,88	309,68	152,1026	72,49610
Grupo_A_Rebilda	20	112,33	236,96	173,1535	34,30710
Grupo_B_Allcem_Core	20	50,93	242,48	145,9981	53,34669
Grupo_C_Paracore	20	114,03	344,48	216,4366	64,63594

En la tabla 2 se analiza que la media del esfuerzo de compresión se evidencia que el grupo C fue superior al grupo A, B y control con una media de compresión de 216,43 MPa. Mientras que el grupo A obtuvo un valor de 145,99 MPa lo que le convierte en el cemento resinoso con menor resistencia compresiva.

**Tabla 3.** Prueba estadística de ANOVA

	F	Significancia
Entre grupos	6,040	< 0,001

EN la tabla 3 se conoce que el nivel de significación de  $P < 0,05$  refleja que existe una diferencia estadística significativa. Se observa que la mayor resistencia compresiva a través de la diferencia de medias da como valor favorable al cemento resinoso Paracore – Grupo C.

#### 4. Discusión

En la presente investigación se comparó la resistencia compresiva de tres tipos de cementos resinosos: Paracore, Allcem core y Rebilda, por medio de una revisión bibliográfica con artículos alto impacto donde se escogió los cementos Gold Estándar y con el ensayo de muestras se determinó que la fuerza máxima que soporto el cemento Paracore es de 2435 [N] con una media de 1561,40 [N] y su esfuerzo máximo de compresión es de 344,48 MPa, con una media de 216,44 MPa. Estos datos se relacionan con los obtenidos según Sharma et al. (12), que describió una resistencia compresiva del cemento Paracore de 314,94 MPa.

Bialy et al. (13), en su artículo nos menciona una fuerza media a la compresión del cemento Rebilda de 1119 [N] que se asemejan a los datos obtenidos en la presente investigación que son una fuerza media de 1223,95 [N], la fuerza máxima de 1675 [N] y un esfuerzo máximo de compresión de 236,96 MPa. Por otro lado, según Praça et al. (14) menciona que la máxima resistencia de compresión del cemento Allcem core es de 235,27 MPa que se asemeja a los datos obtenidos en el estudio siendo el esfuerzo máximo de 242,48 MPa con una media de 145,99 MPa.

Según Tejada et al. (15), en su investigación obtuvo una resistencia compresiva de la resina filtex Z350 XT 3M de 148,47 MPa, al igual que Peñafiel et al. (16) determinó una resistencia de 177,5 MPa; también Mauricio et al. (17) en su estudio manifiesta una resistencia compresiva de 222,33 MPa, mientras que Da Silva et al. (18) demostró una resistencia de 255,5 MPa. Estos datos son similares a los obtenidos de una máxima resistencia compresiva de 309,68 MPa con desviación de 72,49 y una fuerza máxima de 2189 [N].

Según Walcher et al. (19) en su estudio donde compara la resistencia compresiva del cemento Allcem core y Rebilda en donde su resistencia compresiva es de 103,48 MPa y 116,77 MPa respectivamente se asemeja a los datos obtenidos en la presente investigación obteniendo un resultado favorable del cemento Rebilda frente al Allcem core por el contrario Säilynoja et al. (20) en su investigación obtiene del cemento Rebilda el 60,23 MPa que difiere en los datos obtenidos en nuestro estudio debido a que el área de la probeta es mayor .

En la presente investigación se evidencia que existe una diferencia significativa en un nivel de  $P < 0.05$  ( $P = 0.001$ ) con respecto a la resistencia compresiva dando un resultado favorable al cemento Paracore ya que mostro el mayor valor de resistencia compresiva la cual fue de 216,43 MPa y una fuerza máxima de 2435 [N] coincidiendo con el resultado obtenido de Rajkumar (21) quien menciona que su alto grado de rigidez se debe a que posee mayor carga de relleno. Agrawal & Mala (22) ratifica dicha información mencionando que este cemento esta reforzado con fibras de vidrio de curado dual lo que permite que su fotopolimerización sea completa mejorando su fuerza de resistencia.

Con los resultados obtenidos en este estudio se recomienda utilizar el cemento resinoso Paracore puesto que en varias investigaciones se observa que este cemento presenta mayor resistencia a la compresión, sin embargo, la inconsistencia del desarrollo de estudios In vitro recalca la importancia de desarrollar estudios clínicos en donde se pueda avalar y comprobar los resultados.

## 5. Conclusiones

- Se establece por medio de la aplicación de fuerza del Laboratorio de análisis de Esfuerzo y Vibraciones de la Escuela Politécnica Nacional, que la fuerza máxima que soportó el cemento Paracore antes de su ruptura fue de 1561,40 [N], Rebilda fue de 1223,95[N], Allcem core de 1032[N] y el grupo control de Resina Z350 Filtek de la 3M 1075,15[N], por tal motivo se reflejan resultados favorables hacia el grupo C Paracore.
- Se comparó las resistencias compresivas de los tres cementos resinosos a través de la aplicación de fuerza sobre las probetas cilíndricas con la ayuda de la Máquina Universal Tinius Olsen super L 120 con una capacidad de 500 kilo Newton (kN) a una velocidad de 1 milímetro por minuto (mm/min). Una vez recopilados los datos descriptivos se aplicó la prueba de ANOVA donde se obtuvo que estadísticamente existe una diferencia significativa de  $P < 0.05$  ( $P = 0.001$ ), donde el Paracore tuvo una mayor resistencia a la compresión con un valor de 216,44 MPa y una desviación típica de 64,64; mientras que el cemento Rebilda con un valor de 173,15 MPa acompañado de una desviación típica de 34,30 y el cemento Allcem core con un valor de 145,99 MPa con una desviación típica de 53,34.
- Se realizó una búsqueda bibliográfica en Pubmed para el sustento y justificación del presente estudio.

## 6. Conflicto de intereses

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

## 7. Declaración de contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron a escritura, revisión y edición del artículo, Autor principal y quien desarrollo la revisión sistemática. E.E.N.L, colaboración y verificación de resultados Y.S.M.C, S.M.M.V y J.I.G.C.

## 8. Costos de financiamiento

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

## 9. Referencias Bibliográficas

1. Nunes JMS, Moura OCd, Mascaro B, Oliveira Fd, Rached. A. One-step fiber post cementation and core build-up in endodontically treated tooth: A clinical case report. Journal Esthetic and Restorative Dentistry [Internet]. 2019 Noviembre

- (citado el 05 de abril 2024); 32(1). Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31758748/>
2. Higashi M, Mine A, Matsumoto M, Yumitate M, Hagino R, Shintaro B, et al. Do resin core build-ups obtain the benefits of higher bonding ability from direct or indirect technique? *Journal of Prosthodontic Research* [Internet]. 2021 Agosto (citado el 05 de abril 2024); 65(4). Disponible en:  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpr/65/4/65\\_JPR\\_D\\_20\\_00275/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpr/65/4/65_JPR_D_20_00275/_pdf)
  3. Alcántara E, WSG. Ensayo de compresión en muñones preparados con resinas de alta viscosidad dual y cemento resinoso dual auto-grabable con fines [Tesis, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña] [Internet]; 2019 (citado el 05 de abril 2024). Disponible en:  
<https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/1760?locale-attribute=en>
  4. Oliveira CRM, Gouveia É, Reis J, Tanomaru M, Reis JMSN. Fracture strength of teeth with coronal destruction after core build-up restoration with bulk fill materials. *Journal Esthetic and Restorative Dentistry* [Internet]. 2021 Noviembre (citado el 05 de abril 2024); 33(3). Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34766704/>
  5. Bendezú JCZ, López-Flores. AI. Microfiltración en restauraciones parciales indirectas en piezas endodónticas cementadas con cementos resinosos duales autoadhesivos. Universidad científica del Sur [Internet]. 2019 (citado el 05 de abril 2024); 32(1): 5-11. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/338061628\\_Microfiltracion\\_en\\_restauraciones\\_parciales\\_indirectas\\_cementadas\\_con\\_cementos\\_resinosos\\_duales\\_autoadhesivos](https://www.researchgate.net/publication/338061628_Microfiltracion_en_restauraciones_parciales_indirectas_cementadas_con_cementos_resinosos_duales_autoadhesivos)
  6. Shari MB, Amir GD, Enrique KF, Haydeé GVD. Estudio comparativo in-vitro de fuerzas compresivas de cuatro materiales resinosos para la reconstrucción de muñones dentales. *Imbiomed* [Internet]. 2017 Septiembre (citado el 05 de abril 2024); 16(52). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=70312>
  7. Chan SM, Guo J, Aregawi W, Yang J, Fok A, Wang Y. Investigation of mechanical performances and polymerization shrinkage of dual-cured resin composites as core build-up material. *Dental Materials Journal* [Internet]. 2021 (citado el 05 de abril 2024); September (5). Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34121020/>

8. Baldión Elorza PA, Vaca Hortua DA, Álvarez Silva CA, Agaton Montes DA. Estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta. *Revista Colombiana de Investigación en Odontología* [Internet]. 2011 (citado el 05 de abril 2024); 1 (3): 51 - 59. Disponible en: <file:///C:/Users/tcarr/Downloads/ESTUDIOCOMPARATIVODELASPROPIEDADDES.pdf>
9. L Spinhayer, A Bui, J G Leprince, C Hardy. Core build-up resin composites: an in-vitro comparative study. *Biomaterial Investigations in Dentistry* [Internet]. 2020 (citado el 05 de abril 2024); 7(1): 159 - 166. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33210097/>
10. Orellana Solórzano Magdalena SPJC, RLDE. Microfiltration between adhesive and self-adhesive cement in resin inlays. *Dominio de las Ciencias* [Internet]. 2017 Junio; 3(2). Disponible en: <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/download/340/pdf/1189>
11. Lacerda FC, Vieira J, Lacerda P. Immediate and long-term microshear bond strength. *Operative Dentistry and Endodontics* [Internet]. 2021 Junio (citado el 05 de abril 2024); 13(10). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34667499/>
12. Sharma A, Shetty PP, Ali A, Bhardwaj M, Dubey D, Chhabra S. Comparative evaluation of the compressive, tensile, and flexural strengths of paracore®, flourocure®2+, and multicore® resin-based core build-up materials – An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry* [Internet]. 2021 (citado el 05 de abril 2024); 24(6): 576 -579. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35558666/>
13. Bialy M, Targonska S, Szust A, Wiglusz RJ, Dobrzynski M. In vitro fracture resistance of endodontically treated premolar teeth restored with prefabricated and custom-made fibre-reinforced composite. *Materials (Basel, Switzerland)* [Internet]. 2021 (citado el 05 de abril 2024); 14(20), 6214. <https://doi.org/10.3390/ma14206214>
14. Praça CJ, Ribeiro MFT, Mello WKD. Análise comparativa das propriedades mecánicas. *Revista Científica da Unifenas* [Internet]. 2019 (citado el 05 de abril 2024); Agosto-Octubre; 1(2). Disponible en: <https://revistas.unifenas.br/index.php/revistaunifenas/article/view/255>

15. Tejada KJ, Villalobos CS, Coronel FT. Compresión de las resinas dentales de nanopartículas y suprananopartículas. Salud & Vida Sipanense [Internet]. 2020 (citado el 05 de abril 2024); 7(2): p. 66 -75. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/347647154\\_RESISTENCIA\\_A\\_LA\\_COMPRESION\\_DE\\_LAS\\_RESINAS\\_DENTALES\\_DE\\_NANOPARTICULA\\_S\\_Y\\_SUPRANANOPARTICULAS](https://www.researchgate.net/publication/347647154_RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION_DE_LAS_RESINAS_DENTALES_DE_NANOPARTICULA_S_Y_SUPRANANOPARTICULAS)
16. Peñafiel MV, Quisiguiña SM, Alban CA, Robalino HR. Comparación de la resistencia a la fuerza de compresión de las resinas híbrida, nanohíbrida y bulk fill. Recimundo [Internet]. 2019 (citado el 05 de abril 2024); 3(3): p. 585-595. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/539>
17. Mauricio F, Medina J, Vilchez L, Sotomayor O, Muricio-Vilchez C, & Mayta-Tovalino F. Effects of different light-curing modes on the compressive strengths of nanohybrid resin-based composites: a comparative *in vitro* study. Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry [Internet]. 2021 (citado el 05 de abril 2024); 11(2): 184–189. [https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD\\_423\\_20](https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_423_20)
18. Da Silva RA, De Bragança GF, Vilela AF, Veríssimo C, Soares J. Post-gel, and total shrinkage stress of conventional and bulk-fill resin composites in endodontically-treated molars. Operative Dentistry [Internet]. 2020 (citado el 05 de abril 2024); 45(5): p. 217-226. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32352352/>
19. Walcher JG, Leitune VCB, Collares FM, Balbinot GdS, Samuel SMW. Physical and mechanical properties of dual functional cements an in vitro study. Investigaciones Clínicas Orales [Internet]. 2018 (citado el 05 de abril 2024); 23: p. 1715–1721. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30155574/>
20. Säilynoja E, Garoushi S, Vallittu PK, Lippo L. Characterization of Experimental Short-Fiber-Reinforced Dual-Cure Core Build-Up Resin Composites. Polymers (Basel). 2021 (citado el 05 de abril 2024); 13(14). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34301038/>
21. Rajkumar B ea. Comparative evaluation of micraleakage of three recent resin based core material - An in vitro study. Endontology [Internet]. 2014 (citado el 05 de abril 2024); 1. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/275833867\\_Comparative\\_evaluation](https://www.researchgate.net/publication/275833867_Comparative_evaluation)

of microleakage of three recent resin based core materials An in vitro study

22. Agrawal A, Mala K. An in vitro comparative evaluation of physical properties of four different types of core materials. *Journal of Conservative Dentistry* [Internet]. 2014 (citado el 05 de abril 2024); *17*(3), 230–233.  
<https://doi.org/10.4103/0972-0707.131782>



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**.



#### Indexaciones



## Estudio comparativo in vitro de la estabilidad dimensional de diferentes siliconas de adición

### *Comparative in vitro study of the dimensional stability of different addition silicones*

- <sup>1</sup> Pedro Antonio Castro García  <https://orcid.org/0009-0002-9584-3619>  
Odontólogo. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[pedro.castro@unach.edu.ec](mailto:pedro.castro@unach.edu.ec)
- <sup>2</sup> Jazmín Poleth Mayorga Brito  <https://orcid.org/0009-0005-4891-6848>  
Odontóloga. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[jazmin.mayorga@unach.edu.ec](mailto:jazmin.mayorga@unach.edu.ec)
- <sup>3</sup> David Gerardo Carrillo Vaca  <https://orcid.org/0000-0001-7556-1855>  
Magister Internacional (MBA) en Gestión de Instituciones de Salud; Especialista en Administración de Instituciones de Salud; Especialista en Rehabilitación Oral; Odontólogo; Docente Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[david.carrillo@unach.edu.ec](mailto:david.carrillo@unach.edu.ec)
- <sup>4</sup> Lisseth Estefanía Ortega Leiton  <https://orcid.org/0009-0006-7337-8815>  
Odontóloga. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.  
[lisseth.ortega@unach.edu.ec](mailto:lisseth.ortega@unach.edu.ec)

#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/04/2024

Revisado: 13/05/2024

Aceptado: 16/06/2024

Publicado: 23/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3105>

Cítese: Castro García, P. A., Mayorga Brito, J. P., Carrillo Vaca, D. G., & Ortega Leiton, L. E. (2024). Estudio comparativo in vitro de la estabilidad dimensional de diferentes siliconas de adición. *Anatomía Digital*, 7(3), 34-52.  
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3105>



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-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras****claves:**

contracción,  
expansión,  
estabilidad  
dimensional,  
polimerización,  
prótesis,  
silicona de  
adición.

**Keywords:**

contraction,  
expansion,

**Resumen**

**Introducción:** La presente investigación, tuvo por objeto evaluar la estabilidad dimensional de las siliconas de adición de tres diferentes casas comerciales, con el propósito de identificar como la expansión y contracción cumplen su función acorde al tiempo de trabajo dentro de la confección de las prótesis. **Objetivos:** el objetivo de esta investigación fue evaluar la estabilidad dimensional de las siliconas de adición de tres diferentes casas comerciales, posterior a establecer un método de medición de está considerando parámetros como la contracción y la expansión en función del tiempo, logrando así, medir la alteración dimensional de las siliconas a diferentes intervalos de tiempo después del proceso de polimerización, con el objetivo de comparar la estabilidad dimensional de las diferentes siliconas de adición para identificar diferencias significativas en dicha propiedad física. **Metodología:** El tipo de investigación es experimental in vitro, lo que significa que la investigación se realizó en un entorno controlado en el laboratorio, manipulando activamente las variables y observando los resultados. **Resultados:** Para los resultados se consideró la alteración dimensional de las siliconas por adición en intervalos de tiempo con el fin de ver como se desenvuelve la silicona en el proceso de polimerización. **Conclusiones:** El análisis ANOVA detectó diferencias dimensionales significativas entre los diferentes tipos de siliconas, en un periodo corto de 24 horas y un periodo distante de 15 días, mientras que en un periodo medio de 8 días no se encontraron diferencias dimensionales significativas entre estas. Además, se determinó que la silicona President Coltene presenta cambios dimensionales variantes a lo largo del periodo de estudio, este comportamiento es similar al de Ivoclar Vivadent Virtual, aunque esta presentó menor variabilidad, por último, Kerr Extrude es la silicona que menos cambios en el tiempo presentó con respecto a las siliconas antes mencionadas, denotando una consolidación hacia los procesos de contracción respecto al tiempo, que difiere notablemente de las otras siliconas analizadas. **Área de estudio general:** odontología. **Área de estudio específica:** siliconas de adición. **Tipo de estudio:** original, trabajo de investigación.

**Abstract**

**Introduction:** The aim of the research was to evaluate the dimensional stability of addition silicones from three different

dimensional stability, polymerization, prosthesis, addition silicone.

commercial companies, with the purpose of identifying how expansion and contraction fulfill their function according to the working time when making the prostheses. **Objectives:** The objective of this research was to evaluate the dimensional stability of addition silicones from three different commercial companies, after establishing a measurement method considering parameters such as contraction and expansion as a function of time, thus achieving, measuring the dimensional alteration of the silicones at different time intervals after the polymerization process, with the objective of comparing the dimensional stability of the different addition silicones to identify significant differences in said physical property. **Methodology:** This experimental research was conducted in a laboratory-controlled environment, actively manipulating the variables, and observing the results. **Results:** For the results, the dimensional alteration of the silicones by addition at time intervals was considered to observe how the silicone develops in the polymerization process. **Conclusions:** The ANOVA analysis detected significant dimensional differences between the diverse types of silicones, in an abbreviated period of 24 hours and a distant period of 15 days, while in a medium period of 8 days no significant dimensional differences were found between them. Furthermore, it was determined that the silicone President Coltene presents varying dimensional changes throughout the study period. This behavior is like that of Ivoclar Vivadent Virtual, although it presented less variability. Finally, Kerr Extrude is the silicone that presented the least changes over time with respect to the silicones, denoting a consolidation towards contraction processes with respect to time, which differs notably from the other silicones analyzed.

## 1. Introducción

El estudio comparativo in vitro de la estabilidad dimensional de diferentes siliconas de adición es un tema relevante en el ámbito de la odontología y la rehabilitación oral. Los materiales de impresión como es la silicona de adición son utilizados en la obtención de impresiones dentales para la posterior elaboración de modelos de estudio de los tejidos y estructuras de la cavidad oral, a partir del cual se logra una planificación del tratamiento rehabilitador (1).

Por ende, es necesario conocer que una impresión dental es una réplica en negativo de las estructuras y tejidos circundantes de la cavidad oral, que se obtiene por medio de la aplicación de un material de impresión colocado sobre las arcadas dentarias del paciente (2- 4).

El procedimiento de toma de impresiones se realiza rutinariamente en las clínicas dentales y puede ser realizado con éxito mediante el manejo de técnicas y materiales, hoy en día muchos de ellos brindan resultados satisfactorios en lo que a reproducción de detalles se refiere. Es por ello por lo que, las impresiones constituyen un recurso valioso en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes, dando paso a la elaboración de modelos en yeso que permiten al odontólogo observar y estudiar el estado actual de la cavidad bucal del paciente, así como la confección de aparatos protésicos (5).

Además, las siliconas de adición se consideran un material de impresión de tipo elastómero y uno de los más indicados en la obtención de impresiones definitivas de los tejidos de la boca, en el área de prostodoncia (6, 7). En su funcionamiento, este material actúa en forma de polímero es decir que por medio de una activación química estimulará la función de sus enlaces y así, por medio de la polimerización obtener los resultados que esperamos (8). En el mercado existe gran variedad de este producto, que es comercializado en frascos su porción pesada (putty) y en tubos la porción ligera (9). Este material al generar como subproducto hidrogeno y no alcohol es considerado el elastómero más estable dimensionalmente (10).

Generalmente las impresiones realizadas con silicona de adición obtienen mejores resultados, son más exactas además de la buena estabilidad dimensional que presenta este material. La estabilidad dimensional es definida como una propiedad de los materiales, los mismos que al ser sometidos a diferentes alteraciones en el ambiente como la temperatura y la humedad, tratan de conservar su morfología y dimensiones originales sin que estas se encuentren alteradas (11).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la estabilidad dimensional de las siliconas de adición de tres diferentes casas comerciales, posterior a establecer un método de medición de está considerando parámetros como la contracción y la expansión en función del tiempo, logrando así, medir la alteración dimensional de las siliconas a diferentes intervalos de tiempo después del proceso de polimerización, con el objetivo de comparar la estabilidad dimensional de las diferentes siliconas de adición para identificar diferencias significativas en dicha propiedad física.

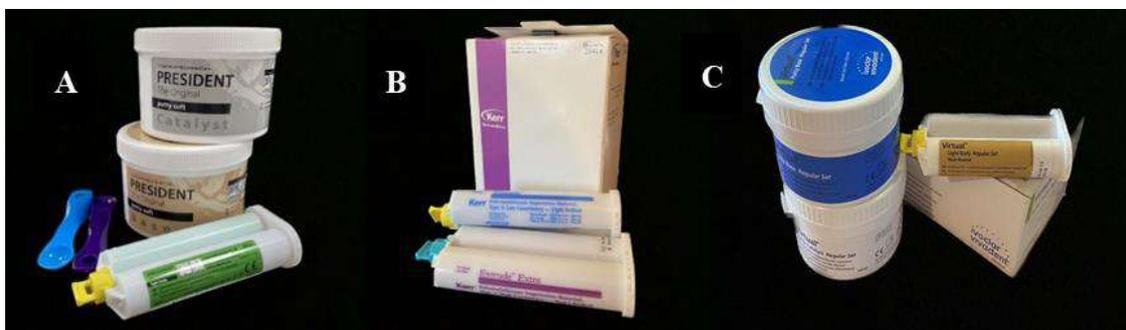
## 2. Metodología

El presente estudio fue de tipo experimental in vitro, longitudinal y con un enfoque cuantitativo, descriptivo y cuasi experimental. La investigación fue aceptada por la Comisión de la Carrera de Odontología de la Universidad Nacional de Chimborazo.

El estudio se llevó a cabo a partir de la fabricación de un modelo maestro a base de acero inoxidable el cual se utilizó para la toma de impresiones, teniendo así un grupo poblacional de 36 impresiones, las mismas que fueron divididas en 12 impresiones para cada marca comercial, es decir 12 muestras con *President Coltene*, 12 muestras *Kerr Extrude*, y 12 muestras con *Ivoclar Vivadent Virtual*. El muestreo fue de carácter intencional no probabilística, y a conveniencia, bajo los criterios de inclusión de las impresiones con elastómeros de adición con las marcas ya establecidas, utilizadas de manera correcta a partir de las indicaciones del fabricante. Y descartando las muestras que presentaban diferentes imperfecciones en el área de medición.

Los datos del estudio se obtuvieron a través de un estereomicroscopio, las medidas fueron analizadas en distintos periodos de tiempo posterior a la toma de impresión, siendo así en 24 horas, 8 días, y 15 días; permitiendo realizar el análisis estadístico mediante pruebas de análisis de varianza (ANOVA) con el programa SPSS versión 27.

La investigación fue realizada en el laboratorio U103 de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para el estudio se estableció el uso de siliconas de adición de tres casas comerciales, revisar figura 1.



**Figura 1.** A) *Coltene-President* B) *Kerr-Extrude* C) *Ivoclar Vivadent-Virtual*

Además, se confeccionó un modelo maestro de acuerdo con la especificación número 19 según la Asociación Dental Americana (ADA). El modelo consta de dos estructuras: a) un bloque que presenta: 3 líneas horizontales y 2 líneas verticales talladas en su parte superior, según la especificación mencionada el diámetro interno del modelo maestro corresponde a 29.97mm, la distancia equitativa para cada lado a partir de la línea central es de 2.5mm, formándose así las líneas horizontales; las líneas verticales nacen trazando

dos líneas perpendiculares a la línea central con una distancia de 2.48mm a partir de ambos extremos hacia dentro. b) un anillo externo: que presenta un diámetro de 38mm, revisar figura 2 (12 - 16).

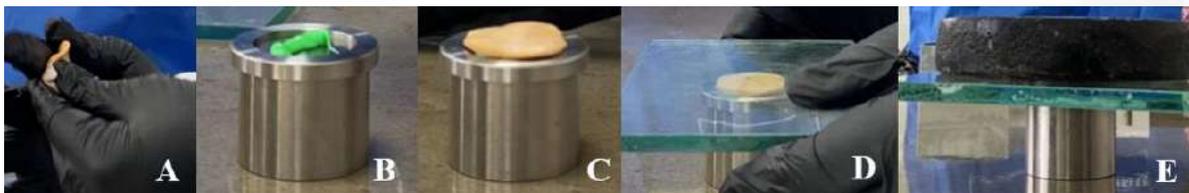


**Figura 2.** Modelo maestro finalizado con sus dos estructuras

Debido a las medidas que presenta el modelo maestro, se estandarizo las proporciones de la silicona de adición. Para la pasta pesada se utilizó dos cucharillas de  $\frac{1}{4}$  de cucharadita (activador-catalizador), mientras que, para la pasta liviana se estableció la porción de un “click” de la pistola dispensadora, descartando el primer fragmento.

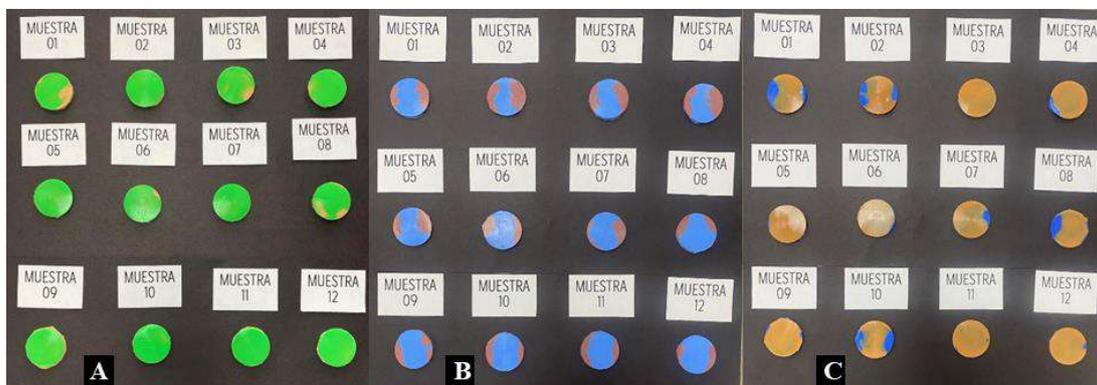
Una vez estandarizado los materiales y determinado el protocolo como se muestra en la figura 3, que se describirá a continuación. Se inicia la obtención de las muestras de cada grupo de estudio. La técnica que se utilizo es la de un paso o doble mezcla (17), primero se mezcla el catalizador con el activador de la pasta pesada por 15 segundos, inmediatamente se coloca en la parte superior del modelo maestro la pasta liviana seguido de la pasta pesada, se coloca una loseta de vidrio que permite mantener el material de impresión y asegurar el grosor de las muestras (13 - 15, 18). Además, sirve de soporte para una pesa de 1kg que ejercerá una misma presión en cada impresión, permitiendo la reproducción detallada de las líneas trazadas en el modelo maestro (13, 15, 16). El tiempo de trabajo recomendado por el fabricante se duplico en cada caso para compensar la temperatura de la cavidad bucal (14, 19, 20).

En todo momento se utilizó guantes de nitrilo, obviando el uso de guantes de látex evitando el riesgo de posibles alteraciones en la polimerización del material de impresión (14, 18). Al término de la obtención de cada muestra se realizó la limpieza del modelo maestro a través de hisopos con alcohol, con el fin de eliminar residuos que puedan presentarse en las ranuras de las líneas trazadas (13).



**Figura 3.** Protocolo de impresión. A) Mezcla de la pasta pesada. B) Aplicación de la pasta liviana. C) Aplicación de pasta pesada. D) Colocación de la loseta. E) Colocación de peso.

Se elaboró por cada silicona de adición un grupo de 12, siendo un total de 36 muestras, que se muestra en la figura 4. Para establecer que las muestras son aceptables para el estudio debían reproducir la superficie del modelo maestro de manera nítida, por otro lado, las muestras que presentaban irregularidades, desprendimientos, rugosidades o alguna otra alteración en los puntos de referencia se establecieron como inaceptables (13, 18).



**Figura 4.** Muestras. A) Coltene-President B) Kerr-Extrude C) Ivoclar Vivadent-Virtual

Para el estudio se utilizó el estereomicroscopio Stemi 508 juntamente con la cámara Axiocam 208 color, de la marca Zeiss, que se observa en la figura 5. El equipo fue calibrado con una magnificación de 1,25x y una precisión de 1000um (12, 20).



**Figura 5.** Estereomicroscopio Stemi 508 y cámara Axiocam 208 color, de la marca Zeiss

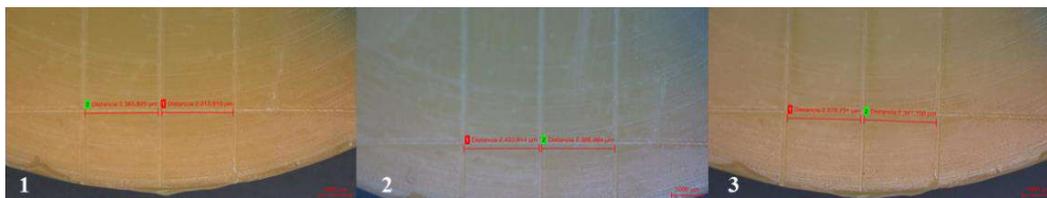
Para realizar la medición microscópica de los cambios en el tiempo que presentaran las siliconas de adición, se determinaron seis puntos (A, B, C, D, E, F) con la unión de dos puntos se formó cuatro segmentos (A-B, B-C, D-E, E-F). Cada grupo de estudio fueron analizadas en tres periodos de tiempo diferentes: 24 horas, 8 días y 15 días (figura 6 - 8). Las medidas de las muestras se obtuvieron a partir de la aplicación Labscope-Zeiss. Todo el procedimiento de microscopia fue realizado por un solo operador, con el objetivo de minimizar discrepancias ópticas al momento de la medición de las muestras (20).



**Figura 6.** *President Coltene* (1. 24 horas, 2. 8 días, 3. 15 días)



**Figura 7.** *Kerr Extrude* (1. 24 horas, 2. 8 días, 3. 15 días)



**Figura 8.** *Ivoclar Vivadent Virtual* (1. 24 horas, 2. 8 días, 3. 15 días)

Una vez finalizado el estudio y obteniendo las medidas de cada grupo de muestras, se realiza una lista de cotejo agrupando los resultados según los segmentos en los diferentes periodos de tiempo en que se realizó el análisis para cada grupo de estudio.

### 3. Resultados

El grupo de la silicona President-Coltene presento en un corto plazo una fuerte contracción media ( $68.1 \mu\text{M}$ ), la cual se acentúa en un mediano plazo ( $18.68 \mu\text{M}$ ) y en un largo plazo experimenta una leve expansión ( $-5.75 \mu\text{M}$ ). La reducción sustancial de la desviación estándar (de  $23.65$  a  $13.39 \mu\text{M}$ ) refuerza que el comportamiento se homogeniza después del estado inicial (tabla 1).

**Tabla 1.** Diferencia de alteración dimensional en relación con el tiempo (President Coltene)

Diferencia Dimensional (24 h)		Diferencia Dimensional (8 d)		Diferencia Dimensional (15 d)	
Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
68.1	23.65	18.68	20.25	-5.75	13.39
* Valores negativos denotan expansión del material (uM)					
**Valores positivos indican contracción del material (uM)					

Kerr-Extrude presento en un corto plazo una contracción promedio relativamente alta (43.56  $\mu\text{M}$ ), la cual disminuye en un mediano plazo (24.66  $\mu\text{M}$ ) y en un largo plazo (24.8  $\mu\text{M}$ ). La desviación estándar va en aumento sostenido (de 9.14 a 28.2  $\mu\text{M}$ ), revelando una variabilidad creciente en el comportamiento dimensional con la polimerización (tabla 2).

**Tabla 2.** Diferencia de alteración dimensional en relación con el tiempo (Kerr-Extrude)

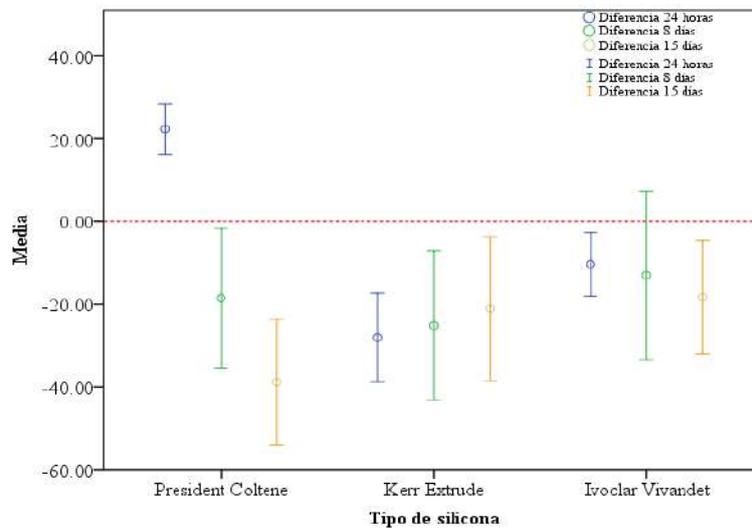
Diferencia Dimensional (24 h)		Diferencia Dimensional (8 d)		Diferencia Dimensional (15 d)	
Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
43.56	9.14	24.66	25.51	24.8	28.2
* Valores negativos denotan expansión del material (uM)					
**Valores positivos indican contracción del material (uM)					

Ivoclar Vivadent-Virtual presento en un corto plazo una contracción promedio relativamente alta (31.07  $\mu\text{M}$ ), la cual disminuye en un mediano plazo (12.46  $\mu\text{M}$ ) y en un largo plazo experimenta una ligera expansión (-1.92  $\mu\text{M}$ ). La desviación estándar se incrementa levemente durante el proceso (de 5.81 a 8.04  $\mu\text{M}$ ), revelando cierto aumento de la variabilidad dimensional (tabla 3).

**Tabla 3.** Diferencia de alteración dimensional en relación con el tiempo (Ivoclar Vivadent Virtual)

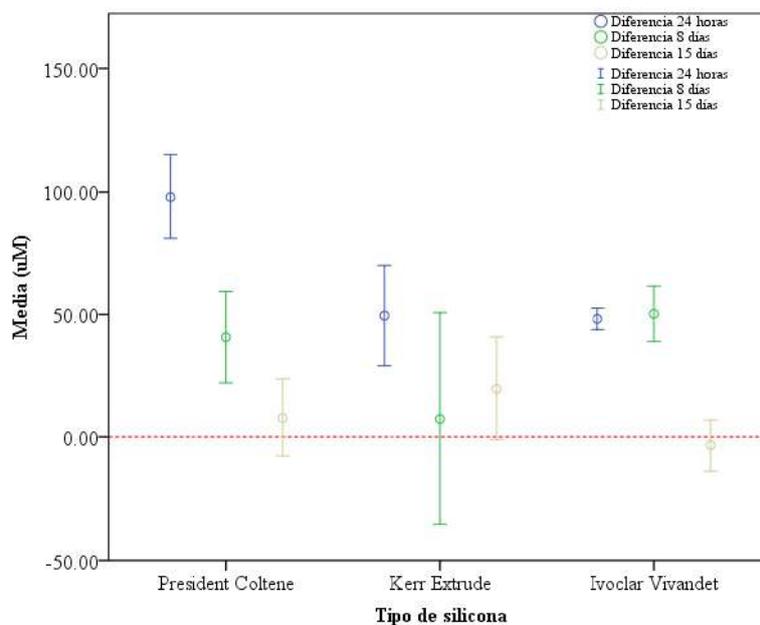
Diferencia Dimensional (24 h)		Diferencia Dimensional (8 d)		Diferencia Dimensional (15 d)	
Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
31.07	5.81	12.46	9.98	-1.92	8.04
* Valores negativos denotan expansión del material (uM)					
**Valores positivos indican contracción del material (uM)					

El análisis del segmento A-B demuestra una mayor tendencia de expansión en todos los momentos a excepción de President-Coltene en un corto plazo, difiriendo del comportamiento general de las muestras (figura 9).



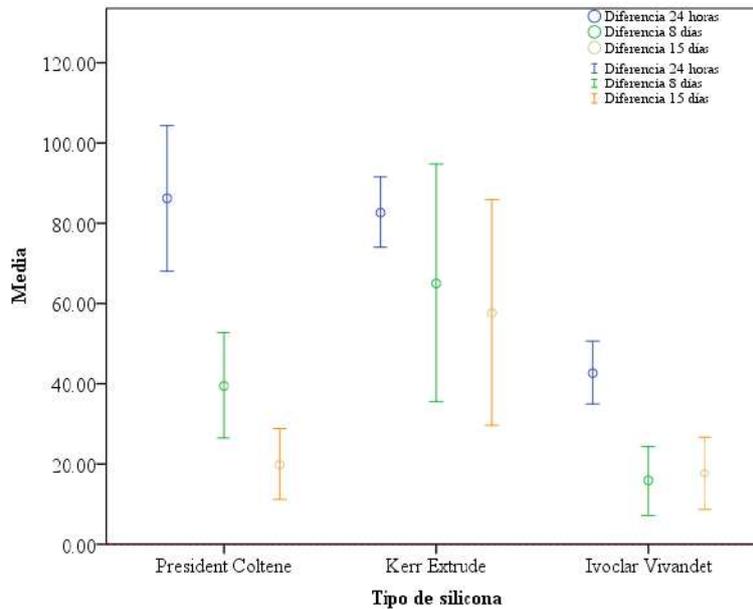
**Figura 9.** Comparación de diferencias por tipo de silicona uM (A-B)

En el segmento B-C se evidenció una contracción en todas las muestras más prominente en un corto plazo, el grupo de Kerr-Extrude demostró mayor variabilidad en un mediano plazo (figura 10).



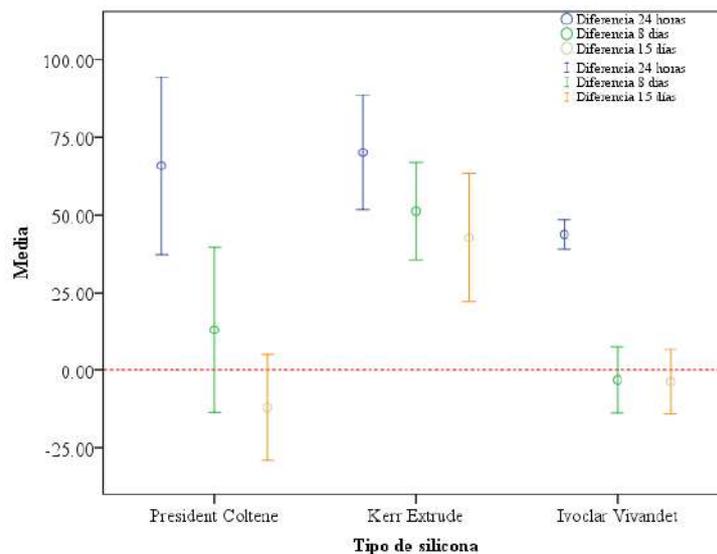
**Figura 10.** Comparación de diferencias por tipo de silicona uM (B-C)

El segmento D-E demuestra una constante contracción en todas las muestras, el grupo de Kerr-Extrude demuestra mayor variabilidad en mediano y largo plazo (figura 11).



**Figura 11.** Comparación de diferencias por tipo de silicona uM (D-E)

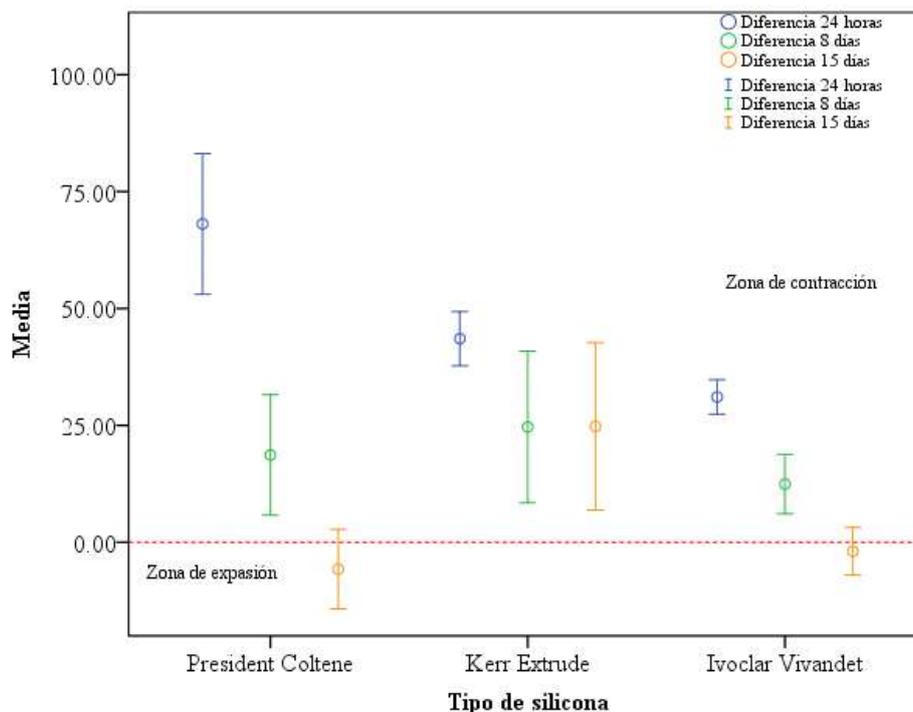
El segmento E-F demostró un comportamiento que difiere al encontrar que los grupos de President-Coltene e Ivoclar Vivadent-Virtual se expandieron especialmente en un mediano y largo plazo (figura 12).



**Figura 12.** Comparación de diferencias por tipo de silicona uM (E-F)

Comparando las diferencias promedio por grupo de estudio se ha encontrado notablemente que el grupo de la silicona President-Coltene se muestra muy variable en

sus cambios dimensionales indicando que hasta un mediano plazo demuestra valores de contracción y en un largo plazo se expande, similar al grupo de Ivoclar Vivadent-Virtual, aunque con menos variabilidad, el grupo de Kerr-Extrude resulta ser el que menos cambios tiene en el periodo de estudio demostrando un margen constante de contracción (figura 13).



**Figura 13.** Comparación de diferencias promedio de todos los segmentos por tipo de silicona

Para determinar las diferencias significativas entre los grupos de muestras se plantea la siguiente hipótesis:

H0= No existen diferencias significativas entre los tipos de silicona y su alteración dimensional a las 24 horas, 8 días y 15 días.

IC=95%

Error=5%

Decisión de la prueba: Si  $p < 0.05$  rechazar H0

A través de un análisis ANOVA se logra determinar que a las 24 horas el valor de p (sig.) es menor que 0.05 rechazando la hipótesis nula, a los 8 días el valor de p es mayor que 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula y a los 15 días el valor de p vuelve a ser

menor a 0.05 rechazando la hipótesis nula. Por medio del análisis ANOVA se detectan diferencias significativas entre los grupos de estudio en corto y largo plazo, mas no en mediano plazo (tabla 4).

**Tabla 4.** Prueba ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Diferencia promedio dimensional 24 horas	Entre grupos	8514.48	2	4257.24	18.883	0.000
	Dentro de grupos		3			
		7439.782	3	225.448		
	Total	15954.262	5			
Diferencia promedio dimensional 8 días	Entre grupos	893.855	2	446.927	1.156	0.327
	Dentro de grupos		3			
		12761.587	3	386.715		
	Total	13655.442	5			
Diferencia promedio dimensional 15 días	Entre grupos	6645.581	2	3322.79	9.593	0.001
	Dentro de grupos		3			
		11430.795	3	346.388		
	Total	18076.376	5			

#### 4. Discusión

Para la medición del estudio de la estabilidad dimensional se utilizan diferentes metodologías con el mismo objetivo, evidenciar los cambios que se puedan presentar con respecto a dicha propiedad. Los equipos de microscopia son otra herramienta de medición con un alto porcentaje de exactitud, ya que nos permite realizar un análisis de objetos microscópicos difíciles de analizar al ojo humano, potenciando la precisión en las medidas que puedan presentar las diferentes muestras, como lo referencian distintos autores en sus estudios (10, 12, 13, 20–24).

Luego de un análisis de los distintos métodos de medición utilizados en los diferentes estudios antes analizados, con el fin de evitar errores en la medición de las muestras, se compartió el criterio de Farzin et al. (20) en el uso de un equipo de medición confiable, como es el estereomicroscopio, el mismo que a diferencias de otros microscopios, nos permite una visión tridimensional de las muestras a ser analizadas. El estereomicroscopio Stemi 508 juntamente con la cámara Axiocam 208 color, de la marca Zeiss, a través de la aplicación Labscope-Zeiss nos permite la medición de longitudes microscópicas a partir de puntos establecidos.

Hinostroza (25), en su estudio logro evidenciar que la silicona President Coltene, al paso de 24 horas presenta una contracción considerable con respecto a su modelo base. Los resultados de este estudio reafirman la postura del autor, debido a que esta silicona durante

el periodo de 24 horas presento una fuerte contracción con respecto a las medidas referenciales del modelo maestro. En un estudio realizado por Rodríguez & Bartlett (15), evidenciaron que luego de transcurrir 15 días el grupo de siliconas estudiadas presentaron una tendencia general a la contracción con respecto a la medida del bloque de estudio, siendo parte de este grupo la silicona President Coltene. Se comparte la aseveración de los autores, ya que se evidenció durante los 15 días que la silicona estuvo sujeta al fenómeno de contracción, presentando evidentes variaciones en sus cambios dimensionales.

Rodríguez & Bartlett (15), en su estudio de las variaciones dimensionales de diversos materiales de impresión, evaluaron el comportamiento de la silicona de adición Kerr Extrude en distintos periodos de tiempo. El análisis dentro de las primeras 24 horas indica que esta silicona presenta una contracción con respecto a la medida de su bloque de estudio, fenómeno que se sigue evidenciando al análisis realizado de las muestras a los 15 días. La contracción de este material de impresión se mantiene sin variaciones marcadas en sus cambios dimensionales, al igual que las muestras de Kerr Extrude analizadas en este estudio donde a las 24 horas presentaron contracción, manteniendo un margen constante de contracción a los 15 días.

Con respecto al comportamiento de la silicona de adición Ivoclar Vivadent Virtual, dentro de su análisis se observó, que transcurridas 24 horas se evidencia una alta contracción, la cual disminuye al paso de 8 días, y a los 15 días presenta ligera expansión con respecto a las medidas referenciales del modelo maestro. Esta postulación difiere del estudio realizado por Al-Zarea & Sughaireen (24), donde evidencian que la silicona de adición Ivoclar Vivadent Virtual no atraviesa un estadio de contracción, por el contrario, presenta valores mínimos de expansión a los 8 días que se mantienen constantes a los 15 días detallando mínimos cambios dimensionales.

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, con respecto a los cambios dimensionales iniciales, se puede determinar que a las 24 horas se evidencia diferencias significativas entre las siliconas estudiadas, mientras que en el periodo de 8 días las siliconas presentan homogeneidad entre sus valores dimensionales, finalmente a los 15 días las dimensiones de las siliconas vuelven a presentar diferencias.

## 5. Conclusiones

- Una vez realizado el análisis bibliográfico y tomando en cuenta las recomendaciones, se estableció para el estudio los equipos de microscopia, utilizando así el estereomicroscopio Stemi 508 juntamente con la cámara Axiocam 208 color, de la marca Zeiss, como el equipo de medición para la estabilidad dimensional.

- A través de la aplicación Labscope-Zeiss se logró analizar las variaciones dimensionales que presentaron las diferentes siliconas de adición estudiadas, a partir de 36 muestras que se analizaron en distintos periodos de tiempo establecidos en 24 horas, 8 y 15 días, tomando en cuenta la reacción de polimerización del material.
- Analizados los resultados estadísticos de esta investigación, se determinó que la silicona President Coltene presenta cambios dimensionales variantes durante todo el periodo de estudio, este comportamiento es similar al de Ivoclar Vivadent Virtual, aunque esta presentó menor variabilidad; finalmente, Kerr Extrude es la silicona que menos cambios en el tiempo presentó con respecto a las siliconas antes mencionadas denotando una consolidación hacia los procesos de contracción respecto al tiempo, que difiere notablemente de las otras siliconas analizadas.

#### 6. Conflictos de intereses:

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

#### 7. Declaración de contribución de los autores:

Cada uno de los autores contribuyeron con la escritura, revisión y edición del artículo. Autores principales y quienes desarrollaron el respectivo estudio P.A.C.G y J.P.M.B, colaboración y verificación de resultados D.G.C.V y L.E.O.L. Todos los autores han leído y aceptado la versión escrita del manuscrito.

#### 8. Costos de financiamiento

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

#### 9. Referencias Bibliográficas

1. López LDM, Rodríguez D, Espinosa NDM. Materiales de impresión de uso estomatológico. Revista 16 de abril [Internet]. 2018 [citado el 05 de febrero]; 57(267): 64–72. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=81314>.
2. Martínez C, Ospina I, Morales I, & Meza B. Comparación de exactitud y estabilidad dimensional de tres marcas de siliconas de adición presentes en el mercado colombiano [Universidad Santo Tomas]. 2018 [citado el 05 de febrero]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/17057>.
3. Ramos Arrúa RM, Suárez Molina AN, Medina Sanchez AMV, & Coronel González AO. Estabilidad dimensional en impresiones realizadas con siliconas

- por condensación y siliconas por adición. *Revista Académica Scientia Oral* Salu-tem [Internet]. 2020 [citado el 05 de febrero]; 2(1): 6–10. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.py/index.php/founc/article/view/4>.
4. Martínez Bravo A. Estudio in vitro de una silicona vinil polieter como nuevo material de impresión [Universidad Complutense Madrid]. 2018 [citado el 05 de febrero]. Disponible en: <https://docta.ucm.es/entities/publication/ecbdba3c-3a90-46e4-86f7-7bce6f81b330>.
  5. Aldana Sepulveda H, Garzón Rayo H. Toma de impresiones en prótesis fija. Implicaciones periodontales. *Avances en Odontoestomatología* [Internet]. 2014 [citado el 05 de febrero]; 32(2): 1–13. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852016000200003](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852016000200003).
  6. Quishpe Córdor OB. Uso de las siliconas de adición en la impresión definitiva de una prótesis fija [Artículo científico, Universidad Regional Autónoma de los Andes]. 2022 [citado el 05 de febrero]. Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/14784>.
  7. Naumovski B, Kapushevska B. Dimensional stability and accuracy of silicone - based impression materials using different impression techniques - a literature review. *Prilozi* [Internet]. 2017 [citado el 05 de febrero]; 38(2): 131–8. Disponible en: <https://doi.org/10.1515/prilozi-2017-0031>.
  8. Balladares Araujo GA. Estudio in vitro de cambios dimensionales en modelos de yeso obtenidos de impresiones con silicona de consistencia fluida por influencia de alcohol etílico de 70° [Universidad Central del Ecuador]. 2015 [citado el 05 de febrero]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/5657a7e5-b556-46f3-815e-86a746b8ca4b>.
  9. Madanshetty P, Guttal SS, Meshramkar R, Newaskar PS, Anehosur GV. Addition silicone impressions in fixed prosthodontics: clinical standpoints. *Cureus* [Internet]. 2023 [citado el 05 de febrero]; 15(8): e44014. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37746395/>.
  10. Pino Vitti R, Barreira de Oliveira AR, Coelho Sinhoreti MA. Effect of different impression techniques and elastomeric impression materials on the dimensional accuracy of partially edentulous mandibular arch. *Brazilian Journal of Oral Sciences* [Internet]. 2016 [citado el 05 de febrero]; 15(3):238–41. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/319074339\\_Effect\\_of\\_different\\_impre](https://www.researchgate.net/publication/319074339_Effect_of_different_impre)

ssion\_techniques\_and\_elastomeric\_impression\_materials\_on\_the\_dimensional\_accuracy\_of\_partially\_edentulous\_mandibular\_arch.

11. Salazar D, Vergara A, Sosa D. Estabilidad dimensional de las siliconas por adición posterior a su fecha de caducidad. *Acta Bioclinica* [Internet]. 2022 [citado el 05 de febrero]; 12(24): 90–116. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8929559>.
12. Martins F, Branco P, Reis J, Barbero Navarro I, Maurício P. Dimensional stability of two impression materials after a 6-month storage period. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica* [Internet]. 2017 [citado el 05 de febrero]; 3(1): 84–91. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29242816/>.
13. Aivatzidou K, Kamalakidis SN, Emmanouil I, Michalakis K, Pissiotis AL. Comparative study of dimensional stability and detail reproduction of reformulated and nonreformulated elastomeric impression materials. *American College of Prosthodontists* [Internet]. 2021 [citado el 05 de febrero]; 30(4): 345–50. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32875682/>.
14. Basapogu S, Pilla A, Pathipaka S. Dimensional accuracy of hydrophilic and hydrophobic VPS impression materials using different impression techniques - An invitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* [Internet]. 2016 [citado el 05 de febrero]; 10(2): ZC56–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27042587/>.
15. Rodríguez JM, Bartlett DW. The dimensional stability of impression materials and its effect on in vitro tooth wear studies. *Elsevier* [Internet]. 2011 [citado el 05 de febrero]; 27(3): 253–8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564110004513>.
16. Kumari N, Nandeeshwar DB. The dimensional accuracy of polyvinyl siloxane impression materials using two different impression techniques: An in vitro study. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* [Internet]. 2015 [citado el 05 de febrero]; 15(3): 211–217. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26929515/>.
17. Díaz Romeral BP, López Soto E, Veny Ribas T, Orejas Pérez J. Materiales y técnicas de impresión en prótesis fija dentosoportada. *Revista científica de formación continuada* [Internet]. 2007 [citado el 05 de febrero]; 4(1): 71–82. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5368014>.

18. Nagrath R, Lahori M, Agrawal M. A comparative evaluation of dimensional accuracy and surface detail reproduction of four hydrophilic vinyl polysiloxane impression materials tested under dry, moist, and wet conditions-an in vitro study. *Indian Prosthodontic Society* [Internet]. 2014 [citado el 05 de febrero]; 14: 59–66. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26199493/>.
19. Huamán Galoc W, Valenzuela Ramos MR, Mendoza Murillo PO, Scipion Castro RD, Agüero Del Carpio PI, Alayza Carrera GL. Estabilidad dimensional de la silicona por adición: polivinilsiloxano un estudio in vitro. *Avances en Odontoestomatología* [Internet]. 2022 [citado el 05 de febrero]; 38(2): 71–5. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852022000200005](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852022000200005).
20. Farzin M, Derafshi R, Giti R, Kalantari M. Effect of core materials on the dimensional accuracy of casts made of two different silicone impression materials: an experimental study. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry* [Internet]. 2020 [citado el 05 de febrero]; 10(2): 196–204. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7339986/>.
21. Levartovsky S, Zalis M, Pilo R, Harel N, Ganor Y, Brosh T. The effect of one-step vs. two-step impression techniques on long-term accuracy and dimensional stability when the finish line is within the gingival sulcular area. *American College of Prosthodontists*. [Internet]. 2014 [citado el 05 de febrero]; 23(2): 124–33. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jopr.12062>.
22. Nassar U, Oko A, Adeeb S, El-Rich M, Flores-Mir C. An in vitro study on the dimensional stability of a vinyl polyether silicone impression material over a prolonged storage period. *The Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet]. 2013 [citado el 05 de febrero]; 109(3): 172–178. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(13\)60038-4](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(13)60038-4).
23. Marín Guerra JA. Exactitud y cambio de la estabilidad dimensional en impresiones realizadas con siliconas de condensación y adición, y tiempo límite en la realización del vaciado, estudio [Universidad Central del Ecuador]. 2015 [citado el 05 de febrero]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/6275306d-91ea-4c78-ad14-1df8abc3ca55>.
24. Al-Zarea BK, Sughaireen MG. Comparative analysis of dimensional precision of different silicone impression materials. *The Journal of Contemporary Dental Practice* [Internet]. 2011 [citado el 05 de febrero]; 12(3): 208–215. Disponible en: <https://thejcdp.com/doi/JCDP/pdf/10.5005/jp-journals-10024-1036>.

25. Hinostrza Medina AC. Determinación de estabilidad dimensional de la silicona de adición en modelos impresos 3-D por medio del análisis CAD/CAM. [Universidad Nacional de Chimborazo]. 2019 [citado el 05 de febrero]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5470>.

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**.



#### Indexaciones



## Microbiota intestinal y su relación con la obesidad en adultos: artículo de revisión

*Gut microbiota and its relationship with obesity in adults: literature review*

- <sup>1</sup> Franklin Hernán Cashabamba Padilla  <https://orcid.org/0000-0001-7362-4648>  
Universidad Técnica de Ambato, Facultad Ciencias de la Salud, Ambato, Ecuador.  
[fh.cashabamba@uta.edu.ec](mailto:fh.cashabamba@uta.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/04/2024

Revisado: 13/05/2024

Aceptado: 11/07/2024

Publicado: 25/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3126>

Cítese: Cashabamba Padilla, F. H. (2024). Microbiota intestinal y su relación con la obesidad en adultos: artículo de revisión. Anatomía Digital, 7(3), 53-67.  
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3126>



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-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras****claves:**

microbiota intestinal, obesidad, adultos, disbiosis, sobrepeso.

**Keywords:**

Intestinal microbiota, obesity, adults, dysbiosis, overweight.

**Resumen**

**Introducción:** el microbiota intestinal ha emergido como un componente crucial para el mantenimiento de la salud humana, desempeñando roles fundamentales en la digestión, metabolismo, inmunidad, la regulación del estado nutricional y homeostasis energética. Sin embargo, la disbiosis (alteración del equilibrio del microbiota) puede causar obesidad, mediante mecanismos inflamatorios, aumento de la permeabilidad intestinal y cambios en el apetito. **Objetivo:** determinar la relación entre la alteración del microbiota intestinal y la obesidad en adultos. **Metodología:** el diseño de investigación es de tipo documental, exploratorio y descriptivo. Se realizó una revisión sistémica de los últimos 5 años de la literatura existente en bases de datos electrónicas como *Scopus*, *PubMed*, *Science direct*, *Web of Science*, y Google académico. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión. **Resultados:** aunque no se puede afirmar que el microbiota intestinal sea la causante directa de la obesidad en adultos, si existe una relación compleja y bidireccional entre los ambos. La disbiosis intestinal puede influir en el desarrollo de la obesidad, y esta a su vez puede modificar el microbiota intestinal. Los mecanismos principales son alteración en el metabolismo energético, proceso inflamatorios y regulación del apetito. **Conclusión:** la obesidad es una enfermedad metabólica crónica con múltiples factores causantes y el microbiota intestinal es solo uno de ellos. La alteración del microbiota intestinal está relacionada con la obesidad en adultos por lo que se debe manejar de manera integral, lo que incluye modificación en el estilo de vida y en ocasiones tratamiento médico. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Microbiología. **Tipo de estudio:** Artículo de Revisión.

**Abstract**

**Introduction:** the intestinal microbiota has emerged as a crucial component for the maintenance of human health, playing fundamental roles in digestion, metabolism, immunity, the regulation of nutritional status and energy homeostasis. However, dysbiosis (alteration of the microbiota balance) can cause obesity, through inflammatory mechanisms, increased intestinal permeability and changes in appetite. **Objective:** determine the relationship between alterations in the intestinal microbiota and obesity in adults. **Methodology:** the research design is

---

documentary, exploratory and descriptive. A systemic review of the last 5 years of the existing literature was conducted in electronic databases such as Scopus, PubMed, Science direct, Web of Science and Google academic. Inclusion and exclusion criteria will be applied. **Results:** although it cannot be stated that the intestinal microbiota is the direct cause of obesity in adults, there is a complex and bidirectional relationship between the two. Intestinal dysbiosis can influence the development of obesity, and this in turn can modify the intestinal microbiota. The main mechanisms are alterations in energy metabolism, inflammatory process, and appetite regulation. **Conclusion:** obesity is a chronic metabolic disease with multiple causative factors and the intestinal microbiota is only one of them. Alterations in the intestinal microbiota are related to obesity in adults, so they must be managed comprehensively, which includes lifestyle modification and sometimes medical treatment.

---

## 1. Introducción

El microbiota intestinal humana, que comprende billones de microbios, desempeña un papel fundamental en diversas funciones fisiológicas entre ellas el metabolismo y la regulación inmunitaria. Investigaciones actuales han dado a conocer la estrecha relación entre la composición del microbiota y la obesidad en adultos. La disbiosis que se caracteriza por alteraciones en la diversidad y abundancia microbiana se ha implicado en el desarrollo y progresión de la obesidad. (1) Existen cambios en la composición del microbiota intestinal, como una disminución de bacterias beneficiosas como Bacteroidetes y un aumento de taxones potencialmente dañinos como Firmicutes, en personas con obesidad en comparación con sus contrapartes delgadas. Estas alteraciones están relacionadas con alteraciones metabólicas, incluida una mayor obtención de energía de la dieta, una mayor adipogénesis e inflamación, que contribuyen al aumento de peso y la adiposidad. Hay que tomar en cuenta que el microbiota disbiótica puede modificar la integridad de la barrera intestinal, lo que lleva a la translocación de productos microbianos y desatar una inflamación leve, lo que caracteriza a la obesidad. Por otro lado, las acciones dirigidas al microbiota intestinal, como los probióticos, los prebióticos y el cambio de dieta, ha sido alentador, para mejorar la disfunción metabólica relacionada con la obesidad. Modular la composición del microbiota intestinal mediante estas intervenciones puede mejorar los parámetros metabólicos, incluida la sensibilidad a la insulina y la

adiposidad, lo que destaca el potencial de las terapias dirigidas al microbiota para combatir la obesidad. Sin embargo, se justifica realizar más investigaciones para dilucidar los mecanismos subyacentes que rigen el eje microbiota-obesidad y optimizar las intervenciones basadas en el microbiota para el tratamiento eficaz de la obesidad en adultos (2).

La prevalencia mundial de la obesidad ha alcanzado proporciones alarmantes, lo que representa un importante problema de salud pública con profundas implicaciones para la morbilidad, la mortalidad y el gasto sanitario. La obesidad, caracterizada por una adiposidad excesiva, es un trastorno multifactorial influenciado por factores genéticos, ambientales y de comportamiento. Si bien los hábitos alimentarios y los estilos de vida sedentarios contribuyen claramente a la obesidad, la evidencia emergente sugiere que el microbiota intestinal, la comunidad microbiana diversa que reside en el tracto gastrointestinal, desempeña un papel crucial en el desarrollo y la patogénesis de la obesidad en los adultos (1).

El microbiota intestinal humana es un ecosistema complejo que comprende billones de microorganismos, incluidas bacterias, arqueas, hongos, virus y protistas, que en conjunto ejercen una amplia gama de funciones metabólicas, inmunológicas y fisiológicas (3). Los avances recientes en tecnologías de secuenciación de alto rendimiento han facilitado la caracterización integral del microbiota intestinal, lo que ha permitido a los investigadores explorar su intrincada relación con la salud y la enfermedad del huésped. La disbiosis, definida como un desequilibrio en la composición y función microbiana, se ha implicado en la patogénesis de diversos trastornos metabólicos, incluida la obesidad, la resistencia a la insulina y la diabetes mellitus tipo 2 (5).

Numerosos estudios han documentado alteraciones en la composición del microbiota intestinal de personas con obesidad en comparación con sus homólogos delgados. Específicamente, la obesidad se asocia con una reducción de la diversidad microbiana y cambios en la abundancia relativa de taxones específicos. Uno de los hallazgos más consistentes es un aumento en la proporción de Firmicutes a Bacteroidetes, que se ha propuesto para mejorar la obtención de energía de la dieta, promoviendo la adiposidad y el aumento de peso. Además, el microbiota disbiótica puede contribuir a la inflamación de bajo grado, un sello distintivo de la obesidad, mediante la producción de metabolitos proinflamatorios y la activación de vías inmunes (5).

Mecánicamente, el microbiota intestinal influye en el metabolismo del huésped a través de varias vías, incluida la modulación de la extracción de energía de la dieta, la regulación de la deposición y la inflamación del tejido adiposo y la modulación de la integridad y permeabilidad de la barrera intestinal. Los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), metabolitos microbianos producidos a través de la fermentación de fibras dietéticas, se han convertido en mediadores clave de la interacción microbiota-huésped, ejerciendo

efectos beneficiosos sobre la salud metabólica al promover la saciedad, mejorar la sensibilidad a la insulina y modular la función inmune (3).

Además de su papel en la patogénesis de la obesidad, el microbiota intestinal representa un objetivo prometedor para la intervención terapéutica en el tratamiento de la obesidad y los trastornos metabólicos relacionados. Las estrategias destinadas a modular la composición y función del microbiota intestinal, como los probióticos, los prebióticos, las modificaciones dietéticas y el trasplante de microbiota fecal (FMT), se han mostrado prometedoras para mejorar los parámetros metabólicos y reducir la adiposidad en estudios tanto preclínicos como clínicos (6).

A pesar de los importantes avances en el esclarecimiento del papel del microbiota intestinal en la obesidad, varias preguntas clave siguen sin respuesta. Se necesitan más investigaciones para descifrar las complejas interacciones entre el microbiota intestinal y el metabolismo del huésped, identificar biomarcadores microbianos del riesgo y la progresión de la obesidad y optimizar los enfoques terapéuticos basados en el microbiota para el tratamiento de la obesidad en adultos (1). Una comprensión más profunda del eje microbiota-obesidad tiene el potencial de revolucionar las estrategias de prevención y tratamiento de la obesidad, ofreciendo nuevas esperanzas en la batalla contra esta epidemia global.

## 2. Metodología

Siendo este un artículo de revisión se utilizó un diseño de investigación documental que se caracteriza por un enfoque cualitativo, siendo una investigación exploratorio descriptiva, aplicada. El método de investigación se fundamentó en la revisión sistémica de la literatura existente. Para la estrategia de búsqueda se realizó la investigación de la literatura en bases de datos electrónicas como *Scopus*, *PubMed*, *Science Direct*, *Web of Science*, Google académico. Utilizando palabras clave y términos de búsqueda como “microbiota intestinal”, “microbioma”, “*gut microbiome*”, “obesidad”, “*obesity*”, “adultos”, “*adults*”, aplicando combinaciones con el operador booleano “AND”, “OR”. Durante el desarrollo se seleccionaron estudios por su título y lectura de resumen para descartar los estudios que no tienen relevancia en esta investigación, en los textos seleccionados se hizo una lectura completa para verificar la relevancia de su información. Se obtuvieron datos de estudios en dependencia del autor, año de publicación, diseño del estudio, tamaño de la muestra de los estudios evaluados. Tomando en cuenta varios criterios de inclusión y exclusión explicados en la tabla 1, necesarios para la realización de este artículo de revisión.

**Tabla 1.** Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Estudios que evalúen el microbiota intestinal y la obesidad	Estudios que no proporcionen datos sobre el microbiota intestinal y la obesidad.
Investigaciones con participantes humanos y adultos	Estudios que ofrezcan datos sobre el microbiota intestinal en niños.
Artículos publicados máximo hace 5 años	Estudios realizados en animales.
Artículos publicados en inglés, portugués y español	

El microbiota intestinal humana, una comunidad diversa de microorganismos que residen en el tracto gastrointestinal se ha convertido en un actor clave en la patogénesis de la obesidad. Numerosos estudios han documentado asociaciones entre alteraciones en la composición microbiana intestinal y la obesidad en adultos. Comprender la relación dinámica entre el microbiota intestinal y la obesidad es prometedor para el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas destinadas a frenar la epidemia mundial de obesidad. En esta revisión de la literatura, brindamos una descripción total de la percepción actual del eje microbiota-obesidad, centrándonos en la disbiosis microbiana, los mecanismos subyacentes a las influencias microbianas en el metabolismo del huésped y las posibles intervenciones terapéuticas dirigidas al microbiota intestinal. Estudios realizados evidencian la composición diversa del microbiota comparando individuos obesos y delgados. En la que se muestra que los individuos obesos tienen un microbiota compuesto mayormente por Firmicutes y en menor proporción encontramos Bacteroidetes (7).

La disbiosis, caracterizada por alteraciones en la composición y función microbiana intestinal, se ha observado consistentemente en personas con obesidad en contraste con su parte contraria delgadas. Uno de los hallazgos más significativos es un aumento en la proporción de Firmicutes y Bacteroidetes, en relación con una mayor captación de energía de la dieta y la adiposidad. Además, en individuos obesos se ha informado de una reducción de la diversidad microbiana y cambios en la abundancia relativa de taxones específicos, como niveles reducidos de bacterias productoras de butirato y una mayor abundancia de patógenos oportunistas. Se cree que estas alteraciones en la composición microbiana contribuyen a alteraciones metabólicas, incluida la resistencia a la insulina, la inflamación y la desregulación del metabolismo de los lípidos, lo que en última instancia promueve el aumento de peso y la obesidad (8).

El microbiota intestinal impacta en el metabolismo del huésped por medio de diversos mecanismos, en los que se incluye la regulación de la extracción de energía de la dieta, ajuste de la deposición, la inflamación del tejido adiposo y el control de la integridad y permeabilidad de la barrera intestinal. Los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), metabolitos microbianos elaborados mediante la fermentación de fibras dietéticas, ejercen un papel muy importante en la mediación de la relación microbiota-huésped. Los SCFA,

en especial el butirato, el acetato y el propionato, funcionan como fuente de energía para las células epiteliales del colon, modulan la función de la barrera intestinal y cumplen efectos antiinflamatorios. Incluso, los metabolitos derivados del microbiota intestinal, como los ácidos biliares secundarios, el N-óxido de trimetilamina (TMAO) y los lipopolisacáridos (LPS), pueden incidir en el metabolismo sistémico y aportar a la disfunción metabólica relacionada con la obesidad (2).

En cuanto a la regulación del almacenamiento de grasas, ciertas bacterias intestinales pueden impactar la absorción de ácidos grasos y del almacenamiento de grasa en el tejido adiposo. Por ejemplo, el microbiota en personas obesas se ha revelado tener la capacidad de extraer más energía de la dieta, lo que al final, conduce a un exceso de almacenamiento de grasa. (1) La inflamación sistémica y local se produce en el caso de una disbiosis, es decir, un desequilibrio del microbiota, la permeabilidad intestinal se incrementará, lo que permitirá el paso de lipopolisacáridos y otras moléculas proinflamatorias a la circulación sistémica. Este proceso, a su vez, puede provocar inflamación de bajo grado a largo plazo, lo que a menudo se asocia con resistencia a la insulina y aumento de peso (9). Otra área bajo la influencia del microbiota es la producción y liberación de hormonas intestinales PYY y GLP-1, que controlan el apetito y la sensación de saciedad. Un microbiota normal también mejora la sensibilidad a la insulina y la saciedad, una disbiosis puede contribuir a la hiperfagia y a la resistencia a la insulina (5).

El control del metabolismo de los ácidos biliares, el microbiota intestinal es la encargada de transformar los ácidos biliares de primarios en secundarios, por lo que se involucran en la regulación del metabolismo de glucosa y lípidos, su estimulación puede llevar a la acumulación de grasa y generar resistencia a la insulina (5).

Entre las intervenciones terapéuticas guiadas al microbiota intestinal se observa que el ajuste de la estructura y función del microbiota intestinal simboliza una perspectiva prometedora para el abordaje de la obesidad y los trastornos metabólicos asociados. (10) Los probióticos, siendo microorganismos vivos con una amalgama de beneficios para la salud que aportan en la mejora de la salud intestinal y el metabolismo, y los prebióticos, fibras no digeribles que promueven selectivamente el crecimiento de bacterias beneficiosas, se han mostrado cambios prometedores para mejorar los parámetros metabólicos y reducir la adiposidad en estudios en animales y humanos. Además, las intervenciones dietéticas, como el consumo de alimentos ricos en fibra y productos fermentados, la disminución de la grasa y el azúcar, pueden promover un perfil favorable del microbiota intestinal y mitigar el riesgo de obesidad. El trasplante de microbiota fecal (FMT), la transferencia de microbiota fecal de donantes sanos a receptores ha surgido como una opción terapéutica para restaurar la diversidad y función microbiana en personas con obesidad y síndrome metabólico (11).

### 3. Resultados

El microbiota intestinal de un adulto considerado sano está compuesto por bacterias intestinales, en un 90% conformadas por Bacteroidetes y firmicutes, el 10% de bacterias está conformado por proteobacterias, actinobacterias, verrucomicrobia, fusobacterias y pocas especies de dominio arquea. En representación viral se encuentra dominando el microbiota intestinal los bacteriofagos, realizando su función de transferencia horizontal de genes y vigilancia de la reproducción de especies dominantes. Parte del microbiota intestinal están las levaduras con menos de 20 especies, pero su tamaño celular es mucho mayor al de las bacterias (1).

El microbiota es diferente en cada tramo del aparato digestivo, se pueden encontrar las mismas cepas, pero en proporciones distintas. Se ha observado cambios del microbiota en un mismo individuo debido a factores como los fármacos, dieta, la duración del paso del contenido fecal a través del intestino, los viajes realizados, pero los cambios observados de un individuo a otro son mucho mayores, aún que los cambios llegarán a ser notables, el microbiota mantiene su patrón típico por lo que recibe el nombre de enterotipo en este la dieta va a ser el mayor condicionante (2).

Los enterotipo se van a clasificar en:

- Enterotipo 1: Caracterizado por Bacteroides (2).
- Enterotipo 2: predomina la prevotella (2).
- Enterotipo 3: Encontramos ruminococcus o bifidobacterium (2).

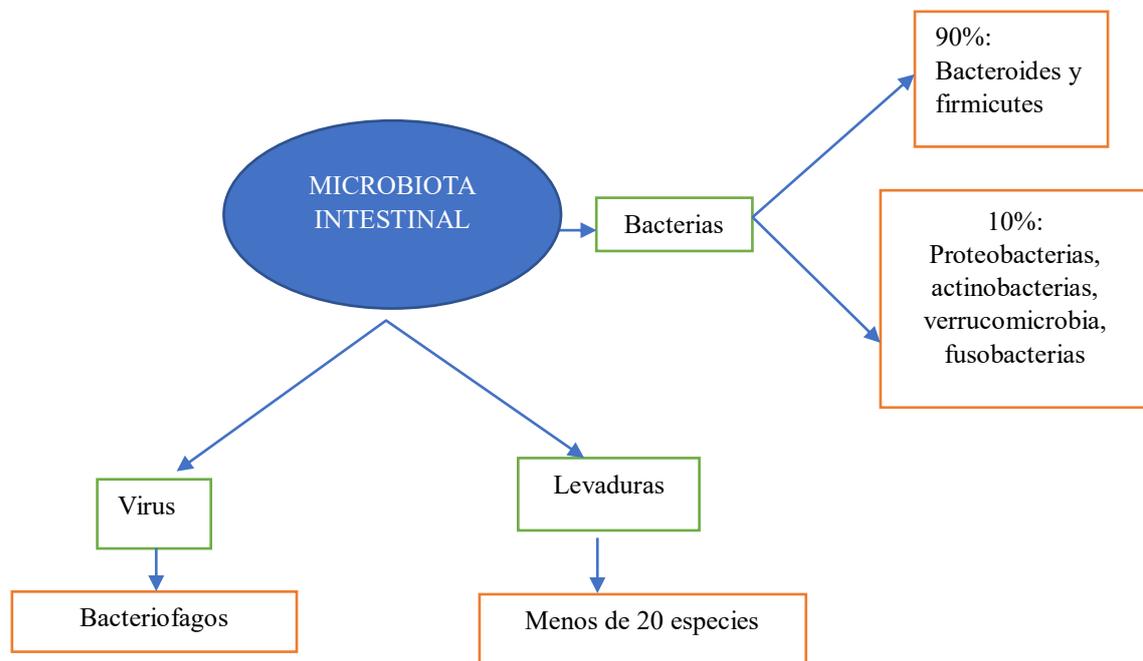
Una de las características favorables del microbiota es su poder de regresar a su estado normal, es decir cuando se presentan desequilibrios como en las diarreas o tratamientos con antibióticos en donde el microbiota se ve afectada (1).

Mientras una persona va envejeciendo se observa pérdida microbiana y cambios notables en algunos microorganismos pertenecientes al microbiota, debido a disfunción inmunitaria, causando procesos inflamatorios. Se puede observar la disminución de microorganismos como bifidobacterias y faecalibacterium prausnitzii que tienen capacidad antiinflamatoria. Este deterioro se puede evitar mediante suplementación oral con algunos de estos microorganismos como la akkermansia muciniphila.

Para mantener el microbiota intestinal estable se requieren una correcta interacción microbio – microbio. La representación del microbiota en un individuo sano se muestra en la figura 1, el microbiota intestinal consta de microorganismo con más de 1000 especies de bacterias, además de virus, hongos, eucariotas, arqueas, entre los cuales suman un aproximado de 100 billones de microorganismos (11).

El microbiota va a cumplir diferentes funciones en el organismo como:

1. Absorción de nutrientes
2. Digestión
3. Defensa contra infecciones patógenas
4. Maduración del sistema inmune
5. Conservación de la función de la barrera intestinal
6. Conservación de la permeabilidad selectiva intestinal (11).



**Figura 1.** Representación del microbiota intestinal normal

Dentro de la diversidad del microbiota en relación con la obesidad se aprecia que el ecosistema de nuestro intestino dominado por el microbiota intestinal sufre disbiosis en las personas que presentan obesidad. Al hablar de la flora intestinal de un adulto, se debe recordar que esta tiene influencia por el tipo de parto ya sea vaginal o cesárea por el que haya nacido el individuo, además de su dependencia en relación con su biología, estilo de vida, medio ambiente y sistema de salud en el que se desarrolle el individuo.

**Tabla 2.** Factores de dependencia de la salud y el microbiota del individuo

<i>Biología</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Genética</li> <li>2. Desarrollo</li> <li>3. Envejecimiento</li> </ol>
<i>Estilo de vida</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alimentación</li> <li>2. Ejercicio</li> <li>3. Uso de fármacos</li> <li>4. Practicas tóxicas</li> </ol>

**Tabla 2.** Factores de dependencia de la salud y el microbiota del individuo (continuación)

<i>Medio ambiente (factores externos)</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Físicos</li> <li>2. Químicos</li> <li>3. Biológicos</li> <li>4. Psicosociales</li> <li>5. Socioculturales</li> </ol>
<i>Sistema de salud</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilización de servicios</li> <li>2. Eficacia</li> <li>3. Eficiencia</li> </ol>

**Fuente:** Datos tomados de Alvarez J., Microbiota intestinal y salud, Elsevier gastroenterología y hepatología.

El microbiota lleva un papel importante en la digestión y absorción de nutrientes, colaborando en la fermentación de carbohidratos no digeridos, la síntesis de vitaminas y la metabolización de compuestos bioactivos. Uno de los casos, ciertas bacterias intestinales, sirviendo de ejemplo las del género *Bacteroides* y *Bifidobacterium*, se consideran aptas para descomponer la fibra dietética en ácidos grasos de cadena corta, que tienen la capacidad de ser absorbidos y empleados como fuente de energía por el huésped. Por otra parte, el microbiota intestinal ayuda a la absorción de minerales como el calcio, el hierro y el magnesio, por un proceso de regulación de la acidez intestinal y la expresión de transportadores de nutrientes en la mucosa intestinal (3).

El microbiota en relación con enfermedades causadas por la nutrición se observan alteraciones en la composición y función del microbiota intestinal se han asociado con una serie de trastornos relacionados con la nutrición, incluyendo la obesidad, la diabetes tipo 2, la enfermedad cardiovascular y los trastornos del estado de ánimo. Se ha sugerido que la disbiosis intestinal, caracterizada por un desequilibrio en el microbiota, puede contribuir al desarrollo y progresión de estas enfermedades, ya sea a través de la inflamación crónica, la resistencia a la insulina o la producción de metabolitos tóxicos. En un artículo realizado en la universidad de virginia en el 2019, sobre el manejo del síndrome metabólico se considera de gran importancia a la obesidad como enfermedad crónica y progresiva ya que puede ser la protagonista y vía para otras enfermedades como la diabetes y la resistencia a la insulina, instituciones como la federación internacional de diabetes considera la presencia de obesidad central para clasificar el síndrome metabólico, sin tener en cuenta otras patologías pertenecientes al síndrome metabólico, la obesidad en constante evolución se considera un agravante en la prevalencia del síndrome metabólico por raza y etnia, considerando una de las mejores estrategias de prevención de síndrome metabólico la prevención y el tratamiento de la obesidad, considerando la dificultad de perder peso se ha visto que la mejor opción sería prevenir la obesidad (4).

En cuanto a los cambios del microbiota estudio realizado en el 2022 muestra las características del microbiota intestinal en personas con un peso ideal, sobrepeso y

obesidad, analizando muestras fecales de 4893 personas de las cuales 2236 personas presentan un peso normal, siendo esta la muestra de control, 1152 muestras de personas con sobrepeso, y 894 muestras de personas con obesidad. Encontrando diferencias significativas del microbiota intestinal entre el grupo de control y el grupo con obesidad, notando una disminución en la proporción de bacteroidetes y firmicutes en personas con obesidad evaluando a este como un biomarcador de disbiosis presente en la obesidad simple. Además, se observa una disminución de Christensenellaceae, Ruminococcus-1, Akkermansia, Lachnospiraceae en el grupo de obesidad simple, asociándose en el aumento del porcentaje de grasa corporal al *Ruminococcus gnavus*. La insuficiencia de Akkermansia lleva a la obtención elevada de la energía de los alimentos provocando así la obesidad. Se ha visto en la Akkermansia una opción terapéutica y de prevención de la obesidad (5).

Durante el tratamiento de la obesidad se utilizan medidas como la cirugía bariátrica, reducción de medidas y restauración de la disbiosis bacteriana (1). En un estudio piloto doble ciego controlado con placebo acerca del trasplante de microbiota fecal realizado en el 2020 para mejorar el metabolismo en la obesidad, se observó la seguridad del trasplante fecal en capsulas como tratamiento para la obesidad. El trasplante de microbioma fecal oral resulta insuficiente por sí solo en el tratamiento y la prevención de la obesidad (12). Entre los tratamientos eficaces se observó un ensayo controlado aleatorio sobre el consumo de aguacate altera la abundancia de las bacterias gastrointestinales y las concentraciones de metabolitos microbianos entre adultos con sobrepeso y obesidad teniendo como resulta de la investigación un aumento significativo de la microbiota intestinal en pacientes que consumieron a diario aguacate así como una mejora del perfil lipídico, reducción de la adiposidad y aumento de la concentración de metabolitos derivados de la microbiosis en adultos que presentan sobrepeso y obesidad, dando así información muy importante sobre el impacto del consumo de aguacate en la microbiota intestinal y su colaboración en tratamientos dietéticos para controlar la obesidad (13).

En un ensayo aleatorio publicado en el 2022 menciona a la restricción calórica para mejorar el estado metabólico independientemente de la composición del microbiota intestinal, se observa que no hay cambios significativos del microbiota intestinal en pacientes obesos y con sobrepeso inducidos a la restricción calórica sin embargo se observa una mejora en el estado metabólico de los pacientes (14).

#### 4. Conclusiones

- La diversidad del microbiota intestinal está íntimamente relacionada con la obesidad su desarrollo y progresión. La disbiosis en la que se observa una disminución bacteriana en su diversidad y las modificaciones presentes en la proporción de varias cepas bacterianas pueden ayudar al aumento de peso y llevar a la obesidad. Habiendo estudios concretos que avalen el papel del microbiota en

el control del metabolismo energético y la inflamación, siendo estos dos puntos muy importantes para llegar a la obesidad. Se observó que la dieta llega a ser un factor clave en la modulación del microbiota intestinal siendo así la clave para la prevención y el tratamiento de la obesidad. Una dieta baja en grasas saturadas, azúcares refinados y alta en fibra es un factor importante para aumentar la diversidad microbiana con lo que se lograría prevenir la obesidad y ayudar a la pérdida de peso. Se observa también la importancia del uso de prebióticos, probióticos y trasplante de microbiota fecal, como opciones viables y muy prometedoras para tratar la obesidad. Se considera necesario la realización de ensayos clínicos controlados y estudios longitudinales para demostrar la relación de causa y efecto entre el microbiota y la obesidad en adultos, así también la evaluación de la consistencia a largo plazo acerca de los tratamientos e intervenciones dirigidas a la prevención y tratamiento de la obesidad mediante el balance del microbiota.

#### **5. Conflicto de intereses**

El autor declara que no existe conflicto de interés con el presente estudio.

#### **6. Contribución de los autores**

El único autor Franklin Hernán Cashabamba Padilla fue responsable de todas las actividades como la conceptualización, metodología, software, validación, investigación, recursos, curación de datos, redacción, visualización, supervisión y financiación del proyecto. Franklin Hernán Cashabamba Padilla declara haber llevado todas las tareas mencionadas de manera independiente.

#### **7. Costos de financiamiento**

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

#### **8. Referencias Bibliográficas**

1. Gutiérrez A., Guangasig V. Microbiota intestinal en la obesidad: revisión bibliográfica. Revista científica arbitrada multidisciplinaria pentaciencias [Internet]. 2024 [citado el 1 de junio de 2024]; 6(3): 190-205. Disponible en: <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i3.1088>
2. Álvarez J, Fernández Real JM, Guarner F, Gueimonde M, Rodríguez JM, Saenz de Pipaon M, et al. Microbiota intestinal y salud. Elsevier Gastroenterología y Hepatología [Internet]. 2021 [citado el 1 de junio de 2024];44(7):519-35. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gastrohep.2021.01.009>

3. Hou K, Wu Z-X, Chen X-Y, Wang J-Q, Zhang D, Xiao C, et al. Microbiota in health and diseases. *Signal Transduct Target Ther* [Internet]. 2022 [citado el 1 de junio de 2024];7(1):1-28. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41392-022-00974-4>
4. DeBoer MD. Assessing and managing the metabolic syndrome in children and adolescents. *Nutrients* [Internet]. 2019 [citado el 2 de junio de 2024];11(8):1788. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/8/1788>
5. Gong J, Shen Y, Zhang H, Cao M, Guo M, He J, et al. Características del microbiota intestinal de personas con obesidad mediante metanálisis de conjuntos de datos existentes. *Nutrientes* [Internet]. 2022 [citado el 2 de junio de 2024];14(14):2993. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/14/14/2993>
6. Álvarez-Arraño V, Martín-Peláez S. Effects of probiotics and symbiotic on weight loss in subjects with overweight or obesity: A systematic review. *Nutrients* [Internet]. 2021 [citado el 2 de junio de 2024];13(10):3627. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/10/3627>
7. Guzman A. Relación entre la obesidad y el deterioro del microbiota intestinal. [Trabajo fin de grado, Universidad Europea, Madrid, España]. 2021 [citado el 2 de junio de 2024]. Disponible en: [https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/107/aisa\\_tibeb.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/107/aisa_tibeb.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
8. Gutierrez Lozada AE, Guanasig Toapanta VH. Microbiota intestinal en la obesidad: revisión bibliográfica. *Pentaciencias* [Internet]. 2024 [citado el 3 de junio de 2024]; 6(3): 190-205. Disponible en: <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/1088>
9. Fontané L, Benaiges D, Goday A, Llauradó G, Pedro-Botet J. Influencia del microbiota y de los probióticos en la obesidad. *Clínica e investigación en aterosclerosis* [Internet]. 2018 [citado el 3 de junio de 2024];30(6):271-279. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arteri.2018.03.004>
10. Mina-Ortiz JB, Bravo-Buste JJ, Zambrano-Cevallos IN. Regulación del microbioma intestinal y su impacto en la obesidad. *Revista multidisciplinaria arbitradade investigación científica* [Internet]. 2024 [citado el 3 de junio de 2024]; 8(1): 5137-68. Disponible en: <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/1165>

11. Di Ciaula A, Bonfrate L, Khalil M, Garruti G, Portincasa P. Contribución del microbioma para una mejor fenotipificación de las personas que viven con obesidad. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders* [Internet]. 2023 [citado el 3 de junio de 2024]; 24(5): 839-870. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11154-023-09798-1>
12. Yu EW, Gao L, Stastka P, Cheney MC, Mahabamunuge J, et al. Fecal microbiota transplantation for the improvement of metabolism in obesity: The FMT-TRIM double-blind placebo-controlled pilot trial. *PLOS Medicine* [Internet]. 2020 [citado el 4 de junio de 2024]; 17(3): e1003051. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003051>
13. Thompson SV, Bailey MA, Taylor AM, Kaczmarek JL, Mysonhimer AR, Edwards CG, et al. Avocado consumption alters gastrointestinal bacteria abundance and microbial metabolite concentrations among adults with overweight or obesity: A randomized controlled trial. *J Nutr* [Internet]. 2021 [citado el 4 de junio de 2024]; 151(4): 753-762. Disponible en: <http://academic.oup.com/jn/article-pdf/151/4/753/36993451/nxaa219.pdf>
14. Sowah SA, Milanese A, Schübel R, et al. La restricción calórica mejora el estado metabólico independientemente de la composición del microbioma intestinal: un ensayo aleatorio de intervención dietética. *Genoma Medicine* [Internet]. 2022 [citado el 4 de julio de 2024]; 14: 30. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13073-022-01030-0>

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**.



#### Indexaciones



## Impacto en la terapia basada en células madre en la Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII)

*Impact of stem cell-based therapy in Inflammatory Bowel Disease (IBD)*

- <sup>1</sup> Daniela Lizbeth Barrera Cunalata  <https://orcid.org/0000-0002-8110-8827>  
Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Medicina y Ciencias de la salud. Ciudad Ambato, Ecuador.  
[daniela\\_barrera80@yahoo.es](mailto:daniela_barrera80@yahoo.es)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/04/2024

Revisado: 13/05/2024

Aceptado: 03/06/2024

Publicado: 25/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3127>

Cítese: Barrera Cunalata, D. L. (2024). Impacto en la terapia basada en células madre en la Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII) . Anatomía Digital, 7(3), 68-84.  
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3127>



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-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras****claves:**

células madre, enfermedad inflamatoria intestinal, terapia celular, enfermedad de Crohn y colitis ulcerosa.

**Resumen**

**Introducción:** en la introducción, se abordó la complejidad de la Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII), destacando su carácter crónico y multifactorial, así como las limitaciones de las terapias convencionales. Se mencionó el interés creciente en la terapia basada en células madre, especialmente en las Células Madre Mesenquimales (MSCs), debido a su capacidad regenerativa y efectos inmunomoduladores. **Objetivo:** 1. Investigar los mecanismos celulares y moleculares a través de los cuales la terapia con células madre influye en la plasticidad intestinal en pacientes con EII. 2. Analizar la eficacia y efectos adversos de la terapia con células madre para el tratamiento de la EII. 3. Comparar los resultados clínicos de la terapia con células madre para la EII con otros tratamientos convencionales. **Metodología:** los métodos incluyeron una revisión sistemática de la literatura científica en bases de datos relevantes hasta abril de 2024, con criterios de inclusión específicos para seleccionar los estudios pertinentes. Se analizaron estudios clínicos y experimentales relacionados con la aplicación de células madre en el tratamiento de la EII. **Resultados:** en los resultados, se destacó el crecimiento exponencial de la investigación en este campo en los últimos años, con múltiples estudios clínicos explorando la seguridad, eficacia y mecanismos de acción de la terapia con MSCs. Se identificaron desafíos en la estandarización de los protocolos de tratamiento y la implementación clínica debido a la variabilidad en dosis y métodos de aplicación. **Conclusiones:** las conclusiones resaltaron la promesa de la terapia con células madre en el tratamiento de la EII, pero también la necesidad de más investigación para comprender mejor sus beneficios y optimizar su uso clínico. Se enfatizó la importancia de estandarizar los protocolos de tratamiento y mejorar la comprensión de los mecanismos de acción de las células madre en el contexto de la EII. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Medicina interna/ Gastroenterología. **Tipo de estudio:** Artículo de Revisión.

**Keywords:**

stem cells, inflammatory bowel disease, cellular

**Abstract**

**Introduction:** In the introduction, the complexity of Inflammatory Bowel Disease (IBD) was addressed, highlighting its chronic and multifactorial nature, as well as the limitations of conventional therapies. The growing interest in stem cell-based therapy,

therapy, Crohn's disease and ulcerative colitis.

especially in Mesenchymal Stem Cells (MSCs), due to its regenerative capacity and immunomodulatory effects, was mentioned. **Objective:** 1. To investigate the cellular and molecular mechanisms through which stem cell therapy influences intestinal plasticity in patients with IBD. 2. To analyze the efficacy and adverse effects of stem cell therapy for the treatment of IBD. 3. To compare the clinical outcomes of stem cell therapy for IBD with other conventional treatments. **Methodology:** The methods included a systematic review of the scientific literature in relevant databases up to April 2024, with specific inclusion criteria to select relevant studies. Clinical and experimental studies related to the application of stem cells in the treatment of IBD were analyzed. **Results:** The results highlighted the exponential growth of research in this field in recent years, with multiple clinical studies exploring the safety, efficacy and mechanisms of action of MSC therapy. Challenges were identified in the standardization of treatment protocols and clinical implementation due to variability in dosage and delivery methods. **Conclusions:** The conclusions highlighted the promise of stem cell therapy in the treatment of IBD, but also the need for further research to better understand its benefits and optimize its clinical use. The importance of standardizing treatment protocols and improving understanding of stem cell mechanisms of action in the context of IBD was emphasized. **General area of study:** Medicine. **Specific area of study:** Internal medicine/ Gastroenterology. **Type of study:** Review article.

## 1. Introducción

La Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII), que comprende principalmente la Enfermedad de Crohn (EC) y la Colitis Ulcerosa (CU), representa un grupo de trastornos crónicos idiopáticos caracterizados por una inflamación gastrointestinal persistente y recurrente. La etiología de la EII es multifactorial, involucrando factores genéticos, ambientales, inmunológicos y microbióticos que contribuyen a su patogénesis (1). A pesar de los avances significativos en la comprensión de estos factores, el manejo terapéutico de la EII sigue siendo un desafío considerable. Las terapias convencionales, que incluyen antiinflamatorios, inmunosupresores y agentes biológicos, no logran inducir la remisión en un porcentaje significativo de pacientes y están asociadas con efectos

adversos y pérdida de respuesta a largo plazo. En este contexto, la terapia basada en células madre emerge como una estrategia prometedora, ofreciendo potenciales beneficios sobre la modulación del sistema inmune y la regeneración tisular.

El tejido intestinal desempeña un papel fundamental en la homeostasis del cuerpo, participando en funciones importantes como la digestión, la absorción de nutrientes y el mantenimiento de las barreras inmunitarias. Sin embargo, estos tejidos son susceptibles a diversas enfermedades como infecciones, enfermedades inflamatorias y tratamientos invasivos. El epitelio intestinal altamente adaptable y regenerativo depende de la célula, particularmente de las células madre en las criptas intestinales, para hacer frente a los desafíos y regenerarse (2, 3). La regeneración intestinal está influenciada por múltiples factores, incluidas las vías de señalización, las condiciones microambientales y la epigenética, que en conjunto contribuyen a la capacidad de las células madre y diferenciadas para adaptarse y regenerar el tejido intestinal en condiciones difíciles (4).

Las principales enfermedades que componen este grupo son la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa. Estas enfermedades, a menudo debilitantes, afectan gravemente la calidad de vida de los pacientes y su incidencia ha aumentado en las últimas décadas. La prevalencia de EII en Ecuador es de 5,2/100.000 habitantes de los cuales 3,7 presentan colitis ulcerosa y 1,5 enfermedad de Crohn, este aumento ha sido comparable al reportado en otros países de bajo riesgo (1).

Fisiopatológicamente, se desconoce el origen exacto de esta patología, sin embargo, hay estudios que mencionan que la EII es causada por una respuesta inmune anormal en individuos genéticamente susceptibles. Es fundamental conocer que las células inmunitarias intestinales se pueden dividir en células inmunitarias innatas y células inmunitarias adaptativas, las cuales contribuyen en gran medida a la respuesta inmunitaria en la EII (3). La primera consta de varias células como neutrófilos, monocitos, macrófagos, células dendríticas, linfocitos innatos y células NK; desempeña un papel crucial en la protección contra patógenos y en la regulación del efecto de la flora intestinal.

Las células inmunes innatas IIC actúan como una primera línea de defensa, respondiendo rápida e inespecíficamente para proteger contra patógenos y regular la invasión de microorganismos intestinales mientras mantienen la tolerancia inmune al microbiota. Un desequilibrio se asocia con la enfermedad inflamatoria intestinal (EII). La IIC activa la respuesta inmune adaptativa mediante la producción de citocinas, quimiocinas, activación del complemento, fagocitosis y presentación de antígenos, y participa activamente en la defensa tisular, la inflamación y la respuesta curativa. Estos cambios en la función de la CII están asociados con la EII (5, 6).

En los últimos años, la investigación sobre la aplicación de células madre para el tratamiento de la EII ha experimentado un crecimiento exponencial. Las células madre mesenquimales (MSCs), en particular, han sido el foco de múltiples estudios clínicos debido a sus propiedades inmunomoduladoras y su capacidad para promover la reparación de tejidos dañados (4). Estas células pueden derivarse de diversas fuentes, incluyendo médula ósea, tejido adiposo, y sangre de cordón umbilical, y han demostrado ser seguras y potencialmente eficaces en el tratamiento de la EII. Sin embargo, la variabilidad en los protocolos de tratamiento, las dosis administradas y los métodos de aplicación plantean desafíos para la estandarización de esta terapia y su implementación clínica.

La Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII), que engloba a la Enfermedad de Crohn (EC) y la Colitis Ulcerosa (CU), ha visto un aumento en su incidencia y prevalencia a nivel mundial, destacando el impacto de factores genéticos, ambientales y de estilo de vida en su desarrollo (7). Esta condición se caracteriza por inflamación crónica del tracto gastrointestinal, manifestándose a través de síntomas variados como dolor abdominal, diarrea persistente y sangrado rectal, los cuales pueden conducir a complicaciones severas como estenosis, fístulas, y un incremento en el riesgo de carcinoma colorrectal. El aumento observado en las últimas décadas subraya la necesidad urgente de entender mejor su etiología y mejorar las estrategias de tratamiento.

La patología subyacente de la EII implica una respuesta inmunitaria desregulada contra el microbiota intestinal en individuos susceptibles genéticamente. La identificación de múltiples loci genéticos asociados al riesgo de EII enfatiza su heterogeneidad y la importancia de los componentes genéticos en su patogénesis (8). La interacción dinámica entre factores genéticos y ambientales inicia una respuesta inmunitaria inapropiada, resultando en inflamación crónica y daño tisular. Este entendimiento ha propulsado la búsqueda de enfoques terapéuticos que aborden la complejidad de su mecanismo de enfermedad.

El papel de la disbiosis, o desequilibrio en el microbiota intestinal, se ha reconocido cada vez más en la perpetuación de la inflamación en la EII (9). Este desbalance en la composición microbiana intestinal contribuye significativamente a la activación sostenida de células inmunitarias, exacerbando la inflamación. Además, se observa una integridad comprometida de la barrera intestinal en individuos afectados, facilitando la translocación bacteriana que intensifica la respuesta inflamatoria. Estos hallazgos han guiado el desarrollo de terapias dirigidas a restaurar el equilibrio microbiano y reforzar la barrera intestinal.

A lo largo de los años, el tratamiento de la EII ha evolucionado significativamente, incorporando terapias biológicas que apuntan a moléculas específicas implicadas en la inflamación, como los inhibidores del TNF y los agentes anti-integrina (10). Aunque estas

terapias han mejorado el manejo de la enfermedad, su efectividad varía y pueden surgir complicaciones como la pérdida de respuesta y efectos adversos serios. Esto resalta la necesidad imperante de desarrollar enfoques terapéuticos más eficaces y seguros que puedan personalizarse para los pacientes.

En este contexto, la terapia con células madre mesenquimales se presenta como un enfoque innovador para el tratamiento de la EII, gracias a sus propiedades inmunomoduladoras y regenerativas (6). Estas células, derivadas de fuentes como la médula ósea, el tejido adiposo, y el cordón umbilical, ofrecen la capacidad de modificar la respuesta inmune y promover la reparación de tejidos. Los ensayos clínicos han comenzado a demostrar el potencial de las MSCs en mejorar significativamente los síntomas y, en algunos casos, lograr la remisión completa, marcando un hito en la búsqueda de terapias más efectivas.

No obstante, la implementación generalizada de la terapia con células madre enfrenta desafíos notables, como la necesidad de estandarizar los protocolos de administración y comprender a fondo los mecanismos a largo plazo de su acción (11). La optimización de fuentes celulares, dosificación, métodos de entrega, y regímenes de tratamiento es crucial. La colaboración entre diversas disciplinas científicas promete superar estos obstáculos, abriendo vías hacia tratamientos más personalizados y efectivos para la EII.

Mirando hacia el futuro, se vislumbra un panorama prometedor para la terapia con células madre en la EII, situándose en una encrucijada entre los desafíos actuales y las oportunidades emergentes (12). La investigación continua y los avances tecnológicos en la biología de células madre, junto con la colaboración multidisciplinaria entre investigadores, médicos y bioingenieros, son fundamentales para llevar estos avances desde el laboratorio hasta la cabecera del paciente. La acumulación de evidencia sobre la seguridad y eficacia a largo plazo de las terapias basadas en células madre es crucial para su consolidación como un pilar en el tratamiento de la EII.

Este enfoque innovador no solo promete abordar los síntomas de la enfermedad de manera más efectiva, sino también mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes. Con cada estudio y ensayo clínico, se avanza hacia una comprensión más profunda de la patogénesis de la EII y hacia la identificación de terapias más precisas y personalizadas. La terapia con células madre mesenquimales está en la vanguardia de esta transformación, representando no solo un avance en el tratamiento de enfermedades inflamatorias crónicas, sino también un cambio en el paradigma de cómo se abordan estas condiciones desde una perspectiva médica. La colaboración continua y el compromiso con la investigación de calidad asegurarán que el potencial de las terapias basadas en células madre se realice plenamente, abriendo una nueva era en el manejo de la Enfermedad Inflamatoria Intestinal.

Si embargo el análisis de costos comparativos entre la terapia con células madre y los tratamientos convencionales, refleja un panorama económico diverso. Los procedimientos involucrados en la terapia con células madre, que comprenden la recolección, el cultivo y la expansión de las células madre mesenquimales, así como los ensayos clínicos para su validación, incurren en costos elevados. Se estima que el precio de estas terapias celulares puede ascender a decenas de miles de dólares por tratamiento.

Por otro lado, las terapias tradicionales para la EII, tales como medicamentos inmunosupresores y bioterapias, tienen costos anuales que fluctúan significativamente, extendiéndose desde unos pocos miles de dólares hasta cifras que superan los \$30,000, variando según la severidad de la enfermedad y el tratamiento específico requerido. A corto plazo, estos tratamientos pueden parecer más económicos; sin embargo, el manejo a largo plazo de la EII puede conllevar a costos acumulativos mayores debido a hospitalizaciones, intervenciones quirúrgicas y el manejo de efectos secundarios.

Es importante subrayar que los costos son estimativos y sujetos a variaciones regionales, a las políticas de salud y a la cobertura de seguros. Con la progresiva mejora y accesibilidad de la terapia con células madre, es probable que sus costos disminuyan, mientras que sus beneficios podrían incrementarse, particularmente si se demuestra una mayor eficiencia en el mantenimiento de la remisión de la EII y, por ende, en la mejora de la calidad de vida de los pacientes. Por lo tanto, el cálculo de la relación coste-eficacia debe considerar estos aspectos de eficacia y beneficio a largo plazo, más allá de la comparación inmediata de precios.

## 2. Metodología

Para investigar de manera sistemática el impacto de la terapia basada en células madre en la Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII), se adopta la metodología PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), que permite una revisión exhaustiva y transparente de la literatura existente. Este enfoque se enfoca en identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar todas las investigaciones relevantes sobre la terapia con células madre en el tratamiento de la EII, siguiendo un protocolo predefinido y estructurado para garantizar la replicabilidad y la calidad de los resultados (7).

La búsqueda sistemática se realizará en bases de datos electrónicas incluyendo *Google Académico*, *SciELO*, *Redalyc*, *Dialnet*, utilizando una combinación de términos de búsqueda relacionados con "Enfermedad Inflamatoria Intestinal", "células madre", "terapia con células madre", "colitis ulcerosa", y "enfermedad de Crohn". Se incluirán estudios publicados en los últimos cinco años, en inglés o español, que reporten resultados clínicos de terapias basadas en células madre en pacientes con EII. Los estudios seleccionados serán aquellos que incluyan ensayos clínicos, estudios de cohorte, casos y controles, y series de casos.

La selección de estudios se realizará en dos fases. En la primera, dos revisores independientes evaluarán los títulos y resúmenes de los estudios identificados para determinar su elegibilidad. En la segunda fase, los mismos revisores examinarán el texto completo de los estudios preseleccionados para confirmar su inclusión. Las discrepancias entre revisores se resolverán mediante discusión o la intervención de un tercer revisor si es necesario (13). Los datos extraídos incluirán detalles sobre la población de estudio, intervenciones (tipo de células madre utilizadas, dosis, vía de administración), comparaciones, resultados (eficacia, seguridad, efectos adversos), y diseño del estudio (8). La calidad de los estudios incluidos será evaluada mediante herramientas de evaluación de riesgo de sesgo específicas para cada tipo de estudio.

La síntesis de los datos se presentará de forma narrativa y, cuando sea posible, mediante meta-análisis, considerando la heterogeneidad entre estudios en términos de diseños, poblaciones y resultados medidos. Los resultados de esta revisión sistemática proporcionarán una evaluación integral de la evidencia actual sobre la eficacia y seguridad de la terapia con células madre en pacientes con EII, identificando lagunas en el conocimiento y sugiriendo direcciones futuras para la investigación (14). La visualización de este proceso se facilitará mediante la creación de una tabla PRISMA, la cual resumirá el flujo de información a través de las distintas fases de la revisión, desde el número de registros identificados, incluidos y excluidos, hasta los estudios finalmente incluidos en la revisión (15).

**Tabla 1.** *Análisis de estudios actualizados acerca de enfermedad inflamatoria intestinal*

Nº	Autor/Año	Título	Resumen	Resultados
1	Vizoso et al. (16) (2023)	Nueva era de la medicina basada en las células madre mesenquimales: bases, retos y perspectivas	Las células madre mesenquimales (MSC) destacan por sus propiedades regenerativas, antiinflamatorias, antioxidantes, y más, pero su uso clínico enfrenta desafíos como la incompatibilidad inmunológica, riesgos de tumorigenesis, transmisión de infecciones, senescencia, y dificultades en la evaluación de seguridad y efectividad, además de problemas logísticos como almacenamiento y costos.	Las células madre mesenquimales (CMM) son altamente valoradas por sus diversas capacidades terapéuticas, incluyendo la regeneración tisular, la reducción de la inflamación y la prevención de la apoptosis y el estrés oxidativo. Sin embargo, su aplicación clínica enfrenta desafíos significativos, como problemas de incompatibilidad inmunológica, riesgos de tumorigenesis, y dificultades en la evaluación de seguridad y dosificación, además de obstáculos logísticos como las condiciones de almacenamiento y el alto costo.

**Tabla 1.** Análisis de estudios actualizados acerca de enfermedad inflamatoria intestinal (continuación)

Nº	Autor/Año	Título	Resumen	Resultados
1	Vizoso et al. (16) (2023)	Nueva era de la medicina basada en las células madre mesenquimales: bases, retos y perspectivas	A pesar de estos retos, la capacidad de las MSC para liberar sustancias biológicamente activas sugiere una vía hacia la medicina regenerativa evitando los problemas de la terapia celular directa. El uso del secretoma de las MSC representa una estrategia innovadora, aunque se necesitan esfuerzos para manejar la variabilidad biológica, optimizar y estandarizar su producción y aplicación.	La liberación de diversos productos biológicos por parte de las CMM, como factores de crecimiento y citoquinas, ha suscitado interés en la medicina regenerativa, abriendo la puerta a estrategias que evitan los problemas asociados con la terapia celular directa. Sin embargo, esta nueva aproximación enfrenta desafíos propios, como la necesidad de reconocer la variabilidad biológica de las CMM y optimizar la producción y uso de su secretoma.
2	González (10) (2022)	Enfermedad de Crohn perianal, tratamiento con células madre.	Las fistulas perianales complejas, una complicación común en pacientes con enfermedad de Crohn, representan un desafío terapéutico debido a su limitada respuesta a tratamientos convencionales y las secuelas postquirúrgicas. Esto impacta negativamente en la calidad de vida en aspectos sociales, sexuales y laborales. Ante esta situación, surge la necesidad de explorar terapias alternativas. Este estudio se centra en una revisión sistemática de la terapia con células madre mesenquimales autólogas expandidas para tratar estas fistulas. El objetivo es evaluar su eficacia, seguridad, tolerabilidad y viabilidad económica a largo plazo, ofreciendo así una nueva perspectiva para pacientes que no responden a tratamientos convencionales.	La terapia con células madre mesenquimales autólogas expandidas se posiciona como una opción prometedora para el manejo de las fistulas perianales complejas en pacientes con enfermedad de Crohn, según lo indicado por los estudios revisados. Los ensayos clínicos respaldan su eficacia, seguridad y buena tolerabilidad, con un perfil de efectos adversos mínimo. Su facilidad de administración y viabilidad económica a largo plazo la perfilan como una alternativa factible a los tratamientos convencionales. Estos hallazgos resaltan el potencial de las células madre mesenquimales como un avance significativo en el tratamiento de complicaciones severas de la enfermedad de Crohn, ofreciendo perspectivas hacia terapias más eficientes y menos disruptivas para la calidad de vida de los pacientes.

**Tabla 1.** Análisis de estudios actualizados acerca de enfermedad inflamatoria intestinal (continuación)

Nº	Autor/Año	Título	Resumen	Resultados
3	Kich (2) (2022)	El estudio del papel del sistema inmunitario y actualización en el tratamiento de la enfermedad de Crohn	La enfermedad de Crohn, una de las Enfermedades Inflamatorias Intestinales, afecta principalmente el intestino delgado y la primera sección del intestino grueso. Sus causas aún no están completamente definidas, pero implican una combinación de factores genéticos y ambientales que afectan las respuestas inmunitarias del cuerpo. El abordaje terapéutico abarca desde modificaciones en el estilo de vida y la dieta hasta intervenciones farmacológicas, que incluyen corticosteroides, antibióticos, aminosalicilatos, terapias anti-TNF y anticuerpos monoclonales. El objetivo de este estudio fue investigar las metodologías de tratamiento actuales para la enfermedad de Crohn mediante una revisión sistemática de la literatura científica hasta abril de 2022.	Los tratamientos principales se enfocan en corregir anomalías en las células de adhesión y en los procesos de señalización de diversas células inmunitarias, con las terapias biológicas, como los anti-TNF y anti-integrina, predominando. No obstante, estos tratamientos suelen combinarse según las necesidades individuales. Investigaciones recientes exploran alternativas como el trasplante de microbiota fecal y el uso de células madre o células mesenquimales expandidas de tejido adiposo. La investigación continua es esencial para profundizar en el entendimiento del papel del sistema inmunitario en la enfermedad de Crohn y desarrollar tratamientos más eficaces y ampliamente aplicables.

### 3. Resultados

La reciente investigación sistematizada sobre la aplicación de terapias basadas en células madre mesenquimales para el tratamiento de la enfermedad inflamatoria intestinal ha revelado avances significativos con implicaciones terapéuticas notables (17). Los estudios examinados evidenciaron que las MSC poseen propiedades inmunomoduladoras y regenerativas, facilitando la remisión de procesos inflamatorios y la reparación de tejidos en modelos de EII, incluyendo la enfermedad de Crohn. La capacidad de las MSC para disminuir la inflamación y promover la regeneración de la mucosa intestinal ha sido demostrada en múltiples estudios preclínicos y algunos ensayos clínicos iniciales.

En el ámbito de la medicina regenerativa, la utilización de células madre mesenquimales (CMM) constituye un campo de intenso debate y estudio, como se refleja en los trabajos de González (10) y Kich (2). La convergencia en la investigación de estos autores radica

en la reconocida capacidad terapéutica de las CMM, principalmente en su potencial regenerativo y su rol en la modulación inmunitaria y antiinflamatoria.

Todos coinciden en que la regeneración tisular y la reducción de la inflamación son aspectos clave de las CMM, ofreciendo rutas terapéuticas prometedoras en la enfermedad de Crohn, especialmente en el tratamiento de fístulas perianales complejas, un área donde los métodos convencionales a menudo resultan insuficientes. Se enfatiza la eficacia, seguridad y tolerabilidad de las CMM autólogas expandidas, resaltando una disminución significativa en el perfil de efectos adversos, una mejora en la calidad de vida del paciente y potencialmente una mayor viabilidad económica a largo plazo en comparación con terapias biológicas existentes.

Sin embargo, surgen diferencias en cuanto a la percepción de los desafíos inherentes a la terapia con CMM. Mientras que la producción y administración del secretoma de las CMM se presenta como una alternativa para sortear complicaciones directas asociadas con la terapia celular, como los problemas de incompatibilidad inmunológica y tumorigénesis, hay una preocupación unánime sobre la variabilidad biológica de las CMM que podría afectar la estandarización y la replicabilidad del tratamiento.

Por otro lado, hay un reconocimiento del papel crítico que juega el sistema inmunitario en la patogénesis de la enfermedad de Crohn y la necesidad de continuar investigando en esta área para mejorar los tratamientos actuales y futuros. Las terapias convencionales como los anti-TNF y anti-integrina predominan en el discurso actual, pero el interés está girando hacia alternativas más personalizadas y menos invasivas, como el trasplante de microbiota fecal y la utilización de células mesenquimales de tejido adiposo, sugiriendo una evolución hacia tratamientos más holísticos y ajustados a la biología individual del paciente (18).

En términos de eficacia, las terapias con MSC han mostrado resultados prometedores en la reducción de la actividad de la enfermedad y en la mejora de la calidad de vida de los pacientes refractarios a las terapias estándar. La seguridad de la terapia con MSC también ha sido una consideración prioritaria, con un perfil de efectos adversos que se mantiene favorable en comparación con las opciones terapéuticas convencionales. No obstante, se reconoce la necesidad de una vigilancia a largo plazo debido al potencial teórico de tumorigénesis asociado a la proliferación celular (19).

Económicamente, los análisis iniciales sugieren que, aunque la terapia con MSC conlleva un costo más elevado en su fase de desarrollo e implementación en comparación con tratamientos convencionales, podría representar una inversión rentable a largo plazo. Esta rentabilidad se asocia a la disminución en la frecuencia de hospitalizaciones y cirugías, así como a una menor necesidad de terapias complementarias debido a la eficacia sostenida de la terapia celular.

#### 4. Discusión

El análisis actual de las terapias para la enfermedad inflamatoria intestinal resalta el potencial significativo de las células madre mesenquimales debido a sus atributos regenerativos, antiinflamatorios y antioxidantes, particularmente en casos de la enfermedad de Crohn. Tales propiedades han demostrado ser beneficiosas en la disminución de la respuesta inflamatoria y en la promoción de la reparación del tejido intestinal dañado. No obstante, la implementación clínica de las MSC aún debe superar retos críticos, entre los que se incluyen la inmunogenicidad y el riesgo potencial de oncogénesis. Estas preocupaciones hacen imprescindible el desarrollo de protocolos de dosificación y seguridad exhaustivos y precisos.

La innovación en la producción y aplicación de MSC se perfila como un enfoque prometedor frente a los tratamientos estándar, especialmente en casos refractarios de EII, como se observa en pacientes con fístulas perianales derivadas de la enfermedad de Crohn. Estas células madre autólogas expandidas podrían ofrecer una opción de tratamiento con un perfil de tolerabilidad favorable y menores efectos adversos en comparación con los métodos convencionales. En términos económicos, es esencial considerar la viabilidad financiera de las terapias con MSC. Los costos asociados a estas terapias son variables y dependen de factores como la fuente de obtención de las células, el proceso de cultivo y expansión, así como las pruebas de seguridad requeridas. Si bien el costo puede ser considerablemente alto en las fases iniciales debido a la inversión en investigación y desarrollo, se anticipa que a medida que la tecnología se estandarice y las técnicas de producción se optimicen, los costos podrían disminuir.

Para concluir, es imperativo que la comunidad científica continúe investigando las aplicaciones de las MSC en la EII, superando los desafíos actuales y proyectando un horizonte donde la terapia celular pueda integrarse de manera segura y efectiva en el manejo clínico de la enfermedad, siempre considerando la relación coste-beneficio en comparación con las terapias tradicionales. Las colaboraciones multidisciplinarias serán fundamentales para traducir con éxito los hallazgos preclínicos a aplicaciones clínicas viables y accesibles para los pacientes con EII.

#### 5. Conclusiones

- Se concluye que la EII, que incluye la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa, se caracteriza por una interacción compleja de factores genéticos, ambientales, inmunológicos y microbióticos. Este documento destaca cómo esta interacción contribuye a la patogénesis de la enfermedad, lo que subraya la necesidad de enfoques terapéuticos holísticos y personalizados. Los avances en la comprensión de estos factores brindan oportunidades para el desarrollo de tratamientos más eficaces y específicos para los pacientes con EII.

- Las MSCs emergen como una estrategia terapéutica prometedora para la EII debido a sus propiedades inmunomoduladoras y regenerativas. Los estudios revisados destacan cómo estas células tienen el potencial de modular la respuesta inmune y promover la reparación del tejido intestinal dañado. Esto sugiere que las MSCs podrían ofrecer beneficios significativos en el manejo de los síntomas y la mejora de la calidad de vida de los pacientes con EII.
- A pesar del potencial terapéutico de las MSCs, su implementación clínica enfrenta desafíos significativos. Estos incluyen la estandarización de protocolos de tratamiento, la comprensión de los mecanismos de acción a largo plazo y la optimización de la producción y administración de células. Sin embargo, estos desafíos también presentan oportunidades para la colaboración multidisciplinaria y la innovación en el campo de la medicina regenerativa, lo que podría llevar a tratamientos más efectivos y personalizados para la EII.
- Se concluye que los estudios examinados muestran consistentemente que las MSCs poseen propiedades inmunomoduladoras y regenerativas que pueden inducir la remisión de la inflamación y promover la reparación del tejido intestinal dañado en modelos preclínicos y ensayos clínicos iniciales. Estos resultados respaldan la idea de que las MSCs tienen el potencial de mejorar significativamente los síntomas y la calidad de vida de los pacientes con EII refractaria a tratamientos convencionales. Sin embargo, se requieren más investigaciones para comprender completamente los mecanismos de acción de las MSCs a largo plazo y abordar desafíos críticos como la estandarización de protocolos de tratamiento y la evaluación de la seguridad y eficacia a largo plazo.
- La discusión destaca la importancia de considerar aspectos terapéuticos y económicos en el desarrollo e implementación de terapias con MSC para EII. Aunque las células madre mesenquimales tienen un potencial terapéutico significativo, su aplicación clínica enfrenta desafíos importantes, como la inmunogenicidad y el riesgo potencial de tumorigénesis. Asimismo, es necesario abordar cuestiones relacionadas con la variabilidad biológica de las MSC y la optimización de los protocolos de producción y gestión. Sin embargo, a pesar de estos desafíos, la terapia con células madre mesenquimales representa una perspectiva interesante para el tratamiento de la EII, que puede brindar a los pacientes afectados opciones de tratamiento más efectivas y personalizadas.

### Financiación

Ninguna

### 6. Conflicto de intereses

El autor no presente ningún conflicto de interés.

### 7. Contribución de los autores:

Conceptualización: Daniela Lizbeth Barrera Cunalata

Investigación: Daniela Lizbeth Barrera Cunalata

Metodología: Daniela Lizbeth Barrera Cunalata

Redacción – borrador original: Daniela Lizbeth Barrera Cunalata

Redacción – revisión y edición: Daniela Lizbeth Barrera Cunalata

### 8. Costos de financiamiento

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

### 9. Referencias Bibliográficas

1. Bastías Astudillo C. Células madre: fundamentos y aplicación como terapia celular para diversas enfermedades, una revisión enfocada en el uso de células madre hematopoyéticas [Tesis de pregrado, Talca Universidad de Chile, Chile]. 2021 [citado 04 de abril 2024]. Disponible en: <http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/13139/3/2021A000984.pdf>
2. Kich F. El estudio del papel del sistema inmunitario y actualización en el tratamiento de la enfermedad de Crohn [Tesis de pregrado, Universitas Miguel Hernández]. 2022 [citado 04 de abril 2024]. Disponible en: <http://dspace.umh.es/handle/11000/28411>
3. Perguachi Calle MF. Actualización en el tratamiento de la enfermedad inflamatoria intestinal. Revisión sistemática [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Cuenca, Azogues, Ecuador]. 2023 [citado 04 de abril 2024]. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/items/a5bebf38-7f90-431c-b2d6-2aebf389df1f>
4. Duque J, Moreno D, Arteaga J, Franco R. Metabolismo óseo, osteoporosis y enfermedad inflamatoria intestinal en adultos. *Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes & Metabolismo* [Internet]. 2019 [citado 04 de abril 2024]; 6(2): 127-132. Disponible en: <https://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/view/489>
5. Gutiérrez Holanda C. Aplicaciones terapéuticas de las vesículas extracelulares derivadas de células madre mesenquimales [Tesis de pregrado, Universidad de Cantabria, Santander, Colombia]. 2020 [citado 04 de abril 2024]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10902/19412>

6. Grez C, Ossa J. Enfermedad inflamatoria intestinal en pediatría, una revisión. *Revista Médica Clínica Las Condes* [Internet], 2019 [citado 04 de abril 2024]; 30(5): 372-382. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S071686401930077X>
7. Figueroa C. Epidemiología de la enfermedad inflamatoria intestinal. *Revista Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2019 [citado 04 de abril 2024]; 30(4), 257-261. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864019300562>
8. Francés Y, Rodríguez M, Martín A, Pimienta A, Mayor A. Alternativa de tratamiento con células madre en pacientes con colitis ulcerosa. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río* [Internet]. 2021 [citado 04 de abril 2024]; 25(6). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-31942021000600016&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-31942021000600016&script=sci_arttext)
9. Gompertz M, Sedano R. Manifestaciones clínicas y endoscópicas en enfermedad inflamatoria intestinal. *Revista Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2019 [citado 04 de abril 2024]; 30(4): 273-282. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864019300550>
10. González M. Enfermedad de Crohn perianal, tratamiento con células madre [Tesis de pregrado, Universidad del País Vasco]. 2022 [citado 04 de abril 2024]. Disponible en: <https://addi.ehu.es/handle/10810/62488>
11. Paniagua M, Gutiérrez R. Actualización en la terapéutica de la enfermedad inflamatoria intestinal (EII). Otras terapias. Tercera Parte. *Tiempos de Enfermería y Salud* [Internet]. 2022 [citado 04 de abril 2024]; 4(12): 64-70. Disponible en: <https://www.tiemposdeenfermeriaysalud.es/journal/article/view/132>
12. Rendón J, Gallostra M, Furusho J, González E, Valdez M, Pérez R, Bobadilla B. Células Madre Mesenquimales: una alternativa de tratamiento en la enfermedad de Crohn fistulizante perianal. *IBD Reviews* [Internet]. 2021 [citado 04 de abril 2024]; 1(1): 1-13. Disponible en: [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_ibdr/article/view/25839](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ibdr/article/view/25839)
13. López Roldán G, López C, Taxonera C. Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad inflamatoria intestinal en 2022. In *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina*. *Revista Anales RANM (Real Academia Nacional de Medicina)* [Internet]. 2022 [citado 04 de abril 2024]; 139(01): 31-35. Disponible en: [https://analesranm.es/wp-content/uploads/2022/numero\\_139\\_01/pdfs/anranm\\_13901.pdf#page=31](https://analesranm.es/wp-content/uploads/2022/numero_139_01/pdfs/anranm_13901.pdf#page=31)

14. Lamb CA, Kennedy NA, Raine T, Hendy PA, Smith PJ, Limdi JK, Hayee B, Lomer MCE, Parkes GC, Selinger C, Barrett KJ, Davies RJ, Bennett C, Gittens S, Dunlop MG, Faiz O, Fraser A, Garrick V, Johnston PD, Parkes M, Hawthorne AB. British Society of Gastroenterology consensus guidelines on the management of inflammatory bowel disease in adults. Gut [Internet]. 2019 [citado 04 de abril 2024]; 68(Suppl 3): s1–s106. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-318484>
15. Silva F, Gatica T, Pavez C. Etiología y fisiopatología de la enfermedad inflamatoria intestinal. Revista Médica Clínica Las Condes [Internet]. 2019 [citado 04 de abril 2024]; 30(4): 262-272. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864019300574>
16. Vizoso F, Costa L, Eiro N. Nueva era de la medicina basada en las células madre mesenquimales: bases, retos y perspectivas. Revista Clínica Española [Internet]. 2023 [citado 04 de abril 2024]; 223(10): 619-628. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014256523001881>
17. Martínez B, Jiménez M, Tirado R, Ambrosio J, Hernández L. Células troncales mesenquimales: opción terapéutica en pacientes con SDRA, EPOC y COVID-19. Revista Alergia México [Internet]. 2023 [citado 04 de abril 2024]; 70(2), 89-101. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-91902023000200089&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-91902023000200089&script=sci_arttext)
18. García Recio V. Vectorización de fármacos para la optimización del tratamiento de enfermedades inflamatorias intestinales [Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España]. 2021 [citado 04 de abril 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=306138>
19. Tamayo A, Escobar H, Cuastumal D. Alcance de las células madre derivadas de tejido adiposo. Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia [Internet]. 2021 [citado 04 de abril 2024]; 37(2). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892021000200004&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892021000200004&script=sci_arttext&tlng=pt)

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**.



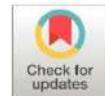
#### Indexaciones



## Nuevas terapias para el manejo de los síntomas vasomotores en la menopausia

*New therapies for the management of vasomotor symptoms in menopause*

- <sup>1</sup> Jeniffer Pamela Llumitasig Trujillo  <https://orcid.org/0009-0002-9179-7969>  
Estudiante de la Carrera de Medicina, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.  
[jllumitasig9035@uta.edu.ec](mailto:jllumitasig9035@uta.edu.ec)
- <sup>2</sup> Verónica Elizabeth Padilla Vinueza  <https://orcid.org/0000-0001-6869-7738>  
Médico Especialista de la Carrera de Medicina, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador  
[ve.padilla@uta.edu.ec](mailto:ve.padilla@uta.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/05/2024

Revisado: 13/06/2024

Aceptado: 19/07/2024

Publicado: 20/08/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3148>

Cítese: Llumitasig Trujillo, J. P., & Padilla Vinueza, V. E. (2024). Nuevas terapias para el manejo de los síntomas vasomotores en la menopausia. *Anatomía Digital*, 7(3), 85-104. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3148>



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-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras****claves:**

Síntomas vasomotores, menopausia, sofocos, neuroquinina b, fezolinetant

**Keywords:**

Vasomotor symptoms, menopause, hot flashes, neurokinin b, fezolinetant.

**Resumen**

**Introducción.** La menopausia trae cambios físicos y psicológicos que pueden afectar las relaciones personales y familiares. Muchas mujeres no buscan ayuda médica debido a la falta de información, dificultades de acceso y preocupaciones sobre los efectos secundarios de las terapias hormonales. Los nuevos tratamientos no hormonales, como los antagonistas de la neuroquinina B, muestran promesas en aliviar eficazmente los síntomas vasomotores. **Objetivo.** Analizar el impacto de la menopausia en la vida de las mujeres, identificando las barreras que enfrentan para buscar ayuda médica y evaluar la efectividad de los tratamientos no hormonales recientes, como los antagonistas de la neuroquinina B, en la mejora de los síntomas vasomotores y la calidad de vida. **Metodología.** Esta revisión bibliográfica sirve como base para un estudio retrospectivo que evalúa críticamente la literatura seleccionada bajo diversos criterios. **Resultados.** Diversos estudios han investigado la eficacia de los antagonistas de la neuroquinina B, como el fezolinetant, en el tratamiento de los sofocos menopáusicos. La investigación ha demostrado que la vía de la neuroquinina B regula la secreción de GnRH y, por tanto, juega un papel crucial en el control de los sofocos. **Conclusión.** Durante décadas, la terapia hormonal ha sido eficaz para aliviar los síntomas de la menopausia, como los sofocos, aunque conlleva riesgos como el tromboembolismo venoso y el cáncer de endometrio. Esto ha llevado a la búsqueda de alternativas más seguras y efectivas, como los antagonistas de NK3R y la neuroquinina B, que se están evaluando en términos de eficacia, seguridad y tolerabilidad en comparación con la terapia hormonal tradicional. **Área de estudio general:** Medicina **Área de estudio específica:** Ginecología **Tipo de estudio:** Artículos originales

**Abstract**

**Introduction.** Menopause brings physical and psychological changes that can affect personal and family relationships. Many women do not seek medical help due to lack of information, access difficulties, and concerns about the side effects of hormonal therapies. New non-hormonal treatments, such as neurokinin B antagonists, show promise in effectively relieving vasomotor symptoms. **Objective.** To analyze the impact of menopause on women's lives, identifying the barriers they face in seeking medical

---

help and evaluating the effectiveness of recent non-hormonal treatments, such as neurokinin B antagonists, in improving vasomotor symptoms and quality of life. **Methodology.** This bibliographic review serves as the basis for a retrospective study that critically evaluates the selected literature under various criteria. **Results.** Several studies have investigated the effectiveness of neurokinin B antagonists, such as fezolinetant, in the treatment of menopausal hot flashes. Research has shown that the neurokinin B pathway regulates the secretion of GnRH and therefore plays a crucial role in the control of hot flashes. **Conclusion.** For decades, hormone therapy has been effective in relieving menopause symptoms such as hot flashes, although it carries risks such as venous thromboembolism and endometrial cancer. This has led to the search for safer and more effective alternatives, such as NK3R and neurokinin B antagonists, which are being evaluated in terms of efficacy, safety and tolerability compared to traditional hormone therapy.

---

## 1. Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) describe la menopausia natural o fisiológica como la "finalización permanente del ciclo menstrual, confirmada retrospectivamente tras un período continuo de 12 meses sin menstruación debido a causas no patológicas". La cual simboliza un momento en la secuencia de la vida de las mujeres y señala el término de su capacidad reproductiva como parte natural del proceso de envejecimiento biológico con un periodo de transición gradual que comienza con alteraciones en el ciclo menstrual y puede presentarse entre los 45 y los 55 años (1).

A nivel mundial de acuerdo con reportes de la OPS se estima que para el año 2030, más de mil millones de mujeres habrán alcanzado a los 50 años la etapa de la menopausia, siendo el 10% de la población global. Otra de las etapas conocida es la perimenopausia, se refiere al período que abarca desde la primera aparición de estos síntomas hasta un año después del último ciclo menstrual, continuando con la etapa postmenopáusica, estas fases pueden extenderse durante varios años y tener un impacto en la salud física, emocional, mental y social (2).

En Estados Unidos de acuerdo con datos obtenidos por el Registro de Envejecimiento, Menopausia y Sexualidad reveló que el 18 % de las mujeres que buscaron ayuda por

cuestiones relacionadas con la menopausia, la edad de asistencia a la búsqueda de ayuda fueron mujeres mayores a 60 años. De este grupo, un considerable 41,2 % informó de molestias significativas debido a los síntomas vasomotores (VMS). Las mujeres experimentaron síntomas vasomotores moderados a severos durante su séptima y octava década de vida. Siendo las más propensas las mujeres afroamericanas en relación con otros grupos. Además, se observó que el 10 % de las mujeres continuaba con sintomatología hasta 12 años después de su última menstruación (3).

En América Latina, la edad de inicio de la menopausia presenta una ligera variación, generalmente ocurriendo entre los 43.8 y los 53 años. Sin embargo, se han registrado casos que se presentan antes de los 40 años, lo que se conoce como menopausia precoz o prematura. En México Según los datos del Censo de Población y Vivienda de 2020, se estima que hay alrededor de 14 millones 847 mil mujeres de 50 años o más. La edad promedio de inicio de la menopausia oscila entre los 45 y los 48 años (4, 5).

En Ecuador, la menopausia suele presentarse alrededor de los 46-47 años, según los datos recopilados en el estudio titulado 'Epidemiología ecuatoriana de la menopausia, climaterio y osteoporosis' (6). Además, en un estudio realizado en Latacunga sobre el impacto de la menopausia en un grupo de 80 mujeres, las molestias más frecuentes fueron estado de ánimo decaído (66 %), irritabilidad (66 %), dolores musculares y articulares (65 %), ansiedad (65 %), fatiga física (60 %), dificultades para conciliar el sueño (59 %), sofocos (56 %), trastornos en la vejiga (54 %), molestias cardíacas (53 %), dificultades sexuales (50 %) y sequedad vaginal (50 %) (7).

### *Justificación*

La menopausia representa un período complejo en la vida de la mujer caracterizada por cambios físicos y psicológicos que con frecuencia ocasionan molestias personales y pueden influir en sus interacciones con el entorno. Dichas alteraciones pueden ser tan relevantes que, en algunas ocasiones, provocan insatisfacción personal derivada de las dificultades para ajustarse a ellas, llegando incluso a generar tensiones en las relaciones familiares y de pareja.

Los síntomas vasomotores pueden intervenir en la vida diaria de las mujeres, es frecuente escuchar comentarios sobre las molestias que provoca la menopausia y aún más las razones por las cuales no acuden al médico, algunas mujeres deciden esperar un alivio sin tratamiento, no disponen de información suficiente respecto al tema, mientras otras mujeres conocen sobre los efectos adversos de la terapia hormonal como pérdida de la densidad ósea, disminución del deseo sexual, sequedad vaginal, entre otros. La mayoría no puede acceder con facilidad a una cita médica debido al lugar de residencia ubicadas en zonas alejadas de la ciudad, horario laboral extenso, factores personales, turnos

insuficientes, mediante la investigación se pretende brindar información suficiente para mejorar la calidad de vida en las mujeres que pasan por el proceso.

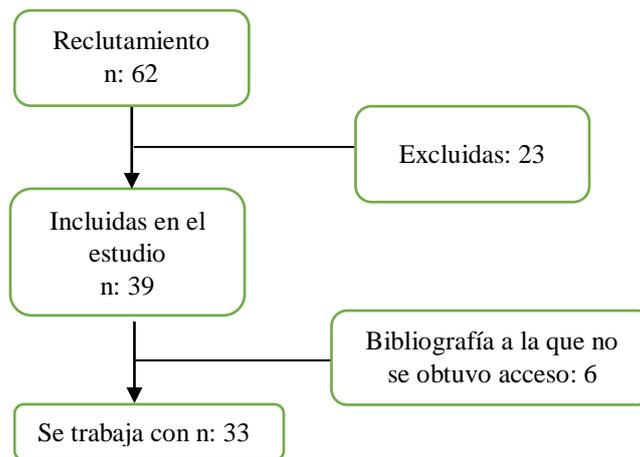
En los últimos años, se ha avanzado considerablemente en la comprensión del tratamiento con la utilización de los neuropéptidos y las taquicininas y su participación en la función hipotalámica, especialmente en la regulación del eje reproductivo y la liberación de la hormona liberadora de gonadotropina. La neuroquinina B, en asociación con la kisspeptina, parece ser crucial en el control de estos sistemas. Se han desarrollado antagonistas de la neuroquinina B, mostrando eficacia prometedora en el tratamiento de sofocos en la menopausia. Aunque los datos aún son limitados, estos medicamentos no hormonales muestran resultados rápidos, evidenciados en el primer o segundo día de administración, y presentan beneficios en la reducción de sofocos y la mejora del sueño. Si se confirma su seguridad y eficacia a largo plazo, representarán un avance significativo en el tratamiento de los síntomas vasomotores.

La finalidad de la investigación pretende recopilar y analizar información sobre las nuevas opciones en el tratamiento, al cubrir esta necesidad servirá para tomar decisiones con fundamento en el manejo de estos síntomas, así como también brindar ayuda a los profesionales de salud para que tengan información confiable y segura, permitiendo una atención médica de calidad ofertando nuevas opciones de tratamiento.

## 2. Metodología

Esta revisión bibliográfica constituye la fundamentación de un estudio retrospectivo en el cual se lleva a cabo una evaluación crítica mediante la selección de literatura basada en diversos parámetros de elección. Se recopilaron datos de fuentes como *PubMed*, *Scielo*, *Springer*, *DynaMed*, *Scopus*, *Chocrane*, así como información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ecuador en Cifras y *The Institute for Health Metrics and Evaluation* (IHME). También se consideraron documentos de la *Organización Mundial de la Salud* (OMS), y se estableció un marco temporal entre los años 2019 y 2024.

Los criterios de inclusión para la selección de literatura abarcaron revisiones bibliográficas, ensayos clínicos y metaanálisis centrados en la población de estudio, específicamente en personas que atraviesan el inicio y la transición de la menopausia. Se excluyeron aquellos textos a los que no se tuvo acceso completo.



**Figura 1.** Estrategia de búsqueda y selección de los documentos científicos

### 3. Resultados

La menopausia se define como la "finalización permanente del ciclo menstrual, confirmada retrospectivamente tras un período continuo de 12 meses sin menstruación debido a causas no patológicas". La transición es un proceso gradual que comienza con alteraciones en el ciclo menstrual, se refiere al período que abarca desde la primera aparición de estos síntomas hasta un año después del último ciclo menstrual, continuando con la etapa postmenopáusica, estas fases pueden extenderse durante varios años y tener un impacto en la salud física, emocional, mental y social (8)

#### *Etapas*

La transición a la menopausia se divide en cuatro etapas:

Primera etapa. - “etapa reproductiva tardía” se caracteriza principalmente por una reducción de los folículos restantes en los ovarios, es decir las reservas se agotan por lo que las hormonas compensan esta reducción para que el ciclo no se altere y mantenga su ritmo normal. Esta reducción en la reserva ovárica no afecta aun el ciclo menstrual (9).

Segunda etapa. - se caracteriza por un incremento en los síntomas generales de la menopausia y alteraciones mínimas en la menstruación que se presenta como un ciclo menstrual en los últimos 3 meses. Un promedio que nos orienta sobre cuando una mujer entra en esta etapa es que tiene una diferencia mayor o igual a 7 días en la llegada de su próximo periodo. Esta etapa se conoce como “transición temprana”, y el mecanismo compensatorio es una mayor producción de hormona foliculoestimulante sobre los folículos ováricos sobrantes y aumento de la actividad de la aromatasa folicular, con el fin de mantener el ciclo normal (10)

Tercera etapa. - durante la fase de “transición tardía”, la mujer presenta amenorrea por alrededor de 60 días, con una duración de 1 a 3 años, los síntomas se vuelven más

pronunciados, este fenómeno se da porque la producción de hormonas (hormona foliculoestimulante se eleva, mientras que el estrógeno va disminuyendo), estas hormonas ya no logran compensar la insuficiencia ovárica, lo que resulta en un aumento de los síntomas típicos de la menopausia.

Cuarta etapa. - la fase de "posmenopausia temprana" se inicia después de un año desde la última menstruación y se caracteriza por una reserva ovárica indetectable, es decir, muy reducida. Durante este periodo, la hormona foliculoestimulante continúa aumentando, mientras que los niveles de estrógeno siguen disminuyendo, siendo necesario un período de dos años para alcanzar un equilibrio (9).

### *Fisiopatología*

#### *Cambios del sistema nervioso central en la transición menopáusica*

Las gonadotropinas hipofisarias (FSH y LH) son reguladas por el estrógeno (por retroalimentación positiva y negativa) a través de los receptores de estrógeno en el hipotálamo que a su vez regulan la liberación de GnRH. En la transición menopáusica hay cambios en el eje hipotálamo-pituitaria que se traduce en la disminución de la sensibilidad a esta retroalimentación de los estrógenos produciendo ciclos anovulatorios (11).

La diferencia en la estructura hipotalámica entre las mujeres posmenopáusicas y premenopáusicas está en el núcleo infundibular. La falta de estrógenos y el envejecimiento causa que un grupo de neuronas del núcleo infundibular se hipertrofie reflejando cambios en el receptor de estrógeno, kisspeptina y neuroquinina B (NKB), y se acompañan de una mayor compatibilidad de los genes kisspeptina y NKB. Las neuronas que expresan kisspeptina y neuroquinina B se encargan de regular la hormona GnRH provocando un efecto sobre la producción de LH y FSH (9).

El déficit estrogénico interviene en la termorregulación además existen investigaciones que respaldan la participación de la kisspeptina y la neuroquinina B en los síntomas vasomotores, como los sofocos. Se ha observado que el gen responsable de codificar la kisspeptina y NKB (receptor de taquiquinina 3) está asociado con la manifestación de sofocos. En consecuencia, los estudios indican que los antagonistas de kisspeptina y neuroquinina B tienen el efecto de reducir la frecuencia de los sofocos (12).

### *Signos y síntomas*

El tiempo que tarda el periodo de transición es de 4 años aproximadamente, la intensidad de los síntomas empieza de leves con un incremento gradual con el paso de los años, determinando que durante los primeros dos años los síntomas son mucho más graves y se correlaciona con amenorrea y los niveles bajos estrógenos. Uno de los primeros

indicativos del inicio de la transición a la menopausia es la irregularidad en los ciclos menstruales y el cambio en la duración del sangrado (13).

El tiempo de duración de los sofocos es aproximadamente de 4 a 5 años, hay algunos casos que persisten hasta 10 años. Se caracteriza por empezar con una sensación de calor que dura algunos minutos, y se extiende por la parte superior del cuerpo, ocurren por un estrechamiento en el sistema termorregulador del hipotálamo, en respuesta a la privación de estrógenos, que se encarga de regular la temperatura corporal. Mientras los niveles de estrógeno son bajos encontraremos niveles altos de norepinefrina y niveles bajos de serotonina, por el contrario, los receptores 5-HT se encargan de la regulación positiva (14).

Los cambios en el sistema genitourinario se evidencian por la respuesta a la reducción de estrógenos, se puede observar sequedad en la vagina, estrechamiento vaginal, atrofia de la vagina y vulva, prolapso uterino e incontinencia urinaria. Estos cambios pueden conllevar a que las pacientes presenten infecciones de vías urinarias recurrentes y dispareunia (15).

La disminución de estrógenos hace que el flujo a nivel de la vagina sea menor, disminuye la cantidad de secreciones vaginales, y por ende un aumento del pH y células parabasales. Esta falta de secreciones hace que la anatomía de la vagina se atrofie. En varios estudios analizados nos indican que la mayoría de los síntomas son calmados con la administración de estrógenos a excepción de la incontinencia urinaria (15).

Durante la etapa de transición los cambios hormonales producen un desequilibrio en el ácido gamma amino butírico (GABA) dando como resultado mayor probabilidad de desarrollar episodios depresivos durante esta etapa, la sintomatología asociada a se debe a la variabilidad en el estado de ánimo de la paciente, incrementándose en la perimenopausia tardía. Hay factores que intervienen en un mayor riesgo de depresión en mujeres que se acercan a la perimenopausia entre los cuales puede influir, una ruptura amorosa, tabaquismo, o síntomas premenstruales. Las mujeres con antecedentes de cuadros depresivos son más propensas de padecer depresión durante la menopausia, y las pacientes sin antecedentes corren el riesgo de adquirirla durante esta etapa (16).

La reducción del sueño es notable conforme avanza los años, el sueño se ve deteriorado por la transición de la menopausia, en un estudio realizado en Canadá las pacientes posmenopáusicas entre 45 y 60 años mencionan problemas para conciliar el sueño, pero se descubrió que esta alteración no se justifica completamente con la asociación a los síntomas vasomotores, sino más bien este desequilibrio en el sueño se observa en la transición temprana y conforme progresa a su punto máximo aparece en la transición tardía (17).

El deseo sexual se ve afectado en alrededor del 10 % de mujeres con presencia de libido disminuido en la etapa de transición. Esto se atribuye al envejecimiento y la reducción de los niveles de hormonas como estrógenos y testosterona. El reemplazo de testosterona ha brindado una leve solución respecto al deseo sexual, pero faltan estudios que fundamenten el reemplazo con testosterona ya que puede conllevar a efectos no deseados como cáncer de mama. Los fármacos aprobados son bremelanotida y flibanserina (18).

A nivel óseo la disminución del estrógeno provoca mayor resorción ósea. Las fracturas por osteoporosis son más frecuentes en mujeres mayores de 50 años. El estrógeno permite la formación de osteoblastos y la mayor absorción de calcio en el intestino. Mientras los valores de estrógeno disminuyen la remodelación del hueso se ve afectada creando un desequilibrio que concluye con la pérdida ósea (19).

### *Tratamiento*

Los tratamientos disponibles para aliviar los síntomas de la menopausia abarcan desde terapias hormonales hasta opciones no farmacológicas y medicamentos sin hormonas. La terapia hormonal con estrógenos se destaca como la opción más efectiva para tratar los síntomas vasomotores y genitourinarios asociados con la menopausia (20).

Las mujeres que experimentan trastornos notables del sueño o del estado de ánimo durante la etapa de transición a la menopausia también pueden encontrar beneficio en la terapia hormonal (TH). Se considera que la TH es segura y eficaz para mujeres con bajo riesgo, sin enfermedad coronaria subyacente o historial de cáncer de mama, que tienen menos de 60 años y que han pasado menos de 10 años desde el inicio de la menopausia (20).

La terapia hormonal no se recomienda para la prevención primaria o secundaria de enfermedad cardiovascular (ECV). El Estudio de Iniciativa de Salud de la Mujer (WHI), un ensayo centrado en la prevención primaria comparó el uso de estrógeno equino conjugado (EEC) a 0,625 mg junto con 2,5 mg de acetato de medroxiprogesterona (MPA), o EEC solo en mujeres sin útero, frente a un grupo que recibió placebo en relación con la ECV. El grupo que recibió EEC+MPA fue interrumpido prematuramente debido a un aumento en las tasas de cáncer de mama invasivo. Se observó que el uso de EEC solo o en combinación con MPA aumentaba el riesgo de coágulos sanguíneos y accidentes cerebrovasculares, pero reducía el riesgo de fractura de cadera. Además, EEC+MPA también aumentó la tasa de ECV y mostró un efecto protector sobre el cáncer de colon (21).

Antes de comenzar la terapia hormonal, también es crucial considerar el riesgo de cáncer de mama. Se aconseja a las mujeres con antecedentes de cáncer de mama o un alto riesgo inicial que opten por alternativas no hormonales para aliviar los síntomas molestos. El

Estudio de Iniciativa de Salud de la Mujer (WHI) reveló un aumento en el riesgo de cáncer de mama invasivo asociado con el uso de estrógeno equino conjugado (CEE) y acetato de medroxiprogesterona (MPA). Este riesgo se volvió detectable después de 3 años de tratamiento (22).

### *Terapia hormonal*

El estrógeno se encuentra disponible en varias formas de administración como vía oral, tópica, vaginal. Para los síntomas vasomotores se recomienda el estrógeno por vía oral o tópica mientras que para los síntomas genitourinarios es recomendable la vía vaginal. Sin embargo, la vía de administración con menor riesgo es la transdérmica debido al menor riesgo de tromboembolismo venoso en comparación con las mujeres que utilizan estrógenos vía oral. El estrógeno se debe administrar junto con una progestina o un antagonista del receptor de estrógeno para disminuir riesgos como cáncer e hiperplasia del endometrio. Además, se recomienda la combinación de estrógenos con progestina (cíclica o continua). La dosis de progestina cíclica consta de 200 mg de progesterona por 12 días al mes. Mientras que la dosis de progestina continua consiste en 100 a 200 mg cada día (23).

Dentro de los efectos de la terapia hormonal tenemos la presencia de sangrado irregular que se resolverá en 2 o 3 meses, sin embargo, este sangrado se debe observar para descartar neoplasia en el endometrio (23).

**Tabla 1.** *Tratamiento con estrógenos*

Fármaco	Vía de administración	Dosis	
17 B-estradiol	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parche</li> <li>2. Oral</li> <li>3. vaginal</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1-2 parches a la semana.</li> <li>2. 1-2 miligramos día</li> <li>3. 1 vez al día durante 2 semanas y luego 2 veces a la semana.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vía de preferencia ya reduce el riesgo de tromboembolismo venoso.</li> <li>2. Se asimila al estradiol biológico.</li> <li>3. Vía de preferencia en caso de síntomas genitourinarios en la menopausia.</li> </ol>
Estrógeno conjugado	Oral	0,3- 1,25 miligramos día	
Estrógeno sintético	Oral	0,3- 1,25 miligramos día	
Etinilestradiol	Oral	0,2 – 0,05 miligramos día	

**Fuente:** (23)

### *Terapias no hormonales*

Son una alternativa para las pacientes que tienen contraindicación de terapia hormonal o pacientes que tienen duda sobre ella, la paroxetina (inhibidor selectivo de la recaptación de serotonina) es la única opción aprobada por la FDA. Los inhibidores selectivos de la recaptación de noradrenalina (IRSN) como la venlafaxina y desvenlafaxina si ayudan en la mejoría de los síntomas vasomotores frente a dosis bajas de estradiol. La neuroquinina B es una alternativa prometedora para los síntomas vasomotores ya que es más eficaz y tiene menos síntomas adversos (24).

Dentro de las opciones sin estrógeno aprobadas por la FDA son las siguientes:

**Tabla 2.** *Fármacos sin estrógenos autorizados por la FDA*

Fármaco	Vía de administración	Dosis	
Paroxetina	Oral	7,5 miligramos día	Ayuda en síntomas vasomotores
DHEA	Vaginal	6,5 miligramos día	Síntomas genitourinarios en la menopausia.
Ospemifeno	Oral	60 miligramos día	Actúa en mama y endometrio, y para síntomas genitourinarios en la menopausia.
Gabapentina	Oral	900 miligramos hora sueño	Ayuda en síntomas vasomotores
Clonidina	Oral, parche	0,1 – 0,4 miligramos día	En pacientes con hipertensión.
Neuroquinina B (nk3)	Oral	90 miligramos día	Ayuda con más eficacia en síntomas vasomotores.

**Nota.** Gris: fármacos no autorizados por la FDA (23)

### *Terapias no farmacológicas*

En estudios realizados se ha observado que la terapia cognitivo-conductual para el insomnio en pacientes con insomnio durante 6 meses ha ayudado a reducir dicha molestia, autores han concluido que esta terapia debe ser aplicada como primera línea para mujeres con insomnio desde tempranas edades. Otra actividad como el yoga ayuda a reducir el insomnio, pero no los síntomas vasomotores como tal. El omega-3 ayuda en la mejora del estado de ánimo y las actividades aeróbicas ayudan con la mejoría en el sueño y estado de ánimo. Como recomendaciones generales se sugiere evitar situaciones de estrés, utilizar ventilador al dormir, consumir bebidas refrescantes, y evitar caféina, picante y alcohol. Para los síntomas genitourinarios los lubricantes son una opción válida (25).

*La vía de la neuroquinina B en el tratamiento de los sofocos menopáusicos*

La administración de un antagonista de NK3R redujo la secreción de LH en mujeres posmenopáusicas, aunque la falta de respuesta a la kisspeptina-10 limitó la investigación sobre la relación entre las vías de NKB y kisspeptina en esta etapa. Estudios han demostrado que el tratamiento con antagonistas de NK3R disminuyó los sofocos menopáusicos reportados por las participantes y redujo la frecuencia de los pulsos de LH en estas mujeres. Estos resultados sugieren que la señalización de NKB desempeña un papel en la regulación de la secreción de LH durante la fase hipergonadotrópica de la menopausia, y proporcionan indicios indirectos que vinculan los síntomas vasomotores y la alta frecuencia del pulso de GnRH con la vía NKB (26).

La vía de la neuroquinina B es importante en la reproducción y regulación de la secreción de GnRH en hombres y mujeres. Se ha observado eficacia en los antagonistas de la neuroquinina B para disminuir los síntomas vasomotores como sofocos, tanto en frecuencia como en magnitud. Un fármaco desarrollado por AstraZeneca (AZ4901) es un antagonista específico del receptor NK3R, se encarga de suprimir la secreción de hormona luteinizante (LH). Este medicamento ahora conocido como (MLE4901) administrado por 4 semanas dio como resultado la reducción de los sofocos en mujeres menopáusicas (27).

El MLE4901 se administró en mujeres posmenopáusicas durante 7 días como resultado se observó una disminución de los sofocos tanto en la noche como en la mañana. El efecto fue más rápido en comparación con otras terapias ya mencionadas, tanto que en el segundo día ya se pudo observar los efectos de esta nueva alternativa, observando disminución en el pulso de LH. Las pacientes a las que se les administro MLE4901, 80 miligramos al día durante 7 días. Se sometieron a una resonancia magnética antes y luego del tratamiento en donde se observó una menor conectividad que se traduce en menos sofocos (27).

Esto confirma que fezolinetant es una alternativa efectiva para reducir significativamente los síntomas vasomotores de moderada a grave intensidad. Los cambios positivos pueden notarse desde el primer día de tratamiento, lo que la hace una opción prometedora según la FDA, que considera una disminución de 2 episodios al día como una diferencia importante en comparación con otras terapias disponibles. Además de aliviar los síntomas vasomotores, fezolinetant también mejora la calidad de vida de las pacientes. En cuanto a los efectos secundarios, se observa una mejora en comparación con la terapia hormonal, que tiende a causar más sangrados. Los efectos adversos más comunes están relacionados con el tracto gastrointestinal, como la diarrea, debido a la presencia de receptores NK3 en este sistema. Sin embargo, en general, fezolinetant se respalda como una opción segura y eficaz para el tratamiento de los síntomas vasomotores de la menopausia (28).

#### 4. Discusión

En el estudio sobre la vía de la neuroquinina B en el tratamiento de los sofocos menopáusicos publicada en el año 2021 en donde realizan un estudio con el fin de comprobar la intervención que tiene la vía de la neuroquinina B para el proceso reproductivo comprobando que juega un papel importante en regular la secreción de GnRH en ambos sexos, controlando funciones fisiológicas relacionadas con la reproducción. Se ha comprobado que también se encarga de regular los sofocos en el proceso de la menopausia. Los antagonistas de la neuroquinina B han mostrado una efectividad notable al reducir tanto la frecuencia como la intensidad de los síntomas vasomotores, tanto durante el día como durante la noche. Por lo tanto, representan una prometedora opción de tratamiento sin hormonas para este síntoma frecuente y debilitante de la menopausia (29).

En un estudio llevado a cabo en el Centro para la Salud Reproductiva del Instituto de Investigaciones Médicas de la Universidad de Edimburgo, en el Reino Unido, en 2018, se investigó a 11 mujeres en etapa de menopausia, con edades comprendidas entre los 46 y 62 años, cuyos resultados de laboratorio se encontraban dentro de los parámetros normales. Estas participantes recibieron una dosis de 40 miligramos de NK3R MLE4901 cada 12 horas. Los resultados mostraron una buena tolerancia al tratamiento, y no se observaron alteraciones en los análisis de sangre, incluyendo la biometría hemática y la química sanguínea. En cuanto a los niveles hormonales, se observó una disminución en la secreción de hormona luteinizante (LH), aunque no se registró un efecto similar en la hormona folículo estimulante (FSH), tras evaluar diariamente durante 7 días el efecto supresor sobre la secreción de LH (30).

En el estudio SKYLIGHT 1 es un ensayo de fase 3, realizado en EE. UU., Canadá, República Checa, Hungría, Polonia, España y el Reino Unido, a mujeres de 40 a 65 años de edad con sofocos en promedio de 7 se incluyeron en el estudio, divididas en tres grupos 175 al grupo de placebo, 176 al grupo de fezolinetant 30 miligramos y 176 al grupo de fezolinetant 45 miligramos día para recibir durante 12 con una extensión del tratamiento de 40 semanas, en donde se evidencio que el grupo fezolinetant 30mg y 45 mg tuvieron una reducción significativa de síntomas vasomotores en la semana 4 versus el grupo placebo (31).

En el estudio realizado en la Clínica de mama y menopausia del Hospital Universitario Corneel Heymanslaan en el año 2021 realizan un estudio en donde se evaluó el tratamiento de los síntomas vasomotores de la menopausia utilizando fezolinetant, un antagonista del receptor de neuroquinina. Este medicamento bloquea selectivamente la señalización de la neuroquinina B (NKB), ralentizando el pulso de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y reduciendo la actividad neuronal (32).

Para la investigación, se consideraron 21 mujeres en etapa premenopáusica, a quienes se les administró fezolinetant (90 mg dos veces al día) durante un periodo de 12 semanas. Durante el estudio, se incrementó la dosis de este fármaco sin que se observara ninguna alteración en los resultados de laboratorio ni en los signos vitales. Se encontró que fezolinetant provocó una reducción del 49,8 % en los niveles de hormona luteinizante, en comparación con el 16,4 % registrado en el grupo tratado con placebo, tan solo 3 horas después de la administración del fármaco. En términos de efectos secundarios, fezolinetant se posicionó como una alternativa segura y efectiva para el tratamiento de los síntomas vasomotores de la menopausia, en contraste con el placebo, que generó más efectos adversos como sangrados. Por tanto, se concluyó que fezolinetant ofrece una reducción rápida y significativa en la frecuencia y gravedad de los síntomas vasomotores, lo que resulta en mejoras en la calidad de vida de las pacientes (33).

## 5. Conclusiones

- La terapia hormonal, utilizada durante décadas para mitigar los síntomas de la menopausia, presenta diversas formas de aplicación y ha demostrado ser eficaz en el control de los sofocos y otros síntomas relacionados. Sin embargo, también implica riesgos, como un mayor riesgo de tromboembolismo venoso y cáncer de endometrio. Esto ha impulsado la búsqueda de alternativas más seguras y efectivas, como los antagonistas de NK3R y la neuroquinina B, que plantean importantes consideraciones sobre su eficacia, seguridad y tolerabilidad en comparación con la terapia hormonal tradicional.
- En síntesis, los resultados muestran que los antagonistas de NK3R y los fármacos que intervienen en la vía de la neuroquinina B ofrecen una perspectiva prometedora y original en el tratamiento de los síntomas vasomotores. Se ha comprobado que estos medicamentos pueden disminuir considerablemente la frecuencia y la intensidad de los sofocos, al mismo tiempo que mejoran la calidad de vida de las pacientes. Además, parecen acarrear menos efectos secundarios graves en comparación con la terapia hormonal convencional.
- En conclusión, la evidencia sugiere que la señalización de la neuroquinina B desempeña un papel crucial en la regulación de la secreción hormonal y los síntomas vasomotores durante la menopausia. Esto respalda la investigación de nuevos medicamentos que actúan sobre esta vía para ofrecer tratamientos más seguros y efectivos. Sin embargo, los estudios sobre los antagonistas de NK3R y los medicamentos relacionados aún están en etapas iniciales, requiriendo más investigación para confirmar su eficacia a largo plazo y seguridad. La individualización del tratamiento es fundamental, considerando las necesidades y preferencias de cada paciente. La elección entre la terapia hormonal y los nuevos enfoques debe basarse en una cuidadosa evaluación de riesgos, beneficios y preferencias individuales.

## 6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

## 7. Declaración de contribución de los autores

Jeniffer Pamela Llumitasig Trujillo. Realizó la búsqueda bibliográfica teniendo en cuenta criterios de selección y exclusión. Estructuró, redactó y corrigió la revisión bibliográfica.

Verónica Elizabeth Padilla Vinueza. Revisión de los primeros borradores por medio de comentarios críticos a fin de contribuir con el desarrollo del escrito.

## 8. Costos de financiamiento

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

## 9. Referencias Bibliográficas

1. World Health Organization. Menopause [Internet]. 2022 [cited 2024 Mar 8]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/menopause>
2. David PS, Kling JM, Vegunta S, Faubion SS, Kapoor E, Mara KC, et al. Vasomotor symptoms in women over 60: results from the Data Registry on Experiences of Aging, Menopause, and Sexuality (DREAMS). The Journal of the Menopause Society [Internet]. 2019 [cited 2023 Oct 18]; 25(10): 1105–1109. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29738420/>
3. Thurston RC. Vasomotor symptoms: natural history, physiology, and links with cardiovascular health. Climacteric [Internet]. 2019 [cited 2023 Oct 18]; 21(2): 96–100. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29390899/>
4. Espitia De La Hoz FJ. Prevalencia y caracterización de los síntomas de la menopausia en mujeres climatéricas del Eje Cafetero (Colombia). Revista Javeriana 2018 - 2020. Universitas Medica [Internet]. 2022 [cited 2024 January 25]; 63(3). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed63-3.smmc>.
5. Bravo E, Águila N, Benítez CA, Rodríguez D, Delgado AJ, Centeno A, Factores biológicos y sociales que influyen en la salud de la mujer durante el climaterio y la menopausia. Medisur [Internet]. 2019 [cited 2024 Mar 8]. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/1800/180061640013/html/>
6. Ministerio de Salud Publica Ecuador. Dirección Nacional de Estadística y Análisis de Información de Salud. Tableau Public [Internet]. [cited 2023 Oct

- 18]. Available from:  
<https://public.tableau.com/app/profile/andres.hualca8739/vizzes>
7. Llango Lema KE, Céspedes Cueva JC. Quality of life for women in menopause. *Salud, Ciencia y Tecnología*. [Internet]. 2022 [cited 2024 February 24]; 2:78. Available from: <https://doi.org/10.56294/saludcyt202278>
  8. Torres Jiménez AP, Torres Rincón JM, Climaterio y menopausia. *Revista de la Facultad de Medicina México* [Internet]. 2018 [cited 2024 Apr 28]. Vol:61 No: 2. Available from:  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422018000200051](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422018000200051).
  9. Santoro N, Roeca C, Peters BA, Neal-Perry G. The Menopause Transition: Signs, Symptoms, and Management Options. *The Journal of Clinical Endocrinology & metabolism* [Internet]. 2021 [cited 2024 Feb 3];106(1):1–15. Available from: <https://academic.oup.com/jcem1>
  10. Paramsothy P, Harlow SD, Nan B, Greendale GA, Santoro N, Crawford SL, Gold EB, Tepper PG, Randolph JF. Duration of the menopausal transition is longer in women with young age at onset: the multi-ethnic study of women’s health across the nation. *Menopause* [Internet]. 2017 [cited 2024 Jun 5]; 24(2): 142-149. Available from: <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000000736>
  11. Weiss G, Skurnick JH, Goldsmith LT, Santoro NF, Park SJ. Menopause and hypothalamic-pituitary sensitivity to estrogen. *JAMA* [Internet]. 2004 [cited 2024 Jun 18]; 292(24): 2991–2996. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15613667/>
  12. Depypere H, Lademacher C, Siddiqui E, Fraser GL. Fezolinetant in the treatment of vasomotor symptoms associated with menopause. *Expert Opinion on Investigational Drugs* [Internet]. 2021 [cited 2024 Jun 5]; 30(7): 681–694. Available from:  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13543784.2021.1893305>
  13. Van Voorhis BJ, Santoro N, Harlow S, Crawford SL, Randolph J. The relationship of bleeding patterns to daily reproductive hormones in women approaching menopause. *Obstetrics and gynecology* [Internet]. 2008 [cited 2024 Jun 18]; 112(1): 101–108. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18591314/>
  14. Col NF, Guthrie JR, Politi M, Dennerstein L. Duration of vasomotor symptoms in middle-aged women: a longitudinal study. *Menopause* [Internet]. 2009 [cited

- 2024 Jun 18]; 16(3): 453–457. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19188852/>
15. Figueroa JR, Jara AD, Fuenzalida PA, del Prado AM, Flores D, Blumel JE. Prevalencia de disfunción sexual en mujeres climatéricas. *Revista Médica de Chile* [Internet]. 2009 [cited 2024 Jun 19]; 137(3): 345–350. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872009000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872009000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  16. Bromberger JT, Epperson CN. Depression during and after the perimenopause: impact of hormones, genetics, and environmental determinants of disease. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America* [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 19]; 45(4): 663–678. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30401549/>.  
<https://doi.org/10.1016/j.ogc.2018.07.007>
  17. Zolfaghari S, Yao C, Thompson C, Gosselin N, Desautels A, Dang-Vu TT, Postuma RB, Carrier J. Effects of menopause on sleep quality and sleep disorders: Canadian Longitudinal Study on Aging. *The Journal of Menopause Society* [Internet]. 2020 [cited 2024 Jun 19]; 27(3): 295–304. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31851117/>
  18. Clayton AH, Althof SE, Kingsberg S, Derogatis LR, Kroll R, Goldstein I, Kaminetsky J, Spana C, Lucas J, Jordan R, Portman DJ. Bremelanotide for female sexual dysfunctions in premenopausal women: a randomized, placebo-controlled dose-finding trial. *Womens Health (London, England)* [Internet]. 2016 [cited 2024 Jun 19]; 12(3): 325–337. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27181790/>. <https://doi.org/10.2217/whe-2016-0018>
  19. Karlamangla AS, Burnett-Bowie SAM, Crandall CJ. Bone health during the menopause transition and beyond. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America* [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 19]; 45(4): 695–708. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30401551/>
  20. Stuenkel CA, Davis SR, Gompel A, Lumsden MA, Murad MV, Pinkerton JA, Santen RJ. Treatment of symptoms of the menopause: an endocrine society clinical practice guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [Internet]. 2015 [cited 2024 Jun 10]; 100(11): 3975–4011. Available from: <https://dx.doi.org/10.1210/jc.2015-2236>
  21. Manson JAE, Aragaki AK, Rossouw JE, Anderson GL, Prentice RL, LaCroix AZ, et al. Menopausal Hormone Therapy and Long-term All-Cause and Cause-

- Specific Mortality: The Women’s Health Initiative Randomized Trials. JAMA [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 19]; 318(10): 927–938. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28898378/>
22. Rossouw JE, Anderson GL, Prentice RL, LaCroix AZ, Kooperberg C, Stefanick ML, et al. Risks and benefits of estrogen plus progestin in healthy postmenopausal women: principal results From the Women’s Health Initiative randomized controlled trial. JAMA [Internet]. 2002 [cited 2024 Jun 19]; 288(3): 321–333. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12117397/>
  23. Blümel JE, Vallejo MS. Contraception in premenopause. Ginecología y Obstetricia de México. [Internet] 2020 [cited 2024 Jun 19];88: S109–120. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ginobsmex/gom-2020/goms2011>
  24. Food and Drug Administration. La FDA aprobó un nuevo medicamento para tratar los sofocos moderados a graves causados por la menopausia. FDA [Internet]. 2023 [cited 2024 Jun 10]. Available from: <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/la-fda-aprobo-un-nuevo-medicamento-para-tratar-los-sofocos-moderados-graves-causados-por-la>.
  25. Guirado Sariñena M, Matías Díaz P, Barlés Sauras A, Barlés Rivera M, Abad Callejas R, Ciprián Bergua N. Eficacia de la terapia cognitivo-conductual para el tratamiento del insomnio en mujeres en estado de climaterio. Revista Sanitaria de Investigación, 2022 [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 19];3(8):42. ISSN-e 2660-7085, Vol 3, N° 8, Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8586991&info=resumen&idoma=SPA>
  26. Anderson RA, Skorupskaitė K, Sassarini J. The neurokinin B pathway in the treatment of menopausal hot flashes. Climacteric [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 2];22(1):51–4. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13697137.2018.1540564>
  27. Prague JK, Roberts RE, Cominos AN, Clarke S, Jayasena CN, Nash Z, et al. Neurokinin 3 receptor antagonism as a novel treatment for menopausal hot flashes: a phase 2, randomised, double-blind, placebo-controlled trial. The Lancet [Internet]. 2017 [cited 2024 Jun 10]; 389(10081): 1809–1820. Available from: <http://www.thelancet.com/article/S0140673617308231/fulltext>
  28. Depypere H, Timmerman D, Donders G, Sieprath P, Ramael S, Combalbert J, et al. Treatment of Menopausal Vasomotor Symptoms with Fezolinetant, a Neurokinin 3 Receptor Antagonist: A Phase 2a Trial. The Journal of Clinical

- Endocrinology & Metabolism [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 10];104(12):5893–905. Available from: <https://dx.doi.org/10.1210/jc.2019-00677>
29. Depypere H, Lademacher C, Siddiqui E, Fraser GL. Fezolinetant in the treatment of vasomotor symptoms associated with menopause. Expert Opinion on Investigational Drugs [Internet]. 2021 [cited 2024 Jun 9];30(7):681–94. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13543784.2021.1893305>
30. Anderson RA, Skorupskaite K, Sassarini J. The neurokinin B pathway in the treatment of menopausal hot flashes. Climacteric [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 17];22(1):51–4. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13697137.2018.1540564>
31. Lederman S, Ottery FD, Cano A, Santoro N, Shapiro M, Stute P, et al. Fezolinetant for treatment of moderate-to-severe vasomotor symptoms associated with menopause (SKYLIGHT 1): a phase 3 randomised controlled study. The Lancet [Internet]. 2023 [cited 2024 Jun 17];401(10382):1091–102. Available from: <http://www.thelancet.com/article/S0140673623000855/fulltext>
32. Depypere H, Timmerman D, Donders G, Sieprath P, Ramael S, Combalbert J, Hoveyda HR, Fraser GL. Treatment of menopausal vasomotor symptoms with fezolinetant, a neurokinin 3 receptor antagonist: a phase 2a trial. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2024 Jun 18]; 104(12): 5893–5905. Available from: <https://dx.doi.org/10.1210/jc.2019-00677>
33. Hassan F, Saleem A, Samuel SS, Sarfraz Z, Sarfraz A, Sarfraz M. Neurokinin 1/3 receptor antagonists for menopausal women: A current systematic review and insights into the investigational non-hormonal therapy. Medicine [Internet]. 2023 [cited 2024 Jun 18]; 102(23): E33978. Available from: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000033978>

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**.



#### Indexaciones



## Dispositivos de avance mandibular para el tratamiento del SAOS en adultos: revisión de la literatura

### *Mandibular advancement devices for the treatment of OSA in adults: a literature review*

- <sup>1</sup> Crosby David Valarezo Roman  <https://orcid.org/0009-0001-1421-8591>  
Estudiante de la carrera de odontología, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[crosbyvalarezo18@gmail.com](mailto:crosbyvalarezo18@gmail.com)
- <sup>2</sup> María Isabel Cabrera Padrón  <https://orcid.org/0000-0002-4086-6082>  
Docente de la carrera de odontología, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[mcabrerap@ucacue.edu.ec](mailto:mcabrerap@ucacue.edu.ec)



#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 17/05/2024

Revisado: 14/06/2024

Aceptado: 29/07/2024

Publicado: 26/08/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3149>

Cítese: Valarezo Roman, C. D., & Cabrera Padrón, M. I. (2024). Dispositivos de avance mandibular para el tratamiento del SAOS en adultos: revisión de la literatura. Anatomía Digital, 7(3), 105-119. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3149>



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-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras****claves:**

apnea del sueño, mandíbula, aparatos fijos, aparatos removibles, ronquidos, adultos

**Keywords:**

sleep apnea, jaw, fixed appliances, removable appliances, snoring, adult

**Resumen**

**Introducción.** El síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) es una alteración que se caracteriza por la obstrucción de las vías respiratorias faríngeas superiores durante el tiempo en que una persona duerme. Los dispositivos de avance mandibular (DAM) es el primer tratamiento de elección en SAOS leve y moderado en pacientes sin morbilidad cardiovascular grave y en SAOS grave se utiliza CPAP. **Objetivo.** Analizar la literatura científica para describir los dispositivos de avance mandibular para el tratamiento de SAOS en Adultos. **Metodología.** La revisión literaria se realizó a través de bases de datos digitales como *ResearchGate*, *PubMed*, *Web of Science* y *Scopus*. Los artículos que se recopilaron fueron desde el 2020 hasta el 2024 en dos idiomas: español e inglés. **Resultados.** Se recopiló 25 artículos en los cuales se describieron los dispositivos de avance mandibular para el tratamiento del SAOS. Siendo efectivos en más del 70% de los casos. **Conclusión.** Los estudios revisados en la presente investigación demuestran que los DAM son una alternativa efectiva para el tratamiento del SAOS de leve a moderado. Para el SAOS grave existe una alternativa más efectiva como es el CPAP. La efectividad de estos dispositivos y el CPAP aumenta cuando se cuenta con un diagnóstico clínico exhaustivo. **Área de estudio general:** Odontología. **Área de estudio específica:** Ortodoncia. **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica.

**Abstract**

**Introduction.** Obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) is a disorder characterized by obstruction of the upper pharyngeal airway during sleep. Mandibular advancement devices (MAD) are the first treatment of choice in mild and moderate OSAS in patients without severe cardiovascular morbidity, and CPAP is used in severe OSAS. **Objective.** To analyze the scientific literature to describe mandibular advancement devices for treating OSA in adults. **Methodology.** The literature review was performed through digital databases such as *ResearchGate*, *PubMed*, *Web of Science*, and *Scopus*. The articles collected were published from 2020 to 2024 in Spanish and English. **Results.** Twenty-five articles were collected describing mandibular advancement devices for treating OSAS. They were effective in more than 70% of the cases. **Conclusion.** The studies reviewed in the present investigation

---

demonstrate that MADs are an effective alternative for the treatment of mild to moderate OSAS. For severe OSAS, there is a more effective alternative, such as CPAP. The effectiveness of these devices and CPAP increases when a thorough clinical diagnosis is available.

---

## 1. Introducción

El síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) es una alteración que se caracteriza por la obstrucción de las vías respiratorias faríngeas superiores durante el tiempo en que una persona duerme. Los tejidos blandos de la pared faríngea se bloquean debido a la falta de relajación de los músculos dilatadores, durante el sueño. Cuando ocurren estos colapsos conocidos como apneas, que se define como la dificultad para respirar, provoca que la persona se levante de manera inmediata para así volver a respirar con normalidad antes de volver al ciclo de sueño (1, 2).

La causa del SAOS es multifactorial y generalmente está relacionada con la edad, la obesidad y el sexo masculino, además de factores patológicos y anatómicos. Este trastorno puede tener serias consecuencias, ya que puede provocar problemas significativos. Los síntomas nocturnos del SAOS incluyen ronquidos persistentes, interrupciones del sueño reportadas por la pareja, despertares con sensación de asfixia o ahogo, sueño inquieto con movimientos frecuentes y poliuria durante la noche. Durante el día, las personas afectadas pueden experimentar somnolencia, dolor de cabeza, xerostomía, sensación de cansancio constante, debilidad, dificultades de memoria, irritabilidad, pérdida de interés en actividades previamente disfrutadas, disminución del deseo sexual y cambios en los hábitos de vida que pueden afectar las relaciones interpersonales. Además, el SAOS tiene una repercusión en la sociedad, ya que se reconoce como una causa común de accidentes automovilísticos debido a la somnolencia diurna y los llamados micro despertares que pueden provocar lapsos de atención durante la conducción (3, 4, 5).

El diagnóstico se confirma mediante una polisomnografía nocturna (PSG) o prueba del sueño que evalúa diversos parámetros como presión arterial, actividad electrocardiográfica, electroencefalográfica y electromiografía, así como cambios en la posición corporal, la función respiratoria durante el sueño y el índice de apnea-hipopnea (IAH). Con el análisis se establece la gravedad del problema respiratorio. El SAOS afecta al 25% de los hombres y al 15% de las mujeres de la población general, dura más de 10 segundos, mientras que la hipopnea se refiere a un episodio respiratorio de menos de 10

segundos durante el cual la ventilación se reduce al menos en un 50% (2, 3, 6). El tratamiento de este tipo de alteración dentoalveolar en la que se presenta como retrusión maxilomandibular involucra frecuentemente la cirugía ortognática, asociada al tratamiento de ortodoncia, con el objetivo de restablecer la oclusión dentaria ideal mediante el reposicionamiento quirúrgico de los huesos maxilares. El tratamiento no quirúrgico del SAOS implica la utilización de presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP) (7, 8, 9).

El Instituto Estadounidense de Medicina del Sueño (AASM) recomienda los dispositivos de avance mandibular (DAM) como primer tratamiento en SAOS leve y moderado en pacientes sin morbilidad cardiovascular grave y en SAOS grave se utiliza CPAP y cuando el tratamiento fracasa o es rechazado. La aparatología oral es un eficaz tratamiento para el 60-70% de los pacientes que lo padecen (10, 11).

El objetivo de esta investigación fue analizar la literatura científica para describir los dispositivos de avance mandibular para el tratamiento de SAOS en Adultos.

## 2. Metodología

Se efectuó una investigación de tipo descriptiva y documental para recopilar contenidos sobre los dispositivos de avance mandibular para el tratamiento de SAOS en adultos.

### *Estrategia de búsqueda*

La revisión literaria se realizó a través de bases de datos digitales como *ResearchGate*, *PubMed*, *Web of Science* y *Scopus*. Los artículos que se recopilaron fueron desde el 2020 hasta el 2024 en dos idiomas: español e inglés. Para la búsqueda se utilizaron las palabras clave que fueron obtenidas en los descriptores como *Medical Subject Headings (MeSH)* y *Descriptor en Ciencias de la Salud (DeCS)* que fueron apnea del sueño, mandíbula, aparatos fijos, aparatos removibles, ronquidos y adultos, conjugadas con los operadores booleanos (AND, OR, NOT), para definir las ecuaciones de búsqueda y obtener resultados más específicos (tabla 1).

**Tabla 1.** Estrategia de búsqueda

Base de datos	Ecuación de búsqueda
Scopus	sleep AND apnea AND syndromes AND orthodontic AND appliances AND adult NOT Children
PubMed	((sleep apnea syndromes) AND (adult)) AND (Mandible) NOT (children)
Web of Science	((ALL= (sleep apnea syndromes)) AND ALL=(adult)) AND ALL=(orthodontic appliances)
ResearchGate	sleep apnea syndromes AND respiratory sounds AND orthodontic appliances AND adult NOT children

Los criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los artículos:

#### *Criterios de inclusión*

- Publicaciones desde el año 2020 al 2024 para obtener una información actualizada.
- Artículos que dentro de su contenido presente el tema Dispositivos de avance Mandibular.
- Investigaciones sobre el tratamiento para el SAOS.
- Artículos Originales, Reporte de casos y Revisiones Sistemáticas en idioma español e inglés.

#### *Criterios de exclusión*

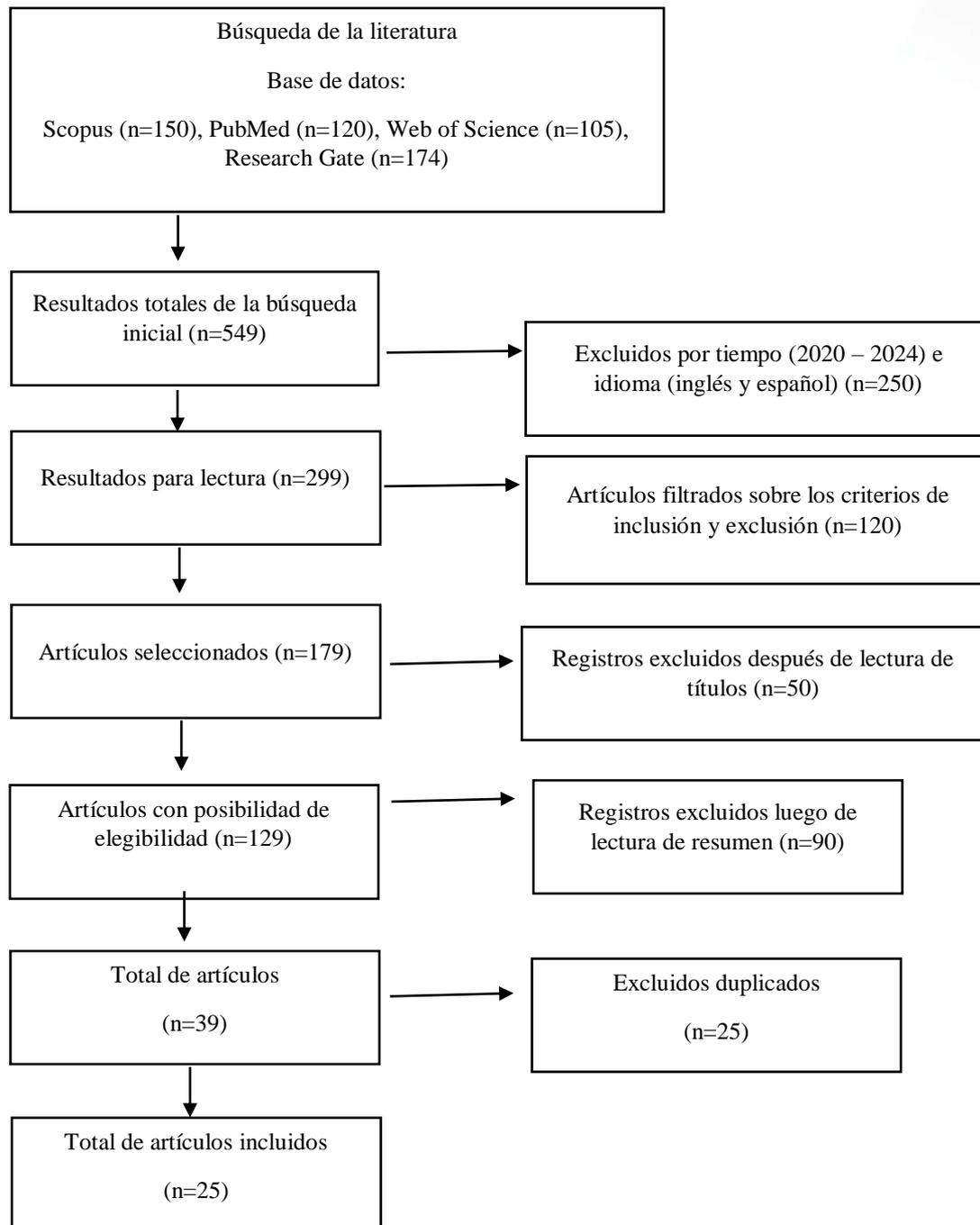
- Publicaciones que excedieron los 5 años de antigüedad.
- Artículos sin relación al tema de investigación
- Textos en los cuales se involucren pacientes pediátricos.
- Tesis, capítulos de libro y cartas al editor.

#### *Aspectos éticos*

Este estudio se consideró libre de riesgos, puesto que es una recopilación y actualización sobre la literatura, no hubo participación de seres humanos por lo que no se necesitó de consentimiento informado.

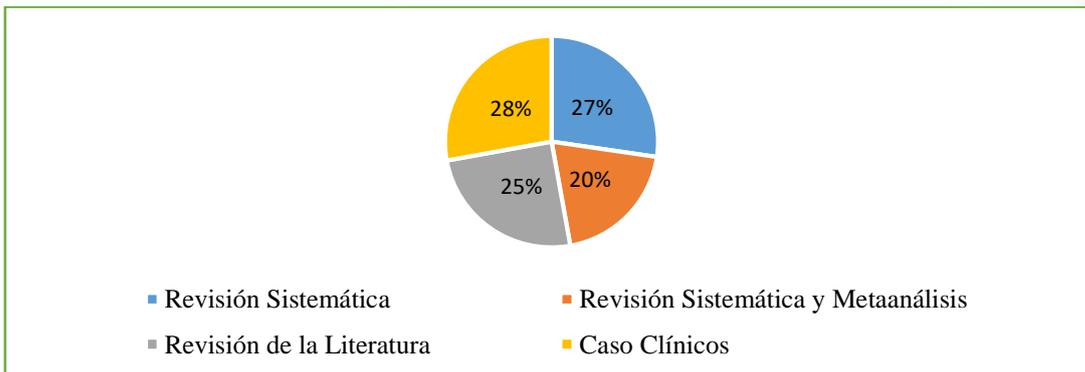
### **3. Resultados**

En la figura 1, se presenta el número de artículos encontrados en diversas bases de datos, incluyendo *Scopus*, *PubMed*, *Web of Science* y *ResearchGate*. Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión y realizar el cribado correspondiente, se seleccionaron 25 artículos que están incluidos en esta revisión que se detalla en la figura 1.



**Figura 1.** Flujograma Selección de artículos

En la figura 2, la información obtenida fue de distintos tipos de estudio, las revisiones sistemáticas fueron el 27%, revisiones sistemáticas y metaanálisis el 20%, revisiones de literatura 25% y casos clínicos el 28%.



**Figura 2.** Tipos de Estudios Recopilados

Los resultados escogidos al final de la búsqueda fueron revisiones sistemáticas, revisiones sistemáticas y metaanálisis, revisiones de literatura y casos clínicos.

Los DAM desarrollados para el tratamiento de los cambios respiratorios del sueño son utilizados en la cavidad bucal para prevenir el colapso entre los tejidos orofaríngeos y la base de la lengua, este dispositivo nos ayuda a generar un avance y estabilización mandibular durante el sueño, promoviendo el desplazamiento por tracción anterior de la mandíbula para lograr aumentar la tensión del músculo geniogloso y de los músculos supra e infrahioides, ampliando el espacio aéreo de la región faríngea (12).

Los DAM están indicados para pacientes con SAOS leve a moderada y ronquidos. Sin embargo, también son una opción terapéutica aceptada para pacientes con SAOS grave que no responden o no toleran las terapias de presión positiva en las vías respiratorias. Existen contraindicaciones o efectos secundarios que se deben considerar como daño periodontal, caries o mala higiene bucal. Este profesional en odontología se debe encargar de los tratamientos dentales necesarios antes de la colocación del DAM; Además, es importante considerar y discutir con el paciente el riesgo de posibles cambios oclusales o la exacerbación de trastornos de la articulación temporomandibular (11, 13, 14).

**Tabla 2.** Tipos de dispositivos de avance mandibular

Autor	Año	Tratamiento o Aparatología	Resultados
Manetta et al. (13)	2022	DAM Prefabricados	Los DAM orales prefabricados son una opción útil para el tratamiento del SAOS de leve a moderada, pero existe un porcentaje de efectividad menor al de los hechos a medida.
Manetta et al. (13)	2022	DAM hecho a medida	Los dispositivos de avance mandibular personalizados son un mecanismo de ayuda para el tratamiento de los ronquidos y SAOS de leve a moderada con un porcentaje mayor al 75% de efectividad.

**Tabla 2.** Tipos de dispositivos de avance mandibular (continuación)

Autor	Año	Tratamiento o Aparatología	Resultados
Okuno et al. (15)	2024	DAM Implantosoportado	El tratamiento fue efectivo en un 71% logrando disminuir (IAH <5/h con DAM),

Como se indica en la tabla número 2, los DAM pueden estar fabricados de distintos materiales y pueden tener diferentes diseños, algunos de ellos con capacidad de avance mandibular progresivo y movimientos laterales. Los DAM pueden ser prefabricados, personalizados e implantosoportados; La personalización de DAM también implica material elección, que debe adaptarse a la estructura bucal y a las necesidades físicas de cada paciente, aunque los DAM generalmente se usan como terapia única, también se pueden combinar con CPAP y otras modalidades terapéuticas para un mejor control de la SAOS (13).

Los DAM prefabricados tienden a ser voluminosos y presentan algunos desafíos relacionados con su capacidad de retención en una posición protrusiva mandibular estable durante el sueño. Por tanto, este tipo de DAM son más propensos a perder eficacia y provocar malestar en el paciente. Sin embargo, un estudio de Manetta et al. (13) (tabla 2). demostró la eficacia de un DAM prefabricado para reducir la SAOS y los síntomas relacionados en pacientes con enfermedad de leve a grave (13).

EL DAM hecho a medida se ha asociado con una mayor comodidad informada por el paciente, un mayor rango de movimiento protrusivo y una mayor efectividad terapéutica. elección, que debe adaptarse a la estructura bucal y a las necesidades físicas de cada paciente. Los DAM son aceptados por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) para el uso en el tratamiento del SAOS en adultos. El diseño del aparato es bimaxilar conectado en la región posterior de los arcos dentales y una cobertura total de todas las superficies de los dientes para aumentar el anclaje (12, 13).

El DAM implantosoportado se presenta como un tratamiento innovador para pacientes sin dientes. El protocolo de tratamiento implica la colocación de cuatro implantes dentales en la mandíbula y la creación de una nueva dentadura tanto para la mandíbula como para el maxilar. El DAM se fabrica y se sostiene mediante la fuerza de succión, utilizando una estructura de barra con sujeción por clips que se incorpora a una réplica de la sobredentadura postiza superior e inferior (15).

Los efectos secundarios a largo plazo que ocurren posterior a los 6 meses pueden incluir cambios oclusales, reducción de la sobremordida y del overjet, la inclinación lingual de los incisivos superiores, la inclinación vestibular de los incisivos inferiores, la mesialización de los molares inferiores y la distalización de los molares superiores, alteraciones en el apiñamiento de las arcadas dentarias, aparición de mordida abierta

posterior y disminución de los contactos oclusales. Estos cambios dentales se desarrollan debido a las fuerzas que el DAM ejerce sobre las arcadas dentales superior e inferior para mantener la protrusión, y las fuerzas de resistencia de la mandíbula para mantenerse en su posición inicial (13,16).

Los estudios que se realizaron en los últimos años demuestran que los tratamientos de avance para el SAOS tienen un efecto positivo en las dimensiones de las vías aéreas y la función respiratoria. Los DAM nos permiten sujetar la mandíbula inferior en una posición avanzada y descendente para lograr expandir el espacio de las vías aéreas superiores y reducir significativamente el IAH (17,18).

#### 4. Discusión

El SAOS ha evolucionado con ayuda de los distintos dispositivos que permiten disminuir el índice de apnea – hipopnea (IAH) y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Según Ghosh et al. (19) nos indican que el SAOS se presenta en mayor prevalencia en los hombres de edad avanzada que presentan obesidad y anomalías craneofaciales que son factores de riesgo considerables para el desarrollo y progresión del SAOS. Mientras que en mujeres existe un bajo porcentaje para este trastorno (19). De la misma manera, para Selene et al. en su estudio determinó que la prevalencia del SAOS ha incrementado en un 23 a 26% mujeres y 40.6 a 49.7% en hombres, al igual existe una mayor prevalencia en hombres que aumenta con la obesidad (19).

Por su parte Según Cossio & Letelier (20), determinaron que los aparatos bucales tienen éxito para el SAOS leve a moderada en 40 a 50% de los pacientes y logra disminuir el IAH, el tratamiento debe iniciarse después de una evaluación médica basada en parámetros clínicos, físicos y polisomnográficos. Según Manohar et al. (21) y Osorio & Blake (22), señalan que los efectos secundarios son comunes, siempre que los aparatos sean fabricados por Odontólogos calificados, entre el 50% y el 70% de los pacientes siguen utilizándolos durante varios años. Su eficacia es inferior a la del CPAP (21, 22). A su vez para Manetta et al. nos indican que existe evidencia sólida de que los Dispositivos ajustables y personalizados son altamente efectivos para el tratamiento del SAOS leve a moderada (13). Trindade et al. (23), por su parte nos indica que los DAM son seguros en el tratamiento del SAOS y logra una reducción promedio del 79,5% en el IAH en los 83 individuos de la muestra.

Sin embargo, para Okuno et al. (15), en su artículo nos indica que el DAM no presentó ningún tipo de efecto secundario y fue beneficioso en disminuir el IAH. En cuanto al dispositivo implantosoportado nos indica que los pacientes requirieron implantes en el maxilar por que la presión sobre la cresta alveolar era dolorosa y en otros pacientes los implantes fallaron. Se necesita más información para establecer si los implantes toleran las fuerzas laterales aplicadas por DAM en lugar de las fuerzas de oclusión (15).

Pramudita et al. (24), en su estudio el paciente con SAOS que está siendo tratado con aparatos orales hechos a medida para mover su mandíbula ligeramente hacia adelante y hacia abajo muestra una mejora en su ciclo de sueño durante la noche mientras usa aparato bucal durante el día sintió menos fatiga y somnolencia debido a que dormía mejor.

Dieltjens & Vanderveken (25), manifiestan que el tratamiento de pacientes mayores con DAM no es tan efectivo y se vuelve complicado debido a posibles cambios en la salud bucal. Dado que el uso de CPAP es una opción más cómoda, logra un buen pronóstico y el bienestar en la vida del paciente.

## 5. Conclusión

- Los estudios revisados en la presente investigación demuestran que los DAM son una alternativa efectiva para el tratamiento del SAOS de leve a moderado. La efectividad de estos dispositivos aumenta cuando se cuenta con un diagnóstico clínico exhaustivo, realizado por un equipo multidisciplinario de especialistas, junto con exámenes complementarios adecuados, que se evidencia por la mejora significativa en los resultados polisomnográficos y la reducción del IAH. Además, para el SAOS grave existe una alternativa que es más efectiva como es el CPAP. En ambos casos los pacientes tratados con DAM o CPAP han experimentado notables mejoras al reducir los síntomas diurnos y nocturnos, lo que ha resultado en una mejor calidad de vida, aun así, es crucial informar a los pacientes sobre los posibles efectos secundarios, la variabilidad en la eficacia del tratamiento y la necesidad de un seguimiento cuidadoso.

## 6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

## 7. Declaración de contribución de los autores

Autor 1 (Crosby Valarezo): Contribuyó con una revisión exhaustiva de la literatura, recopilando los estudios más relevantes en el campo de esta investigación, así como en la organización y estructura del documento.

Autor 2 (Isabel Cabrera): Aportó ideas clave, redactó y revisó el manuscrito final de esta revisión bibliográfica.

En conjunto, Crosby Valarezo e Isabel Cabrera desempeñaron roles esenciales para el desarrollo y mejora de este artículo científico, lo que ha sido crucial para ampliar el conocimiento del tema y ofrecer nuevos puntos de vista en este ámbito.

## 8. Costos de financiamiento

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

## 9. Referencias Bibliográficas

1. Camañes G, Bellot S, Marco C, Montiel R, García JM, Panadero A, Paredes R, Puertas V. Comparison of the phenotypic characteristics between responders and non-responders to obstructive sleep apnea treatment using mandibular advancement devices in adult patients: Systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews* [Internet]. 2022 [citado 22 de marzo de 2024]; 64: 101644. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35653952/>
2. Kim YJ, Shin HK, Lee DY, Ryu JJ, Kim TH. Decreased maxillary sinus volume is a potential predictor of obstructiv sleep apnea. *Angle Orthodontist* [Internet]. 2020 [citado 18 de marzo de 2024]; 90(4): 556-63. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8028452/#:~:text=Decreased maxillary sinus volume was,as indicated by the AHI.>
3. Brunetto DP, Moschik CE, Dominguez-Mompell R, Jaria E, Sant'Anna EF, Moon W. Mini-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) effects on adult obstructive sleep apnea (OSA) and quality of life: a multi-center prospective controlled trial. *Progress in Orthodontics* [Internet]. 2022 [citado 22 de marzo de 2024]; 23(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35102477/>
4. Banari AS, Datana S, Agarwal SS, Chopra SS, Roy ID. Comparison of upper airway post oral appliance therapy in patients with obstructive sleep apnea using 3 different modalities (lateral cephalogram, acoustic pharyngometry and CBCT)- A prospective clinical study. *Journal of Contemporary Orthodontics* [Internet]. 2023 [citado 23 de marzo de 2024]; 7(3): 219-26. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31205607/>
5. Saldías P. F, Cahmi B. D, Guzmán Z. A, Leiva R. I. Características clínicas del síndrome de apneas obstructivas del sueño en el adulto mayor. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias* [Internet]. 2023 [citado 20 de abril de 2024]; 39(4): 279-289. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-73482023000400279&lng=n&nrm=iso&tlng=n](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482023000400279&lng=n&nrm=iso&tlng=n)
6. Marmolejo Torres ME, Torres-Fraga MG, Rodríguez-Reyes YG, Guerrero-Zúñiga S, Vargas-Ramírez LK, Carrillo-Alduenda JL. ¿Cómo calificar una poligrafía respiratoria? Reglas de la Academia Americana de Medicina del

- Sueño. *Neumología y Cirugía de Torax* [Internet]. 2020 [citado 12 de mayo de 2024]; 79(2): 110-115. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0028-37462020000200110](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462020000200110)
7. Fichera G, Ronsivalle V, Zappalà G, Campagna P, Quinzi V, Lo Giudice A. Mandibular Advancement Devices (MAD) as a Treatment Alternative for Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS). *The Open Dentistry Journal* [Internet]. 2021 [citado 25 de marzo de 2024]; 15(1): 120-126. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33170490/>
  8. De Lourdes Rabelo Guimarães M, Hermont AP, Guimarães TM, Dal-Fabbro C, Bittencourt L, Junior CMC. Severe obstructive sleep apnea treatment with mandibular advancement device: a case report. *Sleep Science* [Internet]. 2020 [citado 26 de marzo de 2024]; 11(2): 118-22. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6056071/>
  9. Menéndez García M, Olivera Ducasse P, Gálvez Hernández Y, Jauregui Abull J, Galvez Ruiz OI, Bravo LA, Cuspineda E. Orthognathic surgery in the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Revista Cubana de Estomatología* [Internet]. 2020 [citado 20 de mayo de 2024]; 57(1): 1644. Disponible en: <http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/1644><http://www.revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/1644>
  10. Tanaka M, Seto Y, Kobayashi S. Changes in pharyngeal airway space and hyoid bone position after Bionator treatment of skeletal Class II malocclusions. *Australasian Orthodontic Journal* [Internet]. 2023 [citado 27 de marzo de 2024]; 39(2): 71-81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21130322/>
  11. Belkhode V, Godbole S, Nimonkar S, Nimonkar P, Pisulkar S. Comparative evaluation of the efficacy of customized maxillary oral appliance with mandibular advancement appliance as a treatment modality for moderate obstructive sleep apnea patients-protocol for a randomized controlled trial. *Trials* [Internet]; 2022 [citado 29 de abril de 2024], 23(1), 159. <https://doi.org/10.1186/s13063-022-06070-w>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35172870/>
  12. Yu M, Hao Z, Xu L, Wen Y, Han F, Gao X. Mandibular advancement device as treatment trial for catathrenia (nocturnal groaning). *Journal of Clinical Sleep Medicine* [Internet]. 2021 [citado 11 de abril de 2024]; 17(9): 1767-1776. Disponible en: <https://doi.org/10.5664/jcsm.9290>
  13. Manetta IP, Ettlin D, Sanz PM, Rocha I, Meira e Cruz M. Mandibular

- advancement devices in obstructive sleep apnea: an updated review. *Sleep Science* [Internet]. 2022 [citado 4 de abril de 2024]; 15(2): 398-405. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35371398/>
14. Ciavarella D, Campobasso A, Conte E, Burlon G, Guida L, Montaruli G, Cassano M, Laurenziello M, Illuzzi G, Tepedino M. Correlation between dental arch form and OSA severity in adult patients: an observational study. *Progress in Orthodontics* [Internet]. 2023 [citado 4 de abril de 2024]; 24(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37246168/>
  15. Okuno K, Wang L, Almeida FR. Focus of dental sleep medicine on obstructive sleep apnea in older adults: A narrative review. *Journal of Prosthodontic Research* [Internet]. 2024 [citado 1 de mayo de 2024]; 68(2): 227-236. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37648523/>
  16. Labarca G, Horta G. Metabolic associations of the obstructive sleep apnea (AOS) and hypoventilation obesity syndrome (HOS). *Revista Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2021 [citado 1 de junio de 2024]; 32(5): 570-576. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864021000869>
  17. Cheung GC, Dalci O, Mustac S, Papageorgiou SN, Hammond S, Ali Darendeliler M, Papadopoulou AK. The upper airway volume effects produced by Hyrax, Hybrid-Hyrax, and Keles keyless expanders: A single-centre randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics* [Internet]. 2021 [citado 5 de abril de 2024]; 43(3): 254-64. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32377675/>
  18. Mirhashemi A, Arab S, Bahrami R. Orthodontics as a therapeutic tool for managing sleep apnea: a systematic review. *Journal of Craniomaxillofacial Research* [Internet]. 2020 [citado 3 de abril de 2024]; 7(2). Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/346456692\\_Orthodontics\\_as\\_a\\_Therapeutic\\_Tool\\_for\\_Managing\\_Sleep\\_Apnea\\_A\\_Systematic\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/346456692_Orthodontics_as_a_Therapeutic_Tool_for_Managing_Sleep_Apnea_A_Systematic_Review)
  19. Ghosh P, Janakiram C, Kovilakam SVN, Velath AV, Kadekuzhi S. Oral appliance therapy for the management of obstructive sleep apnea in adults: an umbrella review protocol. *JBIC Evidence Synthesis* [Internet]. 2023 [citado 4 de mayo de 2024]; 21(8): 1624-1631. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/369495236\\_Oral\\_appliance\\_therapy\\_for\\_the\\_management\\_of\\_obstructive\\_sleep\\_apnea\\_in\\_adults\\_an\\_umbrella\\_review\\_protocol](https://www.researchgate.net/publication/369495236_Oral_appliance_therapy_for_the_management_of_obstructive_sleep_apnea_in_adults_an_umbrella_review_protocol)
  20. Cossio CS, Letelier MF. Herramientas prácticas para SAOS: de la sospecha al seguimiento. *Revista Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2021 [citado 29 de

- mayo de 2024]; 32(5): 577-83. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-herramientas-practicas-saos-sospecha-al-S0716864021000870#:~:text=La prevalencia de hipertensi3n en,hipertensos es de 40%253>.
21. Manohar J, Ganapathy D, Kumar Pandurangan K, Velayudhan A, Student G. Oral appliances used for obstructive sleep apnea: a review. *Test Engineering and Management* [Internet]. 2020 [citado 20 de mayo de 2024]; 83: 26002-26015. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/346966848>
  22. Osorio N, Blake M. Terapia miofuncional orofacial como alternativa al CPAP para tratamiento en SAOS: una revisi3n sistemática (Alternative therapies CPAP to treat OSAS: a systematic review) *Revista Fonoaudiol3gica* [Internet]. 2023 [citado 30 de mayo de 2024]; 70(1): 38-48. Disponible en: <https://fonoaudiologica.asalfa.org.ar/index.php/revista/article/view/132>
  23. Trindade PAK, Nogueira V dos SN, Weber SAT. Is maxillomandibular advancement an effective treatment for obstructive sleep apnea? Systematic literature review and meta-analysis. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* [Internet]. 2023 [citado 20 de marzo de 2024]; 89(3): 503-510. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37167845/>
  24. Pramudita S, Rikmasari R. Treatment of mild obstructive sleep apnea using twin block oral appliance. *Journal of Dentomaxillofacial Science* [Internet]. 2023 [citado 25 de mayo de 2024]; 8(3): 200-203. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/377438864\\_Treatment\\_of\\_mild\\_obstru3ctive\\_sleep\\_apnea\\_using\\_twin\\_block\\_oral\\_appliance?enrichId=rgreq-4e00bf4c651dbac3b7ad75f3b1673e07-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM3NzQzODg2NDtBUzoxMTQzMtI4MTIxNzk4NDc3N0AxNzA1NDQ0N](https://www.researchgate.net/publication/377438864_Treatment_of_mild_obstru3ctive_sleep_apnea_using_twin_block_oral_appliance?enrichId=rgreq-4e00bf4c651dbac3b7ad75f3b1673e07-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM3NzQzODg2NDtBUzoxMTQzMtI4MTIxNzk4NDc3N0AxNzA1NDQ0N)
  25. Dieltjens M, Vanderveken OM. Oral appliances in obstructive sleep apnea. *Healthcare* [Internet]. 2020 [citado 22 de mayo de 2024]; 7(4): 1-12. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6956298/#:~:text=The recommended type of oral appliance is the custom-made,CPAP in reducing OSA severity>.

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**.



#### Indexaciones



## Innovación odontológica: impresión 3D de dientes caninos para mejorar la formación endodóntica

*Dental innovation: a 3D printing of canine teeth to improve endodontic training*

- <sup>1</sup> Mateo Leonidas Flores Sacoto  <https://orcid.org/0009-0008-5477-2977>  
Estudiante, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[matefl@hotmail.com](mailto:matefl@hotmail.com)
- <sup>2</sup> Paola Alexandra Duran Neira  <https://orcid.org/0000-0001-7030-2221>  
Docente Odontología, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[pdurann@ucacue.edu.ec](mailto:pdurann@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Magda Zulay Bastidas Calva  <https://orcid.org/0000-0003-1874-3649>  
Docente Odontología, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[zulybastidas@hotmail.com](mailto:zulybastidas@hotmail.com)
- <sup>4</sup> Diana Patricia Álvarez Álvarez  <https://orcid.org/0000-0001-7046-2137>  
Docente Odontología, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[dalvareza@ucacue.edu.ec](mailto:dalvareza@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 18/05/2024

Revisado: 15/06/2024

Aceptado: 29/07/2024

Publicado: 26/08/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3150>

Cítese: Flores Sacoto, M. L., Duran Neira, P. A., Bastidas Calva, M. Z., & Álvarez Álvarez, D. P. (2024). Innovación odontológica: impresión 3D de dientes caninos para mejorar la formación endodóntica. *Anatomía Digital*, 7(3), 120-136. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v7i3.3150>



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-No Comercial - Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

**Palabras****claves:**

Impresión tridimensional, diente canino, endodoncia, modelos dentales, diente artificial.

**Keywords:** 3D printing, canine teeth, endodontics, dental models, artificial teeth.

**Resumen**

**Introducción.** La odontología ha evolucionado con la impresión 3D, permitiendo una planificación quirúrgica precisa y la creación de modelos dentales tridimensionales para prácticas educativas y profesionales. Este estudio explora la fabricación de dientes caninos sintéticos impresos en 3D para prácticas de endodoncia.

**Objetivo.** explorar el uso de la impresión 3D para la fabricación de dientes caninos sintéticos destinados a prácticas de endodoncia.

**Metodología.** Se realizó un estudio experimental para evaluar dientes artificiales impresos en 3D en comparación con dientes reales, utilizando CBCT y tecnología de impresión 3D. Se seleccionó un paciente adulto con dentición completa y saludable. Se reconstruyeron los dientes con software especializado y se imprimieron prototipos en resina fotosensible. Estos prototipos fueron evaluados clínicamente y se realizaron pruebas endodónticas, incluyendo la preparación y obturación del conducto, para comprobar su idoneidad en condiciones simuladas.

**Resultados.** Los prototipos mostraron alta precisión morfológica y resistencia mecánica adecuada, aunque con algunas variaciones en la anatomía del conducto radicular. La conformación de cavidad, conductometría y preparación químico-mecánica fueron efectivas, aunque se observó fragilidad en el tercio apical. La obturación con gutapercha fue exitosa, concluyendo el tratamiento endodóntico de manera eficaz. **Conclusión.** Los dientes caninos impresos en 3D para endodoncia son precisos y personalizables, pero tienen limitaciones en la morfología interna y fragilidad apical. Su uso mejora la experiencia educativa y clínica, requiriendo más investigación para optimizar durabilidad y replicar mejor la anatomía dental natural. **Área de estudio general:** Odontología.

**Área de estudio específica:** Endodoncia. **Tipo de estudio:** Artículos originales

**Abstract**

**Introduction.** Dentistry has evolved with 3D printing, enabling accurate surgical planning and the creation of three-dimensional dental models for educational and professional practices. This study explores the fabrication of 3D-printed synthetic canine teeth for endodontic practices. **Objective.** exploring the use of 3D printing for the fabrication of synthetic canine teeth for endodontic practices. **Methodology.** An experimental study was conducted to evaluate

3D printed artificial teeth compared to real teeth, using Cone beam computed tomography (CBCT) and 3D printing technology. An adult patient with complete and healthy dentition was selected. The teeth were reconstructed with specialized software, and prototypes were printed using photosensitive resin. These prototypes were clinically evaluated; endodontic tests, including canal preparation and obturation, were performed to check their suitability under simulated conditions. **Results.** The prototypes showed high morphological precision and adequate mechanical resistance, although with some variations in the root canal anatomy. Cavity shaping, conductometry, and chemical-mechanical preparation were effective, although fragility was observed in the apical third. Gutta-percha obturation was successful, concluding the endodontic treatment effectively. **Conclusion.** 3D-printed canine teeth for endodontics are accurate and customizable, but they have limitations in internal morphology and apical fragility. Their use enhances the educational and clinical experience, requiring further research to optimize results.

## 1. Introducción

La odontología, como disciplina médica, ha experimentado una notable evolución en las últimas décadas, impulsada en gran medida por los avances tecnológicos (1). Uno de los desarrollos más prometedores en este campo es la tecnología de impresión 3D, que ha revolucionado numerosos aspectos de la práctica odontológica, desde la planificación quirúrgica hasta la fabricación de prótesis dentales personalizadas (2).

En particular, la endodoncia, rama de la odontología dedicada al tratamiento de los tejidos internos del diente, ha encontrado en la impresión 3D una herramienta invaluable para mejorar la calidad y precisión de sus procedimientos (3, 4). La capacidad de replicar con precisión la anatomía dental mediante modelos tridimensionales facilita significativamente la práctica de la endodoncia, así permite a los profesionales desarrollar y perfeccionar sus habilidades en un entorno controlado y realista (5, 6).

Clínicamente la terapia endodóntica trata efectivamente diversas patologías como pulpitis, necrosis y periodontitis periapical, esta terapéutica incluye procesos como la preparación químico-mecánica, la conformación, esterilización y obturación del conducto radicular (7). Durante los procesos del tratamiento es crucial determinar la longitud del

canal radicular, su morfología y dirección para evitar la creación de falsas vías, perforación, subobturación o sobreobturación del canal las cuales son la causa de fracaso en un tratamiento, mostrando que el porcentaje de fracaso de la endodoncias incurre en un 24% (8).

Los dientes caninos tienen raíces más largas y con curvas más pronunciadas en comparación con otros dientes, lo que puede dificultar el acceso adecuado a los conductos radiculares durante la endodoncia. Esta anatomía irregular aumenta la probabilidad de que los instrumentos endodónticos no puedan alcanzar todos los rincones y recovecos de los conductos radiculares, lo que puede resultar en una limpieza incompleta o una obturación inadecuada. La variabilidad anatómica también es un factor para considerar al tratar los dientes caninos en la endodoncia, la presencia de conductos radiculares adicionales, como conductos laterales o accesorios, es común en estos dientes, lo que puede pasar desapercibido durante el tratamiento y conducir a una persistencia de la infección o una recurrencia de los síntomas (9).

Además, la posición estratégica de los dientes caninos en la boca, especialmente en el maxilar superior, puede dificultar el acceso cameral y radicular durante el tratamiento endodóntico. Esto puede requerir el uso de técnicas avanzadas de imagen, como la radiografía digital o la tomografía computarizada, para una mejor visualización y planificación del tratamiento (10).

La formación endodóntica mediante modelos de dientes 3D ha revolucionado la manera en que los estudiantes y profesionales de la odontología adquieren habilidades prácticas. Estos modelos tridimensionales ofrecen una representación precisa de la anatomía dental, permitiendo a los estudiantes practicar procedimientos endodónticos de manera realista y sin riesgos para los pacientes. Al interactuar con estos modelos, los futuros endodoncistas pueden desarrollar destrezas en la identificación de conductos radiculares, el uso de instrumentos endodónticos y la aplicación de técnicas de obturación, lo que contribuye a una formación más completa y efectiva. Además, la disponibilidad de modelos 3D facilita la enseñanza práctica preclínica y el acceso a la educación continua para profesionales establecidos, promoviendo así el avance en la práctica clínica y la mejora de los resultados del tratamiento endodóntico (2).

En este contexto, el presente trabajo se enfocó en explorar el uso de la impresión 3D para la fabricación de dientes caninos sintéticos destinados a prácticas de endodoncia, así como estos modelos dentales, basados en imágenes radiográficas y escaneos tomográficos de alta precisión, proporcionan una representación fiel de la morfología dental, incluidas las complejas estructuras internas como los conductos radiculares y la pulpa dental.

## 2. Metodología

### *Selección y protocolo en paciente*

Se llevó a cabo un estudio experimental descriptivo transversal para evaluar la compatibilidad entre dientes artificiales impresos en 3D y los dientes de un paciente real, mediante el uso de tomografías computarizadas y la tecnología de impresión 3D

Se seleccionó un único paciente que cumplía con los siguientes criterios: ser adulto con dentición permanente completa, gozar de óptima salud periodontal y sistémica. Se excluyeron pacientes con caries, enfermedad periodontal, dentición incompleta o alterada, tratamiento de conducto, así como aquellos con patologías de tejidos blandos y duros.

Una vez seleccionado el paciente que cumplía con los criterios mencionados, se le solicitó firmar un consentimiento informado para el manejo de sus datos y exámenes clínicos, así como su utilización en la parte experimental.

El permiso para el estudio fue otorgado por el comité de ética de investigación en seres humanos de la Universidad Católica de Cuenca CEISH-UCACUE-2023-177.

### *Creación de los prototipos 3d*

Los datos de imagen 3D obtenidos de las exploraciones CBCT fueron exportados al software 3DSlicer (5.22) para separar el tejido dental del hueso alveolar correspondiente y orientar la reconstrucción de la pieza dental. Posteriormente, el archivo se exportó a Meshmixer (3p5) para alinear y ajustar la morfología interna del diente, tomando como referencia la literatura sobre la anatomía dental, con el objetivo de lograr una precisión milimétrica.

Seguidamente, los datos 3D de los dientes modificados fueron exportados para su posterior impresión 3D. Utilizando resina fotosensible (Water-wash resin+ Anycubic clear y Water-wash resin+ Anycubic white) de ultra precisión y una impresora 3D (Anycubic Photon M3), se produjeron los dientes artificiales impresos in vitro en 3D con una precisión y con una resolución XY de hasta 51 micrones (0.051 mm) y una resolución Z de hasta 10 micrones (0.01 mm).

El proceso fue replicado y con ligeras modificaciones en varias versiones para así lograr perfeccionar el prototipo y que cumpla con los parámetros de precisión morfológica a vista clínica y resistencia químico-mecánica en el proceso endodóntico.

### *Iteración y evolución del prototipo*

Para evaluar el resultado clínico y el desempeño mecánico que permitió llegar al prototipo final objeto del estudio, se ha implementado una metodología que utiliza una tabla de evaluación con una escala categórica de malo, regular y bueno. Esta tabla clasifica dos aspectos clave: el resultado clínico, que compara la morfología y el aspecto del diente 3D con las características descritas en la literatura, y el desempeño mecánico, que analiza la resistencia, durabilidad y efectividad del diente impreso en la práctica endodóntica.

El procedimiento incluye la recopilación de datos en diferentes fases, que luego se registran en la tabla con sus respectivas características. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis de los resultados para identificar áreas de mejora y éxito, y determinar si el prototipo cumple con los requisitos funcionales esperados (tabla 1).

### *Análisis del prototipo*

En consonancia con el objetivo principal del estudio, se llevó a cabo un análisis práctico de naturaleza clínica en el ámbito endodóntico para evaluar la calidad y utilidad de los prototipos. Las pruebas consistieron en análisis visual, clínico y mecánico endodóntico.

### *Examen clínico-visual*

Se procedió a examinar el diente impreso en 3D para evaluar su forma general, tamaño y detalles anatómicos. Durante esta evaluación, se observaron posibles imperfecciones superficiales, como burbujas de aire o áreas mal definidas.

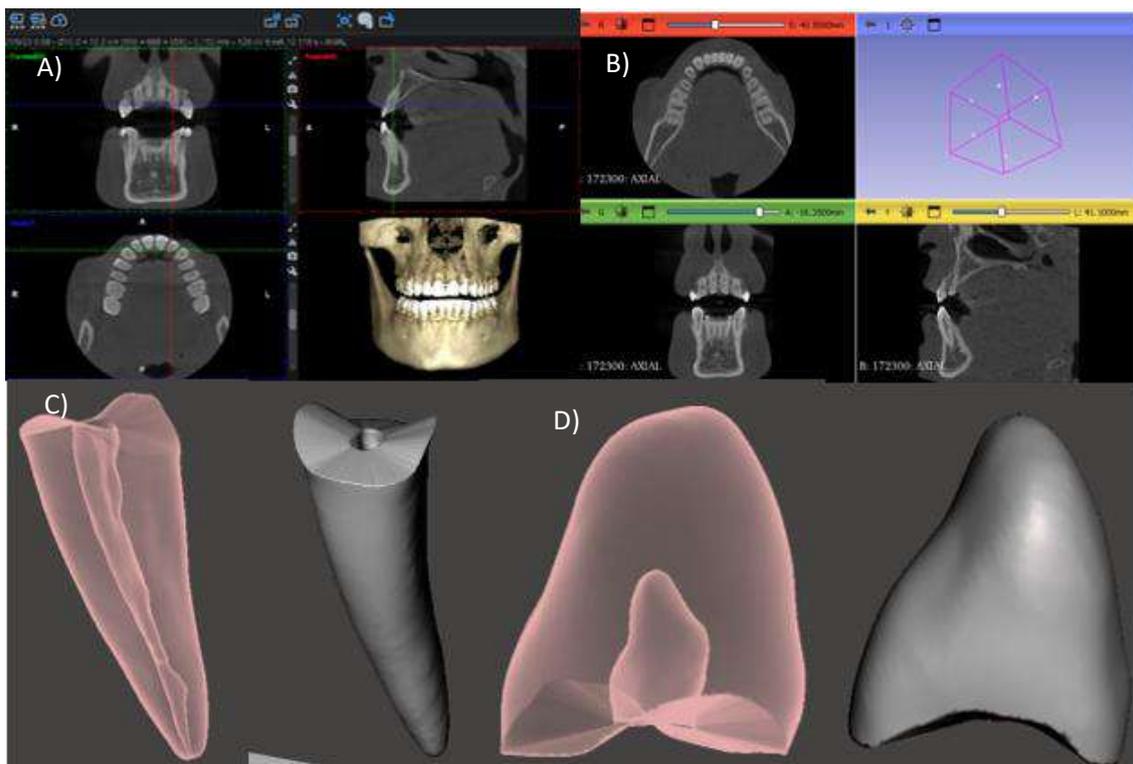
Se llevó a cabo una evaluación de la forma y longitud de la raíz del diente impreso en 3D para garantizar que coincidiera con las características anatómicas esperadas. Este examen se centró en verificar la ausencia de deformidades que pudieran afectar la anatomía natural del diente, para esto se utilizó un calibrador y tomando como referencia datos demarcados en la literatura.

Para evaluar los caninos superiores e inferiores permanentes, se consideraron varios parámetros esenciales que aseguran su precisión. Estos incluyen la longitud de la corona (10 mm en los caninos superiores y 11 mm en los inferiores) y la longitud de la raíz (aproximadamente 17 mm en ambos). Se analizó la morfología radicular, que debe ser robusta, con una sola raíz en la mayoría de los casos y un canal radicular recto o ligeramente curvado. La anchura mesiodistal de la corona también fue medida, con un promedio de 7.5 mm en los caninos superiores y 7 mm en los inferiores. En términos de parámetros internos, se verificó la estructura interna del diente, incluyendo la densidad y la integridad de la dentina, así como la permeabilidad del canal radicular (11).

### Examen mecánico endodóntico

Se utilizó la técnica *stepback* (12), para realizar el tratamientos sobre el prototipo impreso. Durante el procedimiento, se llevó a cabo el acceso cameral utilizando una fresa redonda de cuello largo con codificación azul y grano grueso. Se verificó la sensación de "caída al vacío" al romper el techo cameral, y se evaluó la correcta conformación de la cavidad. La permeabilidad del conducto se comprobó mediante el uso de limas manuales tipo K de preserie, y se evaluó la resistencia en el límite apical utilizando limas manuales tipo K de primera y segunda serie (Dentsply) incluyendo calibres 15 al 80. Mediante la preparación químico-mecánica, se analizaron posibles irregularidades, grietas o adelgazamiento de las paredes que pudieran comprometer la resistencia estructural o la hermeticidad frente a irrigantes EDTA, Hipoclorito de sodio al 2.5% y suero fisiológico. Finalmente, se analizó la compatibilidad y resistencia con materiales de obturación como cemento a base de hidróxido de calcio (sealapex), gutapercha primera y segunda serie (Dentsply), estos fueron manipulados mediante el uso de condensadores laterales y verticales (Dentsply). Todo este proceso fue acompañado en cada paso del protocolo por análisis radiográficos periapicales.

Este análisis clínico proporcionó información crucial sobre la idoneidad de los prototipos en el contexto endodóntico, permitiendo una evaluación exhaustiva de su calidad y funcionalidad en situaciones clínicas simuladas



**Figura 1:** A) archivo CBCT paciente seleccionado, B) exportación DICOM en software 3dslicer, C) modelado raíz y conducto pieza dental meshmixer, D) modelado coronal pieza dental meshmixer

### 3. Resultados

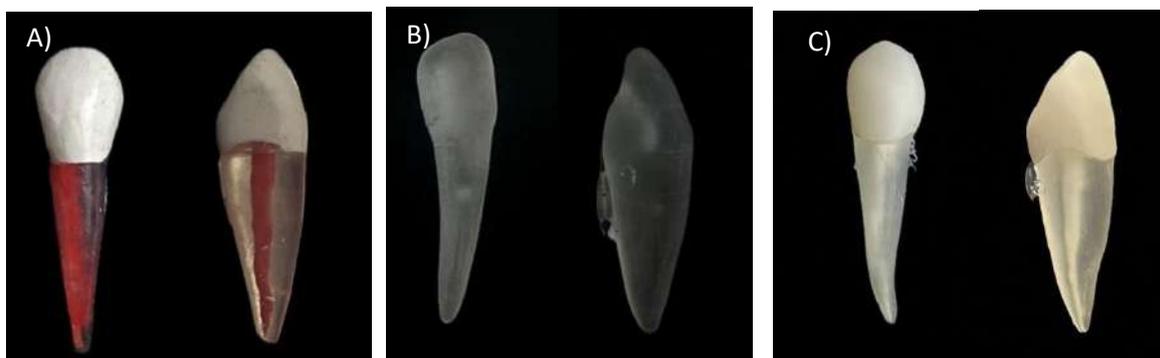
El proceso de desarrollo se llevo a cabo mediante diversas fases para perfeccionar su diseño y funcionalidad. Basandose en el principio de prueba y error se fueron ajustando y modificando hasta la obtención del modelo deseado.

*Iteración del prototipo:* versiones desarrolladas antes del modelo definitivo

Durante el desarrollo del prototipo dental, se realizaron múltiples versiones, cada una de las cuales se sometió a fases de mejora antes de alcanzar la versión definitiva. Estas versiones fueron evaluadas y ajustadas para mejorar aspectos específicos como la resistencia, la compatibilidad con tratamientos endodónticos y la precisión en la conformación de los accesos. Los cambios y mejoras implementados en cada iteración permitieron optimizar el diseño, asegurando que el prototipo final cumpliera con los requisitos clínicos y mecánicos necesarios para un tratamiento efectivo (tabla 1).

**Tabla 1.** Iteración prototipado dental en fases de desarrollo

Fases	Características			Resultado Clínico	Desempeño Mecánico
	Corona	Conducto	Raíz		
Inicial (figura 2)	Translúcida con recubrimiento de pintura	Visible con relleno acrílico rojo	Translúcida morfología amplia	Malo	Malo
Intermedia (figura 2)	Translúcida	Visible hueco	Translúcida	Bueno	Regular
Final (figura 2)	Blanca con acceso definido	Visible hueco	Translúcida morfología correcta	Bueno	Bueno



**Figura 2:** A) Fase inicial prototipo dental, B) Fase intermedia prototipado dental, C) Fase final prototipo dental

En el desarrollo y evaluación de los prototipos dentales impresos en 3D, se analizaron su precisión morfológica y su resistencia mecánica durante los procedimientos endodónticos. Los resultados demostraron que los dientes artificiales presentaron un alto grado de similitud con los dientes reales, así como una resistencia adecuada durante los tratamientos clínicos, asegurando su viabilidad y efectividad en aplicaciones odontológicas.

#### *Precisión morfológica clínica en vista clínica*

La forma de los dientes artificiales impresos en 3D, reconstruidos mediante la combinación de CBCT y tecnología de impresión LCD UV, fue consistente con la de los dientes del paciente en la cavidad oral. Los resultados indicaron que los dientes artificiales impresos en 3D presentaban un alto grado de ajuste con los dientes analizados del paciente y mostraban una gran similitud. Además, las exploraciones clínicas y radiográficas revelaron que las secciones transversales en secciones cervical, media y apical de los conductos radiculares de los dientes artificiales impresos en 3D eran similares a las de los dientes del paciente en las posiciones correspondientes, con una ligera discrepancia en la anatomía del conducto radicular.

#### *Resistencia mecánica en protocolo endodóntico*

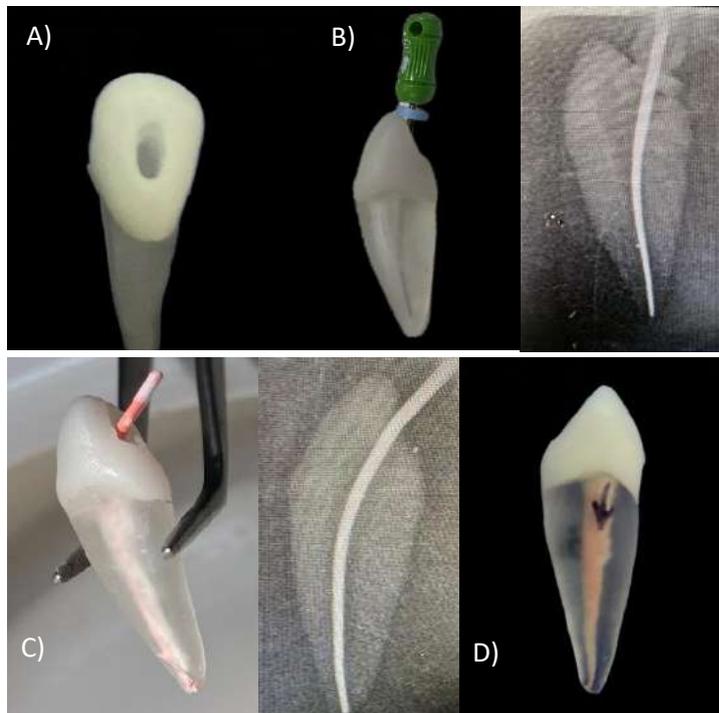
El acceso cameral y la conformación de la cavidad del prototipo dental se llevaron a cabo con el uso de fresas diamantadas de grano grueso con codificación azul y fresas Endo-Z. El diente reaccionó de manera óptima, mostrando una resistencia adecuada sin deformación ni fractura, similar a una pieza dental humana, lo que permitió una conformación de la cavidad de alta calidad.

Posteriormente, se realizó la conductometría, revelando una permeabilidad comparable a la de una pieza dental real. El prototipo mostró variabilidad en radiolucidez y radiopacidad en diferentes puntos de densidad, permitiendo la visibilidad del instrumental en su interior y facilitando así el progreso del tratamiento clínico (figura 3).

El siguiente paso fue la preparación químico-mecánica. El prototipo demostró una notable resistencia a irrigantes endodónticos como el hipoclorito de sodio, EDTA y suero fisiológico, sin evidencia de desprendimiento o corrosión. Este procedimiento, realizado con limas endodónticas, indicó una gran compatibilidad y proporcionó sensaciones clínicas idénticas a las obtenidas en tratamientos reales, aun así, se identificó fragilidad en tercio apical lo cual disminuía ligeramente la calidad y las sensaciones en el tratamiento (figura 3).

Finalmente, la obturación se llevó a cabo con conos de gutapercha, los cuales lograron una excelente compatibilidad y adaptación en el interior del prototipo. Estos se

visualizaron claramente mediante el uso de radiografías periapicales, lo que facilitó la finalización exitosa del tratamiento endodóntico (figura 3).



**Figura 3:** A) apertura cameral, B) conductometría, C) conometría, D) obturación final

#### 4. Discusión

La impresión 3D ha emergido como una herramienta indispensable en la odontología moderna, especialmente en el campo de la endodoncia, debido a su capacidad para crear modelos dentales personalizados con una precisión y detalle excepcionales (13). Esta tecnología ha revolucionado la manera en que se planifican y realizan los tratamientos, facilitando la producción de réplicas anatómicamente idénticas y guías endodónticas adaptadas a las necesidades específicas de cada paciente (14).

La fabricación de biomodelos o réplicas anatómicas ultra-realistas a partir de imágenes médicas como tomografías computarizadas (TAC) o resonancias magnéticas (RM) utilizando impresión 3D avanzada, permite al personal médico evaluar de forma rigurosa la anatomía del paciente con un alto nivel de detalle. Esto resulta especialmente útil para analizar la morfología radicular, la presencia de conductos accesorios, curvaturas y otras características que pueden complicar el tratamiento endodóntico (15). Al disponer de un modelo físico preciso, el profesional puede seleccionar los instrumentos endodónticos adecuados, y anticipar posibles dificultades, permitiéndoles practicar en casos clínicos realistas sin riesgo para los pacientes. También pueden emplearse para explicar a los pacientes su condición y el plan de tratamiento de manera más comprensible (16).

En este estudio se encontró que replicar modelos anatómicos precisos de las estructuras dentales de un paciente permite predecir cómo se desarrollará un tratamiento endodóntico y visualizar qué se debe realizar o evitar para minimizar complicaciones durante el procedimiento clínico. Autores como Shah & Chong (17), destacan que los modelos impresos en 3D pueden utilizarse en endodoncia como una ayuda didáctica para que los estudiantes comprendan mejor las morfologías del diente, la raíz y el conducto, y para simular la cavidad de acceso y la preparación del conducto radicular. Estos modelos permiten a los estudiantes practicar y perfeccionar sus habilidades en un entorno controlado y repetible, lo que es crucial para su desarrollo profesional. Además, los modelos impresos en 3D pueden utilizarse para evaluar la progresión de las habilidades de los estudiantes de manera estandarizada e imparcial.

Con esta investigación se logró crear una vista previa de cómo mejorar la estética y funcionalidad de modelos de practica para estudiantes mejorando la confianza y visión a futuro de los mismos en episodios clínicos reales se señaló que se prefiere el uso de dientes impresos en 3D en la endodoncia porque estos modelos no solo lucen mejor y son más precisos en comparación con las alternativas tradicionales, sino que también permiten cumplir con todos los pasos necesarios para un tratamiento endodóntico completo. La alta precisión de los modelos impresos en 3D facilita una representación exacta de la anatomía dental, lo que es crucial para simular de manera efectiva la cavidad de acceso y la preparación del conducto radicular. Esto asegura que los estudiantes y profesionales puedan practicar y perfeccionar sus técnicas en un entorno controlado, lo que se traduce en una mayor eficiencia y efectividad en los tratamientos reales (18).

Sin embargo Kolling et al. (19), mencionan que existen limitaciones en el uso de esta tecnología. Los nuevos modelos innovadores en la enseñanza de la endodoncia deben revisarse y compararse cuidadosamente con los modelos de formación habituales. Hasta la fecha, los dientes extraídos se consideran el estándar de oro en la enseñanza preclínica. La cuestión clave recae hasta qué punto los modelos impresos en 3D pueden estar a la altura de este estándar. La equidad en la obtención del material adecuado, las oportunidades para adquirir competencias, la normalización de los exámenes prácticos y los aspectos higiénicos fundamentales determinan finalmente la elección del método didáctico (20).

En esta investigación se ha identificado que los dientes impresos en 3D presentan características óptimas para el entrenamiento dental de los estudiantes en el área de endodoncia. Estos modelos permiten realizar un tratamiento completo, desde el inicio hasta el final, sin interrupciones ni molestias, proporcionando una experiencia de aprendizaje continua y efectiva. Contrariamente a este estudio, los resultados de trabajo de Al-Sudani & Basudan (21) sugieren que, aunque los dientes artificiales de resina tienen múltiples ventajas, no pueden sustituir a los dientes naturales debido a la falta de ciertas

variaciones y la dureza propia de las piezas dentales reales. No obstante, la tecnología de impresión 3D tiene un gran potencial para expandir sus horizontes en el campo de la enseñanza, creando nuevas metodologías de planificación previa al tratamiento que disminuyen los errores y evitan la omisión de patologías.

Adicionalmente según Reis et al. (22), esta tecnología puede mejorar la gestión de los procedimientos endodónticos al permitir la duplicación y el mantenimiento de registros precisos, educar al paciente y ayudar en la planificación del tratamiento mediante una mejor visualización y determinación de puntos de referencia anatómicos importantes o patologías como la reabsorción radicular interna/externa. También permite la fabricación de guías quirúrgicas o direccionales, lo que mejora significativamente la precisión de los procedimientos.

La cuestión principal sigue siendo cómo influye realmente el enfoque didáctico y la oportunidad de practicar en los cursos preclínicos en el resultado del tratamiento de conductos radiculares en el entorno clínico. A este respecto cabe señalar que Tchorz et al. (23), no pudo detectar diferencias de calidad en función de la formación previa con modelos al realizar tratamientos de conductos radiculares en pacientes por primera vez.

En el estudio de Peters et al. (24), se hace énfasis en que las réplicas dentales fabricadas a partir de escaneados CBCT o microCT de como complemento de los dientes naturales. Las mejoras en los materiales de resina y el hardware de impresión 3D darán lugar a modelos aún más realistas para una mejor adquisición de destrezas, evitando el uso de tejidos biológicos.

A pesar de algunas dudas y limitaciones, los resultados positivos de estudios recientes y las ventajas reconocidas sugieren que los dientes impresos en 3D deberían integrarse en la formación odontológica de manera rutinaria. La tecnología de impresión 3D permite a los educadores reproducir cualquier forma de diente y/o variación del sistema radicular-canal que se encuentra en las clasificaciones endodónticas. Un mayor desarrollo técnico de los dientes impresos en 3D sentará las bases para la formación en equipos médico-odontológicos integrados y mejorará la atención centrada en el paciente en el futuro (25).

## 5. Conclusión

- En conclusión, el prototipo de dientes caninos impresos en 3D para la formación endodóntica ha demostrado ser exitoso en varios aspectos clave, facilitando la creación de un modelo útil en odontología específicamente el área endodóntica. Aunque destaca por su fidelidad y la capacidad de personalización que ofrece la impresión 3D, es esencial reconocer las limitaciones actuales, especialmente en la morfología interna y la fragilidad del modelo, específicamente en el tercio apical, que limitan su efectividad y durabilidad en situaciones clínicas.

- La integración de estas tecnologías en la educación y práctica odontológica proporciona una experiencia de aprendizaje más realista y detallada. No obstante, para alcanzar su máximo potencial, se requiere una mayor investigación y desarrollo enfocado en mejorar la durabilidad de los materiales impresos y en lograr una reproducción más exacta de la complejidad anatómica y biológica de los dientes naturales.
- En consecuencia, continuar explorando y refinando estas tecnologías es fundamental para aumentar su efectividad y aplicabilidad en la formación endodóntica, asegurando así avances significativos en el campo de la odontología moderna.

### Agradecimientos

Agradecimiento: Al departamento de investigación formativa de la Universidad Católica de Cuenca por su apoyo ya que el trabajo pertenece a un proyecto de investigación formativa denominado: Prototipos dentales: Impresión en 3D de dientes artificiales para prácticas de endodoncia, en la carrera de odontología de la Universidad Católica de Cuenca, febrero 2024- diciembre 2024. (PIFCV22-78)

Apoyo financiero: Universidad Católica de Cuenca

Declaración de disponibilidad de datos: Datos disponibles previa solicitud a los autores.

### 6. Conflicto de intereses

No existe conflicto de interés por parte de los autores respecto al artículo realizado para la investigación

### 7. Declaración de contribución de los autores

Todos los autores participaron de forma equitativa en el artículo en todos los instantes de su elaboración

### 8. Costos de financiamiento

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

### 9. Referencias Bibliográficas

1. Dobroś K, Hajto-Bryk J, Zarzecka J. The 3D printed teeth models intended for hands-on practice in conservative dentistry. *Folia Medica Cracoviensia* [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 12]; 62(1): 29–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36088591/>
2. Höhne C, Schmitter M. 3D printed teeth for the preclinical education of dental

- students. *Journal of Dental Education* [Internet]. 2019[cited 2024 Jun 12]; 83(9): 1100–1106. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31133619/>
3. Anderson J, Wealleans J, Ray J. Endodontic applications of 3D printing. *International Endodontic Journal* [Internet]. 2018[cited 2024 Jun 12]; 51(9): 1005–18. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29486052/>
  4. Reis T, Barbosa C, Franco M, Baptista C, Alves N, Castelo-Baz P, Martin-Cruces J, Martin-Biedma B. 3D-printed teeth in endodontics: why, how, problems and future—a narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 12]; 19(13). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35805624/>
  5. Reymus M, Fotiadou C, Kessler A, Heck K, Hickel R, Diegritz C. 3D printed replicas for endodontic education. *International Endodontic Journal* [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 12]; 52(1): 123–130. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29900562/>
  6. Liang X, Liao W, Cai H, Jiang S, Chen S. 3D-printed artificial teeth: Accuracy and application in root canal therapy. *Journal of Biomedical Nanotechnology* [Internet]. 2018 [cited 2024 Jun 12]; 14(8): 1477–1485. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29903062/>
  7. Walmsley A, Walsh T, Lumley P, Burke F, Shortall A, Hayes R, Pretty I. *Restorative Dentistry* [Internet]. 2.<sup>a</sup> ed. Edimburgo, Escocia. Churchill Livingstone. 2007 [cited 2024 Jun 12]. p. 89–113. Available from: <https://shop.elsevier.com/books/restorative-dentistry/walmsley/978-0-443-10246-2>
  8. Sanchez J, Garcia C. Categorización del fracaso para el tratamiento endodóntico primario. *Acta Odontológica Colombiana* [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 12]; 9(2): 10–23. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/5823/582361537010/html/>
  9. Oporto V. GH, Fuentes F. RE, Soto P. CC. Variaciones anatómicas radiculares y sistemas de canales. *International Journal of Morphology* [Internet]. 2010 [cited 2024 Jun 12]; 28(3): 945–50. Available from: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022010000300046](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022010000300046)
  10. Morales F. Clasificación de caninos retenidos y su aplicación clínica. *Revista Asociación Dental Mexicana* [Internet]. 2001[cited 2024 Jun 12]; 1(1): 21–30. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi->

bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=5520

11. Garza M. Anatomía dental Segunda edición [Internet]. 2.<sup>a</sup> ed. Bogota, Colombia. El Manual Moderno; 2015 [cited 2024 Jun 12]. 41 p. Available from: <https://es.studenta.com/content/114116794/anatomia-dental-riojas-garza-2-da-edicion-pdf>
12. El-Kishawi M, Khalaf K. An update on root canal preparation techniques and how to avoid procedural errors in endodontics. The Open Dentistry Journal [Internet]. 2021 [cited 2024 Jun 22]; 15(1): 318–324. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/353286621\\_An\\_Update\\_on\\_Root\\_Canal\\_Preparation\\_Techniques\\_and\\_How\\_to\\_Avoid\\_Procedural\\_Errors\\_in\\_Endodontics](https://www.researchgate.net/publication/353286621_An_Update_on_Root_Canal_Preparation_Techniques_and_How_to_Avoid_Procedural_Errors_in_Endodontics)
13. Meglioli M, Mergoni G, Artioli F, Ghezzi B, Manfredi M, Macaluso GM, Lumetti S. A novel self-assessment method for training access cavity on 3d printed endodontic models. Dentistry Journal [Internet]. 2023 [cited 2024 Jun 22]; 11(6). Available from: <https://doi.org/10.3390/dj11060152>
14. Kucher M, Dannemann M, Modler N, Böhm R, Hannig C, Kühne MT. Determination of a representative and 3d-printable root canal geometry for endodontic investigations and pre-clinical endodontic training-an ex vivo study. Dentistry Journal [Internet]. 2023 [cited 2024 Jun 23]; 11(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37232784/>
15. Fakhr M, Nagy MM. Three-Dimensional tooth models for better teaching and treatment outcomes. European Journal of Dental Education [Internet]. 2023 [cited 2024 Jun 23]; 27(3): 695–699. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36153811/>
16. Petre AE, Pantea M, Drafta S, Imre M, Țâncu AMC, Liciu EM, Didilescu A, Pituru S. Modular digital and 3D-printed dental models with applicability in dental education. Medicina [Internet]. 2023 [cited 2024 Jun 23]; 59(1). Available from: <https://www.mdpi.com/1648-9144/59/1/116>
17. Shah P, Chong BS. 3D imaging, 3D printing and 3D virtual planning in endodontics. Clinical Oral Investigations [Internet]. 2018 [cited 2024 Jun 23]; 22(2): 641–54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29330656/>
18. Pouhaër M, Picart G, Baya D, Michelutti P, Dautel A, Pérard M, Clerc J. Design of 3D-printed macro-models for undergraduates' preclinical practice of endodontic access cavities. European Journal of Dental Education [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 23]; 26(2): 347–353. Available from:

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34358393/>
19. Kolling M, Backhaus J, Hofmann N, Keß S, Krastl G, Soliman S, & König S. Students' perception of three-dimensionally printed teeth in endodontic training. *European journal of dental education: official journal of the Association for Dental Education in Europe* [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 23]; 26(4): 653–661. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34921718/>.  
<https://doi.org/10.1111/eje.12743>
  20. Jeong M, Radomski K, Lopez D, Liu JT, Lee JD, Lee SJ. Materials and applications of 3d printing technology in dentistry: an overview. *Dentistry Journal* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 23];12(1). Available from: <https://doi.org/10.3390/dj12010001>
  21. Al-Sudani DI, Basudan SO. Students' perceptions of pre-clinical endodontic training with artificial teeth compared to extracted human teeth. *European Journal of Dental Education* [Internet]. 2017 [cited 2024 Jun 23]; 21(4): e72–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27495270/>
  22. Reis T, Barbosa C, Franco M, Silva R, Alves N, Castelo-Baz P, Martin-Cruces J, Martin-Biedma B. Three-Dimensional printed teeth in endodontics: a new protocol for microcomputed tomography studies. *Materials (Basel)* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 23]; 17(8). Available from: <https://doi.org/10.3390/ma17081899>
  23. Tchorz JP, Brandl M, Ganter PA, Karygianni L, Polydorou O, Vach K, Hellwing E, Altenburger M. Preclinical endodontic training with artificial instead of extracted human teeth: does the type of exercise have an influence on clinical endodontic outcomes? *International Endodontic Journal* [Internet]. 2015 [cited 2024 Jun 23]; 48(9): 888–893. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25266846/>
  24. Peters O, Scott R, Arias A, Lim E, Paqué F, Almassi S, Hejlawy S. Evaluation of dental students' skills acquisition in endodontics using a 3d printed tooth model. *European Endodontic Journal* [Internet]. 2021 [cited 2024 Jun 23]; 6(3): 290–294. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34967333/>
  25. Tawasinchanadech N, Thammasitboon S, Buranadham S, Thammasitboon K. Mastery learning in preclinical endodontics using customized 3d-printed tooth models for deliberate practice: an application of educational design research. *Journal of Endodontics* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 23]; 19(24). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38906527/>

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**.



#### Indexaciones

