

REVISTA CIENTÍFICA  
EVALUADA POR PARES

ISSN: 2697-3391

# Anatomía Digital

JULIO - SEPTIEMBRE  
2023

Vol. 6 Num. 3  
SALUD & VIDA



**AD** Anatomía  
Digital

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

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

latindex  
catálogo  
2.0

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. Disfunción endotelial en la salud cardiometabólica**  
(Ronny Richard Mera Flores, Isaac Toapanta Pullutasig, Eva María Chasing Vilela, Carolina Murillo Tapia, Catalina Murillo Tapia)  
**06-23**

---

- 2. La enfermedad periodontal en adolescentes con tratamiento ortodóncico**  
(Maritza Madam O'Farrill, Arianna González Díaz, Mariela Jach Ravelo, Cesar Carrasco Ruano)  
**24-47**

---

- 3. Eficacia de los alineadores dentales versus ortodoncia convencional en movimientos de extrusión. Revisión de literatura**  
(Joseph Álvaro Azuero Ordóñez, María Isabel Cabrera Padrón , Zhura Rolando Vincés Ramírez)  
**48-66**

---

- 4. Efectos de la fotobiomodulación en el tratamiento de ortodoncia. Revisión bibliográfica**  
(Zhura Rolando Vincés Ramírez , María Isabel Cabrera Padrón , Joseph Álvaro Azuero Ordóñez)  
**67-83**

---

- 5. Reporte de caso: carcinoma metaplásico de mama con componente epitelial escamoso puro y mutación de PIK3CA**  
(Karen Vanessa León Crespo, Jorge Sebastián Coronel Montero, Kevin Sebastián León Crespo)  
**84-98**

---

- 6. Staphylococcus aureus en pollos de crianza en un criadero de Jadán – Ecuador diciembre 2022 – febrero 2023**  
(Kevin David Guamán Sandoval, David Emilio Ríos Guerrero, Jonnathan Gerardo Ortiz Tejedor)  
**99-115**

---

- 7. Análisis bacteriológico de leche cruda expendida en Tarqui-Ecuador**  
(Esthefany Michelle Tenecela Valencia, Jonnathan Gerardo Ortiz Tejedor)  
**116-131**

---

## 8. Pruebas de screening prenatal para la detección temprana de cromosomopatías

(Adriana Dennise Salazar Sánchez , Carlos Fernando Yauli Flores)

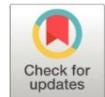
132-152



## Disfunción endotelial en la salud cardiometabólica

### *Endothelial dysfunction in cardiometabolic health*

- <sup>1</sup> Ronny Richard Mera-Flores  <https://orcid.org/0000-0003-3286-376X>  
Médico Cirujano, Posgrado en Nutrición Pediátrica, Maestrante en Nutrición y Dietética, Facultad de Posgrado, Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.  
Maestría en Nutrición y Dietética, Facultad de Posgrado, Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.  
[ronny.mera@udla.edu.ec](mailto:ronny.mera@udla.edu.ec)
- <sup>2</sup> Isaac Toapanta-Pullutasig  <https://orcid.org/0000-0001-5649-9507>  
Médico Cirujano, Investigador independiente.  
[isarichard@hotmail.es](mailto:isarichard@hotmail.es)
- <sup>3</sup> Eva María Chasing-Vilela  <https://orcid.org/0000-0002-9317-037X>  
Médico Cirujano, Investigador independiente.  
[Emachavi1997@outlook.es](mailto:Emachavi1997@outlook.es)
- <sup>4</sup> Carolina Murillo-Tapia  <https://orcid.org/0009-0002-0570-742X>  
Médico General, Investigador independiente  
[dcaromt@hotmail.com](mailto:dcaromt@hotmail.com)
- <sup>5</sup> Catalina Murillo-Tapia  <https://orcid.org/0009-0002-2646-2396>  
Médico General, Investigador independiente  
[dcatymt@hotmail.com](mailto:dcatymt@hotmail.com)



---

#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/04/2023

Revisado: 12/05/2023

Aceptado: 05/06/2023

Publicado: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2590>

Cítese:

Mera Flores, R. R., Toapanta Pullutasig, I., Chasing Vilela, E. M., Murillo Tapia, C., & Murillo Tapia, C. (2023). Disfunción endotelial en la salud cardiometabólica. Anatomía Digital, 6(3), 6-23. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2590>



**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 Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

endotelio vascular;  
obesidad; diabetes mellitus;  
hipertensión;  
dislipidemias

**Keywords:**

vascular  
endothelium;  
obesity; diabetes mellitus;  
hypertension;  
dyslipidemias

**Resumen**

**Introducción:** las enfermedades cardiometabólicas son de las principales causas de muerte de personas en todo el mundo y disfunción endotelial interrumpe la permeabilidad de la barrera endotelial que forma parte de la respuesta inflamatoria en el desarrollo de estas. Como tal, la anulación de la activación e inflamación de las células endoteliales tiene relevancia clínica, promoviendo este grupo de enfermedades degenerativas. **Objetivo:** exponer las generalidades del endotelio y la asociación de su disfunción con algunas de las principales enfermedades cardiometabólicas abordadas en el primer nivel de atención. **Metodología:** revisión narrativa de la literatura que incluyó 52 artículos seleccionados en base a su disponibilidad abierta y ser publicados en inglés y español. **Conclusiones:** el endotelio, como célula activa en el proceso de inflamación – incluida la inflamación silente o de bajo grado – constituye una diana de profundo estudio por parte de los profesionales de la salud que trabajan con pacientes cardio metabólicos, el enfoque dirigido a esta y a sus productos pro y antiinflamatorios, en un futuro no lejano, podría incrementar aún más en el contexto del tratamiento médico y la prevención cardiometabólica.

**Abstract**

**Introduction:** cardiometabolic diseases are one of the main causes of death of people worldwide and endothelial dysfunction interrupts the permeability of the endothelial barrier that is part of the inflammatory response in their development. As such, suppression of endothelial cell activation and inflammation has clinical relevance, promoting this group of degenerative diseases. **Objective:** to expose the generalities of the endothelium and the association of its dysfunction with some of the main cardiometabolic diseases addressed in the first level of care. **Methodology:** narrative review of the literature that included fifty-two articles selected based on their open availability and being published in English and Spanish. **Conclusion:** the endothelium, as an active cell in the inflammation process - including silent or low-grade inflammation - constitutes a target of in-depth study by health professionals who work with cardiometabolic patients, the approach directed at it and its Pro and anti-inflammatory

---

products, in the not-too-distant future, could increase even more in the context of medical treatment and cardiometabolic prevention.

---

## Introducción

Las enfermedades cardiometabólicas son una de las principales causas de muerte de personas en todo el mundo, y se estima que esta situación se mantendrá durante muchos años, representando una carga considerable para los recursos sanitarios, especialmente para el primer nivel de atención.<sup>1</sup>

Estas patologías se ubican dentro del grupo de enfermedades no transmisibles (ENT), definidas por la OMS como un grupo de patologías de larga duración que poseen un nivel de progresión generalmente lento, pudiendo desencadenar otras afecciones con alto índice de mortalidad y discapacidad; dentro de este grupo se incluyen patologías abordadas integralmente en el primer nivel de atención como obesidad, diabetes, hipertensión, entre otras.<sup>1</sup>

La mala alimentación, el tabaquismo, la obesidad y la inactividad física son varios factores de riesgo modificables de las enfermedades cardiometabólicas, que posteriormente conducen a un estado proinflamatorio conducido por las células endoteliales. Estas células cumplen el rol de controlar la homeostasis de la sangre, con propiedades estructurales y funcionales de las paredes vasculares; participando activamente en la interacción entre la sangre, el tejido conectivo adyacente y en el mantenimiento de la salud vascular.<sup>2</sup>

La aparición de disfunción endotelial en las enfermedades cardiometabólicas interrumpe la permeabilidad de la barrera endotelial que forma parte de la respuesta inflamatoria en el desarrollo de estas. Como tal, la anulación de la activación e inflamación de las células endoteliales tiene relevancia clínica.<sup>3</sup>

El presente trabajo tiene por objetivo exponer las generalidades del endotelio y la asociación de su disfunción con algunas de las principales enfermedades cardiometabólicas abordadas en el primer nivel de atención.

## Metodología

Se realizó una revisión narrativa de la literatura. Se efectuó la revisión bibliográfica de documentos recuperados de *Lilacs*, *Redalyc*, *ScienceDirect*. Se seleccionaron un total de 52 artículos y textos, físicos y digitales, en inglés y español, se emplearon los descriptores

endotelio vascular; obesidad; diabetes mellitus; hipertensión; dislipidemias. Los criterios de inclusión fueron la disponibilidad del texto completo y tener una antigüedad no mayor a 5 años, los criterios de exclusión fue la inaccesibilidad al texto completo y tener una antigüedad mayor a 5 años.

## Discusión

### *Generalidades del endotelio*

#### *Fundamentos histológicos del endotelio*

Las arterias y venas se encuentran constituidas por tres capas: túnica íntima, túnica media y túnica adventicia. La pared más interna es túnica íntima y posee tres componentes fundamentales: endotelio, lámina basal y capa subendotelial. Por su parte, los capilares solo se componen de una capa de células endoteliales y su lámina basal<sup>2,4</sup>. El endotelio es un tejido epitelial plano simple que posee en su superficie luminal una amplia variedad de receptores y moléculas de adhesión para lipoproteínas de baja densidad, insulina e histamina.<sup>5</sup>

Las células endoteliales presentan una morfología alargada que desde su porción basal llegan a mantener contactos mioepiteliales con las células musculares lisas de la túnica media en las arterias y venas. Las paredes de los capilares más pequeños presentan una sola célula endotelial alrededor de su superficie, mientras que los capilares más grandes presentan de 2 a 3 células.<sup>4</sup>

Este tejido participa activamente en interacciones homeostáticas con el medio; secreta óxido nítrico (NO), prostaciclina (PGI<sub>2</sub>), trombomodulina, activador tisular del plasminógeno, factor hiperpolarizante derivado del endotelio, glucosaminoglicanos, endotelina 1 (ET-1) y sustancias trombogénicas, mismas que regulan las propiedades morfofuncionales de la vasculatura arterial, venosa, linfática y participan en la patogenia de enfermedades asociadas a disfunción endotelial.<sup>6,7</sup>

#### *Factores vasodilatadores en la función endotelial*

*Óxido nítrico (NO):* es un compuesto importante en el proceso de regulación vascular gracias a su acción vasodilatadora. El NO que se crea en el endotelio difunde al músculo liso donde activa el guanilato ciclasa, convirtiendo la GTPc a GMPc. El GMPc activa la proteína quinasa G produciendo una inhibición de la liberación de Ca<sup>2+</sup>.<sup>8</sup>

*Prostaciclina:* se origina en el endotelio vascular pulmonar y ofrece efectos vasodilatadores que inhibe la agregación plaquetaria y los antiproliferativos.<sup>9</sup>

*Tromboxano A:* se origina en células endoteliales a partir del ácido araquidónico, este compuesto aumenta el Ca<sup>2+</sup> citosólico ocasionando vasoconstricción.<sup>8</sup>

*Endotelina:* es el vasoconstrictor más fuerte, es un péptido de 21 aminoácidos que actúa de distintas maneras, dependiendo del tejido que se encuentre, dónde puede modular el tono vasomotor entre otras funciones.<sup>10</sup>

#### *Aspectos funcionales del endotelio – rol en la salud*

El endotelio se encarga de mantener una barrera permeable para permitir el paso selectivo de pequeñas y grandes moléculas desde y hacia el tejido sanguíneo. Su permeabilidad es exclusivamente para sustancias liposolubles como el oxígeno (O<sub>2</sub>) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); otros tipos de sustancias, como la glucosa, aminoácidos y electrolitos, logran pasar gracias a transportadores a través de endocitosis.<sup>6</sup>

Su función más importante es controlar la contracción y relajación de las células musculares lisas de la túnica media de venas y arterias a través de la secreción de NO. La vasodilatación y la vasoconstricción de la vasculatura sanguínea ejerce su acción en el flujo y presión de la sangre ya que aumenta o disminuye el diámetro luminal de los vasos respectivamente.<sup>4,11</sup>

Tiene un papel importante en la regulación de respuestas inmunitarias gracias a la expresión de moléculas de adhesión y sus receptores, síntesis de factores de crecimiento y en la oxidación de las lipoproteínas gracias a los radicales libres del endotelio<sup>4</sup>. Además tiene la capacidad de formar una superficie antitrombogénica para la libre circulación de la sangre dentro de la vasculatura<sup>12</sup>. El NO que secreta actúa como agente antiinflamatorio en condiciones fisiológicas y representa un importante neurotransmisor del sistema nervioso.<sup>6</sup>

El endotelio secreta citoquinas como la interleucina 1 (IL-1), los factores de crecimiento derivados de las plaquetas (PDGF), factores quimiotácticos (proteína 1 quimiotáctica para monocitos [MCP-1]) y expresa proteínas de superficie que actúan como moléculas de adhesión (CAM) para receptores específicos de leucocitos circulantes.<sup>13</sup>

Actualmente, se ha comprobado que las células endoteliales tienen importantes efectos antiinflamatorios en la vasculatura sanguínea ya que pueden reducir la expresión de diversos mediadores de la inflamación y moléculas de adhesión. En este sentido, se conoce que participa en la curación de lesiones inflamatorias actuando en la reparación tisular como factor de la angiogénesis.<sup>7,14</sup>

#### *Disfunción endotelial – rol en la enfermedad*

La disfunción endotelial (DE) se caracteriza por el desbalance de los factores vasodilatadores y vasoconstrictores que derivan del endotelio; existe predominio de sustancias vasoconstrictoras, lo que ocasiona alteraciones fisiopatológicas progresivas.

Estas anomalías pueden provocar procesos prooxidantes, proliferativos y de adhesión celular.<sup>14</sup>

La adhesión resulta de la interacción específica entre las moléculas de adhesión expresadas por el endotelio y leucocitos. Los niveles de CAM en las lesiones ateroscleróticas son superiores a los de las áreas que no presentan aterosclerosis. Esta sobreexpresión de CAM, junto con la inducción de sustancias quimioatrayentes como MCP-1, facilita la unión y la migración de los monocitos en las áreas de lesión<sup>8</sup>.

### *Endotelio y obesidad*

La obesidad se caracteriza por el incremento en la correlación entre el peso y la altura de una persona, también conocido como índice de masa corporal (IMC); éste se asocia con un riesgo elevado de mortalidad en ausencia de una intervención oportuna, pues es un importante factor de riesgo cardiometabólico.<sup>15</sup>

En personas con obesidad existe acumulación excesiva de macronutrientes en células adiposas, formando adipocitos hipertróficos y ocasionando desequilibrio en las funciones endocrinas y paracrinas los mismos<sup>2,16</sup>. Además existen alteraciones a nivel de la túnica íntima de los vasos sanguíneos provocando disfunción endotelial por consecuencia de la gran cantidad de hormonas, citocinas y adipocinas que sintetizan y liberan los adipocitos que generan un estado proinflamatorio e insulinoresistente.<sup>17</sup>

Otros agentes participantes de la disfunción endotelial en la obesidad incluyen la forma oxidada de lipoproteína de baja densidad (oxLDL) y disminución de la biodisponibilidad de NO como causa de un problema a nivel del péptido endotelina 1, que ocasiona la formación de una placa aterosclerótica asociada a la progresión e inicio de alteraciones metabólicas relacionadas a la obesidad como diabetes, hipertensión, enfermedades cardiovasculares y cáncer.<sup>18,19</sup>

Además, la secreción de angiotensinógeno del sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAAS) por parte de los adipocitos disfuncionales podría conducir a su sobreexpresión en el sistema RAAS, y la subsiguiente producción elevada de síntesis de especies oxidativas reactivas vasculares (ROS) que ha sido asociada con la obesidad.<sup>20</sup>

Los principales mecanismos asociados a la progresión de la disfunción endotelial en la obesidad son numerosos, incluidos niveles elevados de LDL y triglicéridos, aumento de radicales de estrés oxidativo, niveles elevados de mediadores inflamatorios como la interleucina-6 (IL-6), interleucina 1 $\beta$ , el factor necrótico tumoral  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), la leptina y la estimulación de la proteína quimioatrayente de monocitos 1 (MCP-1), lo que conlleva a actividades hemodinámicas desequilibradas, causando un proceso proinflamatorio en el tejido adiposo.<sup>21</sup>

La inflamación se puede detectar mediante el examen de marcadores inflamatorios, siendo el factor de diferenciación del crecimiento-15 (GDF15), pentraxina 3 y receptor-1 de lipoproteína de baja densidad (LOX-1), los principales que se han identificado como marcadores sustitutos de la aterosclerosis asociada con enfermedades cardiovasculares durante la obesidad<sup>22</sup>. La galectina-3 se describió como un biomarcador potencial de remodelación vascular y disfunciones endoteliales atribuidas a la inflamación en la obesidad.<sup>23</sup>

### *Endotelio y diabetes*

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad hiperglucémica crónica atribuida a la secreción o acción defectuosa de la insulina, o ambas. La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es la forma más frecuente de diabetes y representa aproximadamente el 90-95% del total de casos de diabetes en todo el mundo.<sup>24</sup>

El entorno metabólico de la DM2, incluida la resistencia a la insulina, la hiperglucemia y la liberación de ácidos grasos libres en exceso, junto con otras anomalías metabólicas, afecta la pared vascular mediante una serie de eventos que incluyen disfunción endotelial, hiperreactividad plaquetaria, estrés oxidativo e inflamación de bajo grado.<sup>6</sup>

En personas diabéticas existe un proceso que inicia con la aparición de células inflamatorias que migran por el endotelio y son reguladas por las moléculas de adhesión de este. La hiperglucemia desencadena daño vascular al crear un desequilibrio entre la biodisponibilidad de NO y la acumulación de ROS, así como especies reactivas de nitrógeno (RNS), lo que resulta en una disfunción endotelial<sup>25</sup>. Además, activa el factor nuclear- $\kappa$ B (NF- $\kappa$ B) que media la inflamación vascular de bajo grado, conduciendo a una mayor producción de moléculas de adhesión vascular, citocinas y quimioatrayentes que dan como resultado la activación de células inflamatorias en la pared vascular.<sup>26</sup>

Otro fenómeno dentro de la fisiopatología de la DM2 es la resistencia a la insulina. En situaciones fisiológicas la señalización de la insulina implica dos vías principales: la vía dependiente de la fosfatidilinositol-3-quinasa (PI3K), responsable de los efectos metabólicos y hemodinámicos, y la vía dependiente de la proteína quinasa activada por mitógeno (MAPK) para la regulación de la expresión génica, la diferenciación y el crecimiento celular.<sup>27,28</sup>

Esto promueve la producción de NO mediante la activación de NO sintasa endotelial (eNOS) a través de la vía dependiente de PI3K y la secreción de ET-1 a través de la vía dependiente de MAPK. Cuando se presenta la resistencia a la insulina, la vía PI3K se ve afectada, lo que resulta en la disminución de la producción de NO y activación de la vía MAPK, provocando una mayor producción de ET-1.<sup>25</sup>

La sobreexpresión del biomarcador ET-1 exagera la disfunción endotelial inducida por la diabetes al alterar el estrés oxidativo<sup>29</sup>. Además, la interacción de otros biomarcadores como TNF- $\alpha$  e IL-6 también exacerban el estrés oxidativo y reduce la fosforilación de eNOS, lo que contribuye a aumentar la disfunción endotelial en pacientes con DM2.<sup>30</sup>

Se ha comprobado que dietas mediterráneas y dietas que incluyen pocas grasas son beneficiosas para la disminución del daño endotelial en pacientes latinoamericanos con diabetes mellitus, conociendo el contexto en el que se vive. Así mismo, se corroboró la mejoría de otras agravantes como mejores índices en los patrones de inflamación, pérdida de peso, beneficios en la resistencia a la insulina, entre otras anomalías asociadas al daño endotelial<sup>31,32</sup>.

#### *Endotelio e insuficiencia cardíaca*

La insuficiencia cardíaca (IC) se define como el estado fisiopatológico en el cual el corazón no consigue suministrar el aporte sanguíneo necesario para los procesos metabólicos periféricos o para tener un llenado ventricular adecuado<sup>33</sup>. Actualmente esta patología se mantiene en constante aumento, relacionado a que la mayor parte de condiciones cardiovasculares conducen a esta, siendo los pacientes de edad avanzada el grupo más vulnerable.<sup>34</sup>

La vasodilatación dependiente del endotelio se atenúa en pacientes con IC, tanto en pacientes con fracción de eyección reducida como conservada. Esta alteración se puede evidenciar en diferentes lechos vasculares y además se ha mostrado una marcada atenuación en la vasodilatación mediada por endotelio en arterias periféricas en pacientes con IC crónica.<sup>35</sup>

La disfunción endotelial detectada en pacientes con IC está mediada en gran medida por una mayor formación de radicales de superóxido y otras especies oxidantes a nivel vascular<sup>36</sup>. Todas las condiciones que causan estrés oxidativo alteran el equilibrio entre la formación de radicales libres de oxígeno y su inactivación a través de los sistemas antioxidantes endógenos, lo que provoca la inactivación directa del NO, con el consiguiente deterioro de la función endotelial.<sup>37</sup>

En pacientes con IC se ha demostrado aumento de la actividad de la xantina-oxidasa (una enzima formadora de radicales de superóxido) y reducción de la actividad extracelular del superóxido dismutasa (la enzima responsable de la inactivación de los radicales superóxidos), que están estrechamente asociados con la alteración de la dilatación mediada por el endotelio.<sup>38</sup>

En consecuencia, la administración de alopurinol, un inhibidor de la xantina-oxidasa, y vitamina C, un eliminador de radicales libres de oxígeno, ha demostrado mejorar la función endotelial en pacientes con insuficiencia cardíaca.<sup>39, 40</sup>

### *Endotelio e hipertensión arterial*

La hipertensión arterial (HTA) representa un factor de riesgo para el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares <sup>33</sup>. Se ha descrito que su fisiopatología puede estar relacionada con varios factores, entre ellos la genética, la activación del sistema nervioso simpático, el sistema renina-angiotensina (AT)-aldosterona, la disfunción endotelial, la alteración del flujo sanguíneo capilar y los mediadores inflamatorios. <sup>41</sup>

A pesar de que los mecanismos subyacentes a la hipertensión aún no están del todo aclarados, la evidencia muestra que el estrés oxidativo juega un papel central <sup>42</sup>. Este se encarga de la eliminación insuficiente de moléculas altamente reactivas como ROS y especies reactivas de nitrógeno (RNS). Algunos factores de riesgo cardiovasculares, entre ellos la hipertensión, están asociados con un aumento de ROS o un aumento del estrés oxidativo.

El aumento del estrés oxidativo se considera un mecanismo importante implicado en la patogenia de la DE. Esto conduce a una disminución de la biodisponibilidad del óxido nítrico que altera la vasodilatación dependiente del endotelio en pacientes con hipertensión esencial y también puede ser un factor determinante del desarrollo prematuro de aterosclerosis. <sup>43</sup>

Se han demostrado diferentes mecanismos de reducción de la actividad del óxido nítrico tanto en estados hipertensivos como en varias enfermedades cardiovasculares, y además es probable que la DE ocurra antes de la disfunción vascular <sup>42</sup>. Esto sugiere que el uso de estrategias terapéuticas para mejorar la DE puede resultar en una disminución de la morbilidad y mortalidad de pacientes hipertensos. <sup>44</sup>

El factor Von Willebrand se podría usar como un marcador indirecto debido a la exageración de sus niveles frente a la presencia de DE; de la misma manera la microalbuminuria se considera un marcador precoz de riesgo cardiovascular ya que se ha utilizado para evaluar la DE en pacientes con diabetes e HTA. <sup>45</sup>

### *Endotelio y dislipidemias*

La dislipidemia se caracteriza por ser la alteración de las concentraciones de lípidos en sangre; se trata del aumento de las concentraciones séricas de triglicéridos, colesterol, y/o colesterol ligado a proteínas de baja densidad o bien la disminución en las concentraciones séricas de colesterol ligado a proteínas de alta densidad <sup>46</sup>. Existe una conexión bien establecida entre los factores de riesgo cardiovascular, incluida la dislipidemia, la DE y la aterosclerosis en el inicio de la enfermedad cardiovascular.

El aumento de los niveles de LDL de baja densidad oxidada en la dislipidemia tiene potencial citotóxico y propiedades aterogénicas, y también puede atenuar la actividad del

NO. En células endoteliales humanas cultivadas, la exposición a LDL oxidadas disminuyó la expresión del ARN mensajero (ARNm) de eNOS.<sup>47</sup>

En las células endoteliales de la vena umbilical humana, la degradación del ARNm de eNOS también está relacionada con la regulación positiva de la citocina proinflamatoria TNF- $\alpha$  en las lesiones ateroscleróticas. Por lo tanto, las citoquinas proinflamatorias que interfieren con los niveles de ARNm de eNOS pueden reducir la actividad de eNOS y afectar la vasorelajación en la dislipidemia.<sup>48</sup>

El receptor transmembrana LOX 1 también puede mediar directamente en la LDL oxidada que induce la formación de superóxido a través de la activación del factor nuclear kappa B. Esto no solo contribuye a la acumulación de lípidos a través de los macrófagos y las citocinas inflamatorias, sino que los altos niveles de LDL oxidada circulante actúan sobre los receptores que disminuyen la disponibilidad de L-arginina, alterando así la producción de NO y, en última instancia, la función endotelial.<sup>47, 49</sup>

Las estatinas se utilizan en la clínica para reducir el colesterol LDL en sangre. Un beneficio adicional es que se ha comprobado que también revierten la disfunción endotelial en pacientes dislipidémicos, ya que estudios de cultivos celulares confirman que las estatinas estabilizan el ARNm de eNOS para aumentar la producción de NO en las células endoteliales humanas.<sup>50</sup>

Las alteraciones metabólico-lipídicas deben ser buscadas activamente por el profesional de salud y tratadas de forma adecuada para disminuir el riesgo cardiovascular; los resultados de laboratorio deben ser analizados de forma integral y correlacionados con los datos clínicos de cada paciente, a fin de corregir la presencia de un perfil aterogénico esto cobra particular importancia en el primer nivel de salud, donde se pueden identificar e intervenir entidades nosológicas en etapa preclínica.<sup>51, 52</sup>

### Conclusión

- La disfunción endotelial, entendida como desbalance en la producción de factores vasodilatadores y vasoconstrictores, con predominio del efecto vasoconstrictor, secundario a su alteración funcional, ocasiona importantes cambios proinflamatorios asociados a la inflamación de bajo grado propia de las enfermedades cardiometabólicas.
- El abordaje de la disfunción endotelial es multidisciplinario, sin embargo, desde la perspectiva de la medicina preventiva, los cambios en el estilo de vida constituyen un punto neurálgico, así, la actividad física adecuadamente prescrita y la adopción de dieta mediterránea estimulan un efecto antiinflamatorio que previene y mejora esta disfunción, con bajo coste y ampliamente replicable.

- El endotelio, como célula activa en el proceso de inflamación – incluida la inflamación silente o de bajo grado – constituye una diana de profundo estudio por parte de los profesionales de la salud que trabajan con pacientes cardiometabólicos, los enfoques dirigidos a esta y a sus productos pro y antiinflamatorios, en un futuro no lejano, podría incrementar aún más en el contexto del tratamiento médico y la prevención cardiometabólica.

**Conflicto de interés:** los autores declaran no tener conflictos de interés de ninguna índole que impida o comprometa la publicación del presente trabajo.

#### **Declaración de contribución de los autores**

RRMF y EMCV delimitaron la idea y tema de investigación, seleccionaron los tópicos a abordar dentro del artículo y realizaron la búsqueda de artículos para la base de datos del trabajo.

ITP y CMT diseñó el primer borrador.

CMT y CMT realizó correcciones y adiciones al primer borrador y subsecuentes.

RRMF y EMCV aprobaron el borrador final y su envío a la revista.

ITP realizó las correcciones sugeridas por la revista y EMCV supervisó las mismas.

**Financiamiento:** Autofinanciado.

#### *Referencias Bibliográficas*

1. Organización Mundial de la Salud. Enfermedades no transmisibles [Internet]. 2018. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
2. Ross MH, Pawlina W. Histología. Texto y Atlas con correlación con biología molecular y celular. 7th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2015.
3. Sun HJ, Wu ZY, Nie XW, Bian JS. Role of Endothelial Dysfunction in Cardiovascular Diseases: The Link Between Inflammation and Hydrogen Sulfide. Front Pharmacol. 2020 Jan 21;10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32038245/>
4. Geneser F, Bruel A, Christensen E, Trantum-Jensen J, Qvortrup K. Histología. 4th ed. Madrid, España: Editorial Medica Panamericana; 2014. 755 p.
5. Saavedra P, Girona J, Aragonès G, Cabré A, Guaita S, Heras M, et al. Interacción

- de FABP4 con proteínas de membrana de células endoteliales. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*. 2015;27(1):26–33. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4979529>
6. Krüger-Genge A, Blocki A, Franke RP, Jung F. Vascular endothelial cell biology: An update. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2019;20(18). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31500313/>
  7. Duboscq C. Endotelio Vascular. *Revista Argentina de Hematología* [Internet] 2017;21. Available from: <http://www.sah.org.ar/revistasah/numeros/vol21/extra/07-Vol%2021-extra.pdf>
  8. Caja Guayerbas L. Papel del endotelio en la enfermedad cardiovascular. [Tesis de pregrado de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid] 2018. p. 6. Repositorio de la UCM: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LAURA%20CAJA%20GUAYERBAS.pdf>
  9. Gladwin Mark T., y Levine Andrea R. Hipertensión pulmonar. *Manual MSD versión para profesionales* [Internet]. 2022. Available from: <https://www.msmanuals.com/es/professional/trastornos-pulmonares/hipertension-pulmonar/hipertension-pulmonar>
  10. Tamiozzo SR, Lassen OC, Herrera J, Igarzabal P, Tabares S, Sembaj A. Polimorfismos de un solo nucleótido en genes de endotelina-1 y su receptor A asociados a daño cardiovascular en hipertensión arterial esencial. *Hipertens Riesgo Vasc*. 2017;34(2):78–84. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S188918371630054X?via%3Dihub>
  11. Bonafede R, Manucha W. Nitric oxide and related factors linked to oxidation and inflammation as biomarkers of heart failure. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis (English Edition)*. 2018;30(2):84–94. Available from: <https://www.elsevier.es/en-revista-clinica-e-investigacion-arteriosclerosis-english-415-articulo-nitric-oxide-related-factors-linked-S2529912318000189>
  12. Godo S, Shimokawa H. Endothelial Functions. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* [Internet]. 2017;37(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28835487/>
  13. Amedei A, Morbidelli L. Circulating metabolites originating from gut microbiota control endothelial cell function. *Molecules*. 2019;24(21). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6864778/>

14. Carvajal Carvajal C. El endotelio: estructura, función y disfunción endotelial. *Rev Medicina Legal de Costa Rica*. 2017;34(2). Available from: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152017000200090](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152017000200090)
15. Carretero Gómez J, Ena J, Arévalo Lorigo JC, Seguí Ripoll JM, Carrasco-Sánchez FJ, Gómez-Huelgas R, et al. Obesity is a chronic disease. Positioning statement of the Diabetes, Obesity and Nutrition Workgroup of the Spanish Society of Internal Medicine (SEMI) for an approach centered on individuals with obesity. *Rev Clin Esp*. 2020. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32723530/>
16. Nirmalkar K, Murugesan S, Pizano-Zárate ML, Villalobos-Flores LE, García-González C, Morales-Hernández RM, et al. Gut microbiota and endothelial dysfunction markers in obese Mexican children and adolescents. *Nutrients*. 2018;10(12). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30572569/>
17. Saltiel AR, Olefsky JM. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. *Journal of Clinical Investigation*. 2017;127(1):1–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28045402>
18. Viridis A, Masi S, Colucci R, Chiriaco M, Uliana M, Puxeddu I, et al. Microvascular Endothelial Dysfunction in Patients with Obesity. *Curr Hypertens Rep*. 2019 Apr 4;21(4):32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30949772/>
19. Achari AE, Jain SK. Adiponectin, a therapeutic target for obesity, diabetes, and endothelial dysfunction. *Int J Mol Sci [Internet]*. 2017;18(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28635626/>
20. Kalupahana NS, Massiera F, Quignard-Boulangé A, Ailhaud G, Voy BH, Wasserman DH, et al. Overproduction of Angiotensinogen from Adipose Tissue Induces Adipose Inflammation, Glucose Intolerance, and Insulin Resistance. *Obesity*. 2013 Jan;20(1):48–56. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21979391/>
21. Kwaifa IK, Bahari H, Yong YK, Md Noor S. Endothelial dysfunction in obesity-induced inflammation: Molecular mechanisms and clinical implications. *Biomolecules [Internet]*. 2020;10(2). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7072669/>
22. Papapanagiotou A, Siasos G, Kassi E, Gargalionis A, Papavassiliou A. Novel Inflammatory Markers in Hyperlipidemia: Clinical Implications. *Curr Med*

- Chem. 2015 Aug 19;22(23):2727–43. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25989910/>
23. Florido R, Kwak L, Echouffo-Tcheugui JB, Zhang S, Michos ED, Nambi V, et al. Obesity, Galectin-3, and Incident Heart Failure: The ARIC Study. *J Am Heart Assoc.* 2022 May 3;11(9). Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35491999/>
24. Galicia-Garcia U, Benito-Vicente A, Jebari S, Larrea-Sebal A, Siddiqi H, Uribe KB, et al. Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. *Int J Mol Sci.* 2020 Aug 30;21(17):6275.
25. Kaur R, Kaur M, Singh J. Endothelial dysfunction and platelet hyperactivity in type 2 diabetes mellitus: molecular insights and therapeutic strategies. *Cardiovasc Diabetol.* 2018 Dec 31;17(1):121. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30170601/>
26. Biró A, Markovics A, Fazekas MÉ, Fidler G, Szalóki G, Paholcsek M, et al. Allithiamine Alleviates Hyperglycaemia-Induced Endothelial Dysfunction. *Nutrients.* 2020 Jun 5;12(6):1690. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32517031/>
27. Huang X, Liu G, Guo J, Su Z. The PI3K/AKT pathway in obesity and type 2 diabetes. *Int J Biol Sci.* 2018;14(11):1483–96. Available from:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6158718/>
28. Pernow J, Kiss A, Tratsiakovich Y, Climent B. Tissue-specific up-regulation of arginase I and II induced by p38 MAPK mediates endothelial dysfunction in type 1 diabetes mellitus. *Br J Pharmacol.* 2015 Oct;172(19):4684–98. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26140333/>
29. Idris-Khodja N, Ouerd S, Mian MOR, Gornitsky J, Barhoumi T, Paradis P, et al. Endothelin-1 Overexpression Exaggerates Diabetes-Induced Endothelial Dysfunction by Altering Oxidative Stress. *Am J Hypertens.* 2016 Nov;29(11):1245–51. Available from:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5055737/>
30. Rodrigues KF, Pietrani NT, Bosco AA, Campos FMF, Sandrim VC, Gomes KB. IL-6, TNF- $\alpha$ , and IL-10 levels/polymorphisms and their association with type 2 diabetes mellitus and obesity in Brazilian individuals. *Arch Endocrinol Metab.* 2017 Feb 16;61(5):438–46. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28225860/>
31. Asociación Latinoamericana de diabetes. Guías ALAD sobre diagnóstico, control

- y tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2 con medicina basada en evidencia. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Diabetes*. 2019. Available from: [https://www.revistaalad.com/guias/5600AX191\\_guias\\_alad\\_2019.pdf](https://www.revistaalad.com/guias/5600AX191_guias_alad_2019.pdf)
32. Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, Covas MI, Corella D, Arós F, et al. Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet Supplemented with Extra-Virgin Olive Oil or Nuts. *New England Journal of Medicine*. 2018;378(25): e34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29897866/>
  33. Pereira-Rodríguez JE, Rincón-González G, Niño-Serrato D. Insuficiencia cardíaca: Aspectos básicos de una epidemia en aumento. *Sociedad Cubana de Cardiología*. 2016;8(1):58–70. Available from: <https://revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/98/240>
  34. Ter Maaten JM, Damman K, Verhaar MC, Paulus WJ, Duncker DJ, Cheng C, et al. Connecting heart failure with preserved ejection fraction and renal dysfunction: the role of endothelial dysfunction and inflammation. *Eur J Heart Fail*. 2016 Jun;18(6):588–98. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26861140/>
  35. Zuchi C, Tritto I, Carluccio E, Mattei C, Cattadori G, Ambrosio G. Role of endothelial dysfunction in heart failure. *Heart Fail Rev*. 2020 Jan 4;25(1):21–30. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31686283/>
  36. Consejo General de Colegios Farmacéuticos. *Cardiopatía Isquémica. Punto farmacológico*. Vol 145. Sevilla, España; 2020 Sep. Available from: <https://www.farmaceticos.com/informes-tecnico-profesionales/cardiopatia-isquemica-punto-farmacologico-no-145/>
  37. Gupte AA, Hamilton DJ. Mitochondrial function in non-ischemic heart failure. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. Springer New York LLC; 2017. p. 113–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28551784/>
  38. Giannitsi S, Maria B, Bechlioulis A, Naka K. Endothelial dysfunction and heart failure: A review of the existing bibliography with emphasis on flow mediated dilation. *JRSM Cardiovasc Dis*. 2019 Jan 11; 8:204800401984304. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31007907/>
  39. Alem MM. Allopurinol and endothelial function: A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Cardiovasc Ther*. 2018 Aug;36(4): e12432. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29673103/>
  40. Morelli MB, Gambardella J, Castellanos V, Trimarco V, Santulli G. Vitamin C and Cardiovascular Disease: An Update. *Antioxidants*. 2020 Dec 3;9(12):1227.

Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33287462/>

41. Zhang H na, Xu Q qiao, Thakur A, Alfred MO, Chakraborty M, Ghosh A, et al. Endothelial dysfunction in diabetes and hypertension: Role of microRNAs and long non-coding RNAs. *Life Sci.* 2018 Nov; 213:258–68. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30342074/>
42. Brandes RP. Endothelial Dysfunction and Hypertension. *Hypertension.* 2014 Nov;64(5):924–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25156167/>
43. Caselles Fajardo, H., Silva Bermudez, ER., Nápoles Zaldívar, Y. Hipertensión Arterial e Insuficiencia Cardíaca. Apuntes de interés actual. *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular.* 2016 Sep;22(3):172–80. Available from: <https://revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/662>
44. Puddu, P., Puddu, GM., Zaca, F., Muscari, A. Endothelial dysfunction in hypertension. *Acta Cardiol.* 2000 Aug 1;55(4):221–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11041120/>
45. Herrera Calderón, Y., Menéndez Villa, M. D. L., & Serra Valdés, M. Á. Microalbuminuria como marcador de daño renal en pacientes con hipertensión arterial. *Revista habanera de ciencias médicas.* 2019, 18(2) 217-230. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2019000200217](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2019000200217)
46. Juan F. Ascaso Jesús Millánb. Documento de consenso sobre el manejo de la dislipemia aterogénica de la Sociedad Española de Arteriosclerosis. *Clínica e Investigación En Arteriosclerosis*, 29(2), 86–91 | 10.1016/j.arteri.2016.11.001. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis.* 217AD; 29:86–91. Available from: <https://suc.org.uy/sites/default/files/2023-03/documento-de-consenso-sobre-el-manejo-de-la-dislipemia-aterogénica-sociedad-espanola-de-arteriosclerosis.pdf>
47. Tran V, de Silva TM, Sobey CG, Lim K, Drummond GR, Vinh A, et al. The Vascular Consequences of Metabolic Syndrome: Rodent Models, Endothelial Dysfunction, and Current Therapies. *Front Pharmacol.* 2020 Mar 4;11. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7064630/>
48. Hasheminasabgorji E, Jha JC. Dyslipidemia, Diabetes and Atherosclerosis: Role of Inflammation and ROS-Redox-Sensitive Factors. *Biomedicines.* 2021 Nov 3;9(11):1602. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8615779/>
49. Le Master E, Levitan I. Endothelial stiffening in dyslipidemia. *Aging.* 2019 Jan 22;11(2):299–300. Available from:

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6366977/>
50. Alidadi M, Montecucco F, Jamialahmadi T, Al-Rasadi K, Johnston TP, Sahebkar A. Beneficial Effect of Statin Therapy on Arterial Stiffness. *Biomed Res Int.* 2021 Mar 30; 2021:1–19. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33860033/>
51. Ascaso JF, Millán J, Hernández-Mijares A, Blasco M, Brea Á, Díaz Á, et al. Consensus document on the management of the atherogenic dyslipidaemia of the Spanish Society of Arteriosclerosis. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis.* 2017 Mar;29(2):86–91. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28185675/>
52. Bevaqua A. Dislipidemia, obesidad e hipovitaminosis D en el adulto mayor: ¿Tratamiento único? *Revista de la Asociación Médica de Bahía Blanca.* 2016 Mar;26(1):20–9. Available from: [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880457/rcambb\\_vol26\\_n1\\_2016\\_20\\_29.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880457/rcambb_vol26_n1_2016_20_29.pdf)

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



## La enfermedad periodontal en adolescentes con tratamiento ortodóncico

*Periodontal disease in adolescents with orthodontic treatment*

- <sup>1</sup> Maritza Madam O’Farrill  <https://orcid.org/0000-0002-9205-6970>  
Facultad de ciencias médicas Mayabeque, Clínica Estomatológica Andrés Ortiz Junco. Cuba  
[maritzamo@infomed.sld.cu](mailto:maritzamo@infomed.sld.cu)
- <sup>2</sup> Arianna González Díaz  <https://orcid.org/0009-0009-5083-7048>  
Facultad de ciencias médicas Maya beque, Clínica Estomatológica Andrés Ortiz Junco. Cuba  
[gonzalezdiazarianna@gmail.com](mailto:gonzalezdiazarianna@gmail.com)
- <sup>3</sup> Mariela Jach Ravelo  <https://orcid.org/0000-0002-7353-0227>  
Facultad de ciencias médicas Mayabeque, Clínica Estomatológica Andrés Ortiz Junco. Cuba  
[marielajachravelo@gmail.com](mailto:marielajachravelo@gmail.com)
- <sup>4</sup> Cesar Carrasco Ruano  <https://orcid.org/0000-0001-9806-9732>  
Hospital Alfredo Noboa Montenegro, Guaranda, Ecuador.  
[gadozeceins626@gmail.com](mailto:gadozeceins626@gmail.com)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/04/2023

Revisado: 12/05/2023

Aceptado: 01/06/2023

Publicado: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2610>

Cítese:

O’Farrill, M. M., González Díaz, A., Jach Ravelo, M., & Carrasco Ruano, C. (2023). La enfermedad periodontal en adolescentes con tratamiento ortodóncico. *Anatomía Digital*, 6(3), 24-47. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2610>



**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 Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

adolescentes,  
tratamiento  
ortodoncico,  
periodontopatías,  
factores de riesgos  
y maloclusiones

**Keywords:**

adolescents,  
orthodontics  
treatment,  
periodontopathies,  
factors risk and  
malocclusion.

**Resumen**

**Introducción:** se realizó un estudio observacional descriptivo de corte transversal de septiembre del 2019 a mayo del 2021. **Objetivo:** determinar el estado de salud periodontal de adolescentes con tratamiento ortodónico. **Metodología:** la población objeto de estudio estuvo integrada por 107 adolescentes pertenecientes las Secundarias Básicas Fernando Medero y Héroe de Bolivia, del municipio de Güines, Provincia Mayabeque. Se confeccionó una planilla de recolección de datos, los resultados se presentaron en forma tabular. El análisis estadístico se realizó utilizando las tablas de contingencia a través de la dócima  $X^2$  y en los casos que se alcanzó diferencias significativas se aplicó la dócima de comparación Múltiple de Duncan. **Resultados:** los aparatos de ortodoncia influyen negativamente en la aparición de la enfermedad periodontal, siendo más afectadas las adolescentes femeninas de 14 años. **Conclusiones:** predominó la gingivitis Fibroedematosa y los casos más severos se relacionaron con el cepillado dentogingival deficiente y las técnicas fijas. La enfermedad se presentó con mayor frecuencia de 7 a 12 meses después de haber comenzado el tratamiento de ortodoncia. **Área de estudio general** Clínica Estomatológica Docente. **Área de estudio específico:** Consulta de Periodoncia. **Tipo de estudio:** artículo original.

**Abstract**

**Introduction:** an observational descriptive study was performed since September of 2019 to May of 2021. **Objective:** determine the state of periodontal health in teenagers with orthodontics treatment. **Methodology:** The objective population of study was conformed of 107 adolescents of Fernando Mederos y Héroe de Bolivia Secondary School of Güines in Mayabeque Province, and an interrogatory and a buccal exam was carried out. To collect the dates a spread was made, and the results were presented in tables. The statistical analysis was made using contingency tables through  $x^2$  docile and to obtain significant differences the Duncan Multiple Comparative Docile was applied. **Result:** the Orthodontics appliance negative influence in the appearance of periodontal disease was concluded and the female teenagers of 14 years old

---

were the most affected. **Conclusion:** the fibromatous gingivitis predominated, and the most severe cases were related with the poor dent gingival brushing and fixed techniques. The illness was presented with more frequency between 7 to 12 months after to start the orthodontics treatment. **General study area:** teaching dental clinic. **Specific study area:** periodontics consultation. **Type of study:** original article

---

## Introducción

La Estomatología es la rama de la Ciencias Médicas que se dedica no solo al estudio de los dientes, sino también del conjunto de tejidos y órganos vecinos de estos. Cuidar de las encías constituye una práctica de autogestión de salud, en estos tiempos en que las enfermedades bucales continúan teniendo una alta prevalencia en los seres vivos, confirmando esto por la práctica estomatológica.

Es por eso por lo que el conocimiento del estado de salud de la población resulta una premisa indispensable para el desarrollo de una correcta planificación, organización, dirección y control de la atención estomatológica.<sup>1</sup>

Numerosos estudios epidemiológicos, en distintos países del mundo, han demostrado que las periodontopatías son universales y se ubican en el segundo lugar en los problemas de salud bucal.<sup>2</sup>

Las enfermedades periodontales han existido a lo largo de toda la historia en todos los lugares y son especialmente frecuentes en la actualidad.<sup>3</sup>

El microbiota del surco gingival y la placa dentobacteriana están fuertemente relacionadas con el origen y ulterior desarrollo de gingivitis, la que puede evolucionar hacia la periodontitis y ser más destructiva y crónica.<sup>4,5</sup>

La incidencia y la gravedad de la gingivitis en los adolescentes se ven influenciada por una variedad de factores, incluyendo los niveles de placa, caries dental, respiración por la boca, el apiñamiento y malposición dentaria. Sin embargo, el aumento de los niveles de esteroides hormonales durante la pubertad en ambos sexos tiene un efecto transitorio sobre el estado inflamatorio de la encía.<sup>6,7</sup>

Las primeras manifestaciones clínicas que aparecen desde edades tempranas se conforman durante la adolescencia, adquiriendo la gingivitis una condición de proceso crónico inmunoinflamatoria reversible de los tejidos del periodonto de protección que

presenta una alta prevalencia a nivel mundial.<sup>8</sup> Generalmente la inflamación de los tejidos se haya presente en todas las formas de enfermedad gingival.

Los índices para medir esta afección comienzan a evaluarse en grupos de población cada vez más jóvenes, para precisar sus comienzos. Se ha comprobado que está muy difundida en niños y adolescentes.

El examen periodontal periódico en los adolescentes, para evaluar la respuesta inflamatoria en relación con el nivel de higiene bucal y a la presencia de marcadores y factores de riesgo es esencial para mantener la salud periodontal; la forma más común de enfermedad periodontal es la gingivitis crónica, constituyendo un verdadero problema de salud.<sup>9,10</sup>

Por ser la gingivitis altamente prevalente en niños y adolescentes, demanda la necesidad de la aplicación de mejores medidas de prevención y tratamiento precoz para evitar complicaciones futuras.

Una adecuada motivación, control y educación en la higiene oral permitirá minimizar los riesgos de daño periodontal en pacientes sanos y mantener condiciones de salud en pacientes previamente expuestos a inflamación o enfermedad periodontal ya que éstos podrían presentar una mayor predisposición a una reacción adversa por acumulación de placa inducida por dispositivos de ortodoncia

Por tal motivo en la actualidad no es posible separar las especialidades odontológicas como antes donde cada una funcionaba aparte. Si se quiere conseguir resultados exitosos es necesaria una sinergia entre estas donde el objetivo principal es el bienestar del paciente.

La preocupación de los pacientes por corregir la posición de sus dientes les hace olvidar en muchos casos, la trascendencia de los fundamentos biológicos y objetivos funcionales de la Ortodoncia, de su naturaleza y de su vinculación con otros factores relacionados con la salud oral.<sup>11</sup>

El ortodoncista y el periodotólogo pueden colaborar en distintos campos, ya que ambas especialidades comparten situaciones clínica y objetivos. Por lo que es necesario asegurarse primero de que no presenta ningún indicio de enfermedad periodontal. En caso de que el diagnóstico sea negativo, se puede proceder a la ortodoncia sin problemas. No obstante, si resultara positivo es preciso tratar la enfermedad y controlar su evolución antes de colocarse aparatos. En algunos casos, incluso el grado de afectación de la enfermedad puede determinar qué tipo de tratamiento ortodóncico debe realizarse el paciente.<sup>12</sup>

Aunque el periodontólogo se dedica fundamentalmente a tratar las enfermedades inflamatorias de los tejidos de soporte dentario, también trabaja sobre los mismos con fines estéticos, además de prevenir la aparición de problemas relacionados con los movimientos ortodóncico y tratar sus complicaciones.

El periodonto es la estructura a través de la cual el ortodoncista mueve los dientes, por lo tanto el éxito de un tratamiento ortodóncico depende en parte de la integridad de la salud de los tejidos periodontales. Ciertos movimientos ortodóncicos pueden afectar el periodonto, por lo que se hace necesaria una valoración previa al tratamiento; producto que una enfermedad periodontal no diagnosticada o tratada a tiempos puede empeorar con la terapia ortodóncica.<sup>13</sup>

En los últimos tiempos, la ortodoncia ha desarrollado nuevas técnicas; las que permiten un mejor abordaje de los pacientes asegurando mejores resultados. Esto debido a la demanda de tratamientos ortodóncicos; puesto que actualmente se ha incrementado la preocupación de los pacientes por corregir sus maloclusiones y sobre todo mejorar su estética.<sup>14</sup>

Sin embargo, en la práctica diaria de la ortodoncia, se ha descuidado un aspecto fundamental para tener en cuenta antes, durante y después del tratamiento ortodóncico: la salud periodontal.

Los movimientos ortodóncicos se realizan a nivel del periodonto, el cual al encontrarse enfermo o alterado, no reaccionará de igual manera a las fuerzas aplicadas; retrasando y complicando el tratamiento ortodóncico, así como pudiera comprometer la salud oral del paciente.

Por tanto, es necesario la evaluación periodontal de los pacientes que recibirán tratamiento ortodóncico, así como un control periódico durante el tratamiento para evitar y prevenir futuras alteraciones o defectos periodontales; con el fin de realizar la labor del ortodoncista y asegurar la conservación de la salud periodontal del paciente y la estética de este. Por tal motivo muchos autores han investigado sobre la interrelación existente entre estas dos especialidades a lo largo de la historia muchos tal es el caso de:

1. Vanarsadall: investigó acerca de las complicaciones periodontales relacionadas al tratamiento de ortodoncia, encontró que hay factores periodontales que deben ser considerados en el tratamiento de ortodoncia de los niños y adolescentes, por lo que debe incluirse una evaluación cuidadosa del periodonto, evaluando la susceptibilidad a la enfermedad periodontal, utilizando criterios tales como sangrado, el grosor del tejido gingival, la inflamación, la pérdida de hueso, así como otros factores tales como deformidades mucogingivales, frenillos, hiperplasia gingival, respiración

- bucal, etc. En relación con el grosor del tejido gingival, el autor refiere que el cuidado periodontal debe incrementarse en aquellos pacientes que poseen tejido gingival delgado, puesto que presentan mayor disposición a recesiones gingivales y pérdida de cresta ósea. Además, determinó que el movimiento ortodóntico más peligroso para el periodonto es la extrusión, pues este puede generar pérdida de encía queratinizada.<sup>15</sup>
2. Ferroni: realizó un estudio para determinar el estado de salud gingival y el índice de higiene oral en pacientes con tratamiento de ortodoncia fija del Instituto de Salud del Niño. Su muestra fue conformada por 30 pacientes, en los cuales registró el índice gingival de Löe y Silnees así como el índice de higiene oral de Green y Vermillon. Encontró que los pacientes con aparatología ortodóntica presentaban en su mayoría gingivitis leve y un índice de higiene oral regular.<sup>16</sup>
  3. Norman: realizó una revisión de literatura acerca del tratamiento ortodóntico y sus implicancias periodontales, encontrando que la realización de un tratamiento ortodóntico adecuado, en pacientes con una higiene oral excelente y en ausencia de trastornos periodontales importantes, no implica ningún riesgo periodontal significativo. Sin embargo, en presencia de una mala higiene oral y en ciertos tipos de trastornos periodontales, y terapia ortodóntica pueden conllevar consecuencias periodontales muy nocivas. Así mismo, destaca la importancia del trabajo en equipo entre los profesionales de la odontología de restauración, periodoncia y ortodoncia en el momento de realizar el plan de tratamiento. El autor también ofrece un protocolo de manejo específico para este equipo odontológico.<sup>17</sup>
  4. Tortolini: realizó una revisión bibliográfica acerca del tratamiento combinado de ortodoncia y periodoncia, concluyendo que la salud de los tejidos periodontales es primordial en el éxito y predictibilidad del tratamiento de ortodoncia; estableciendo que una evaluación periodontal previa al tratamiento de ortodoncia evita o disminuye las probabilidades de secuelas periodontales desencadenadas por los movimientos ortodónticos. Además, es alta la importancia de que el ortodoncista realice su terapia con criterio periodontal.<sup>18</sup>
  5. Von Böhl: realizó un estudio para evaluar los cambios histológicos producidos por los movimientos dentales tras la aplicación de fuerzas ortodónticas estandarizadas bajas (25 cN) y altas (300 cN) en el ligamento periodontal en perros beagle. Empleó una muestra de 15 perros, a los cuales evaluó al 1, 4, 20 40 y 80 días de iniciada la aplicación de fuerzas ortodónticas. Concluyó que la hialinización del ligamento periodontal puede darse en cualquier momento del movimiento dental, desde las 24 horas hasta los 80 días; además esta hialinización se presenta mayoritariamente en las

- zonas vestibular y lingual, lo que predispone al desarrollo de defectos mucogingivales en dichas zonas.<sup>19</sup>
6. Lindhe: en su libro afirma que los movimientos ortodónticos repercuten en los tejidos periodontales. Los tratamientos ortodónticos conllevan el riesgo de problemas mucogingivales, en particular si el tejido óseo y gingival es delgado. Sin embargo, si la pieza dentaria es movida dentro del hueso alveolar, no se formarán defectos de tipo recesivo. Antes del comienzo de cualquier tipo de tratamiento ortodóntico es importante controlar el espesor del hueso vestibulolingual y de los tejidos blandos en el lado de presión en los dientes a movilizar. Para reducir el riesgo de que se produzcan recesiones en la encía vestibular cuando los tejidos son delicados y delgados, los pacientes deben ser instruido para que efectúe un control adecuado de la placa bacteriana; el control de estas medidas debe ser controladas por el odontólogo, antes, durante y después del retiro de la aparatología fija.<sup>20</sup>
  7. Gong: realizó un estudio en pacientes entre 12 a 15 años; estableció un grupo control y un grupo experimental con tratamiento ortodóntico con aparatología fija. Evaluó en cada paciente el índice gingival, profundidad al sondaje y la índice placa bacteriana simplificado, seis meses después de iniciado el tratamiento ortodóntico. Encontró valores significativamente más altos en índice gingival, profundidad al sondaje e índice de placa bacteriana en pacientes tratados con ortodoncia fija, los incisivos centrales inferiores mostraron valores más alto para profundidad al sondaje e índice gingival. Concluye que con el fin de mantener la salud periodontal es muy importante fortalecer la higiene oral en estos pacientes.<sup>21</sup>
  8. Pereira: en su tesis investigó las complicaciones periodontales en adolescentes con tratamiento ortodóntico, el estudio estuvo constituido por dos casos clínicos de pacientes con alteraciones periodontales que reciben tratamiento ortodóntico, de los cuales se realizó la descripción de cada una de las características observadas desde el punto de vista periodontal. Se encontró que la complicación periodontal más frecuente a corto plazo en adolescentes sometidos a tratamientos ortodónticos son la gingivitis y los agrandamientos gingivales crónicos de tipo hiperplásicos.<sup>22</sup>
  9. Cornejo: realizó un estudio para evaluar factores de riesgo que predisponen al desarrollo de la enfermedad periodontal en pacientes con tratamiento ortodóntico con aparatología fija. La muestra estuvo constituida por 30 pacientes, en los cuales se evaluó la profundidad al sondaje e interrogó a los pacientes acerca de sus hábitos de higiene oral. El 63,3% de los pacientes presentaba gingivitis, el 53,3% presentaron bolsas periodontales de 4 mm a más. Concluyó que la aparatología fija en el tratamiento de ortodoncia,

- aunada a una mala higiene oral; favorece a la aparición de gingivitis, bolsas y enfermedad periodontales.<sup>23</sup>
10. Mandeep: realizó una revisión bibliográfica acerca del enfoque multidisciplinario entre Periodoncia y Ortodoncia. Concluye que debido a que el tratamiento de ortodoncia se lleva a cabo a través del periodonto es necesario mantener el diente sano, así como su sistema de apoyo, ambos son requisitos esenciales para llevar a cabo el tratamiento de ortodoncia. Así mismo indica que las piezas dentarias se mueven bajo el efecto de la fuerza de ortodoncia, lo que produce cambios en el periodonto; los cuales en un tratamiento de ortodoncia con manejo adecuado de las fuerzas, resultará en movimientos dentales controlados, los que generalmente no resultan en destrucción periodontal. Además, refiere que las fuerzas ortodónticas serán consideradas óptimas, si estas producen el movimiento dentario y estimulan la proliferación celular, evitando la hialinización en la zona de presión.<sup>24</sup>
  11. Injante: realiza un reporte de caso interdisciplinario entre las especialidades de Periodoncia y Ortodoncia acerca del manejo de recesiones gingivales. Él describe una paciente de sexo femenino de 13 años con recesiones gingivales en piezas 31 y 41, con apiñamiento dentario. El tratamiento del caso consistió en cirugía periodontal para aumento de encía queratinizada y fondo de surco antes del inicio del tratamiento ortodóntico, posteriores controles periodontales durante el tratamiento ortodóntico. Con este manejo demostró que los casos que necesitan tratamiento multidisciplinario deben empezar con un diagnóstico periodontal, resaltando la importancia de que el ortodontista sepa diagnosticar correctamente un problema periodontal en sus fases iniciales y no dejar que evolucione hasta fases con efectos irreversibles.<sup>25</sup>
  12. Ledergerber: estudió la incidencia de problemas periodontales más frecuentes relacionados al tratamiento ortodóntico. Trabajo con una muestra de 120 pacientes, empleando las historias y el examen clínicos; evaluó el índice de higiene oral simplificado, índice gingival, profundidad al sondaje, agrandamiento gingival, fisuras gingivales, recesiones gingivales y reabsorciones radiculares. Encontró que la gingivitis fue la patología periodontal más frecuente, seguida por los defectos mucogingivales; dentro de los cuales los más notados fueron agrandamientos gingivales,
  13. Burgos: realizó una investigación para evaluar las características del tejido periodontal durante el tratamiento ortodóntico, concluyendo que cuando el movimiento dental es ejecutado correctamente, mejora la situación periodontal y puede ser beneficioso para la salud del periodonto; el control de la placa es una de las claves para la prevención de las complicaciones periodontales y para el éxito del tratamiento ortodóntico. Así mismo,

- corroborar que la colocación de aparatos de ortodoncia, tanto fijos como removibles, conlleva modificaciones desfavorables en la composición de la placa bacteriana, lo que aumenta considerablemente los riesgos periodontales y de caries dental<sup>27</sup>
14. Gavino: realizó un trabajo de tesis acerca de los pacientes con tratamientos ortodónticos, concluyendo que uno de los factores desencadenantes de los problemas gingivales en los pacientes con tratamiento ortodóntico es la mala higiene bucal; esto sumado a la naturaleza retentiva de los aparatos ortodónticos que conllevan a mayor acúmulo de placa bacteriana que trae como consecuencia una reacción inflamatoria<sup>28</sup>
  15. Bueno: realizó una revisión bibliográfica acerca de la interrelación entre Ortodoncia y Periodoncia, concluye que es necesario realizar un diagnóstico integral previo al tratamiento de ortodoncia, así como la terapia básica periodontal es de carácter obligatorio en todo paciente; indica que la falta de encía insertada es prudente contemplarla previo tratamiento de ortodoncia. El inicio del tratamiento ortodóntico con aparatología fija obliga a educar al paciente en la utilización de nuevos implementos de higiene para la remoción de placa microbiana. Además, resalta la importancia de los controles de mantenimiento, los cuales deben ser más rigurosos al enfrentarnos a un tratamiento orto-periodontal; no tener en cuenta las estructuras periodontales puede llevar a destrucción más rápida del aparato de soporte dentario generando recesiones gingivales, complicaciones mucogingivales y en algunos casos pérdidas dentarias.<sup>29</sup>

A pesar de los avances científicos-técnicos alcanzados en la esfera de la salud, las periodontopatías constituyen un problema de salud de especial relevancia en la actualidad, siendo considerada la segunda causa de motivo de consulta en los servicios de estomatología.

Teniendo en cuenta que los aparatos de ortodoncia constituyen un factor acumulador de placa dentobacteriana que favorece el inicio y progresión de la enfermedad periodontal y la escasez de investigaciones relacionada con el tema en el país en general, se ha realizado el presente estudio en busca de motivación por parte de los estomatólogos y especialistas de Ortodoncia, con el fin de brindar especial importancia a las evaluaciones periódicas de los tejidos periodontales como parte de los controles durante el tratamiento ortodóntico con el objetivo de prevenir y diagnosticar afortunadamente las alteraciones periodontales durante la adolescencia evitando la evolución a estadios avanzados que requieran tratamiento costoso.

Además, al realizarse este estudio en la Clínica Estomatológica “Andrés Ortiz Junco” del municipio de Güines, se busca que los especialistas de Ortodoncia y Periodoncia con que cuenta dicha institución trabajen articuladamente y de manera integral.

### **Metodología**

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal con el objetivo de determinar el estado de salud periodontal de los adolescentes con tratamiento ortodóncico de las Secundarias Básicas Héroes de Bolivia y Fernando Medero en el municipio de Güines, Provincia Mayabeque en el periodo de septiembre de 2019 a mayo de 2021. el universo estuvo representado por el total de los adolescentes de 12 a 15 años de edad, de ambos sexos matriculados de las Secundarias Básicas Héroes de Bolivia y Fernando Medero del municipio, se utilizaron las variables ,presencia y gravedad de la gingivitis , edad, sexo, tipo de gingivitis , tipo de tratamiento ortodóncico, eficiencia del cepillado, tiempo transcurrido con el tratamiento ortodóncico. , se utilizó como fuente de información una Planilla de recolección de datos (Anexo 1) la cual se llenó después de realizada el examen bucal a los pacientes en la clínica Estomatológica, utilizando luz artificial, con el instrumental de diagnóstico esterilizados (espejo, explorador bucal, pinza para algodón y uso de sonda periodontal) para descartar la presencia o no de bolsas periodontales. En dicha planilla quedaron plasmada de forma organizada todas las variables comprendidas en el estudio

La información recogida y revisada se procesó en formato electrónico con la utilización de una PC Pentium IV, con ambiente de Windows XP, volcando los datos en una ficha de vaciamiento mediante el programa Excel de Office, lo que permitió expresarla en números absolutos y porcentuales, que se plasmaron en tablas y gráficos confeccionados al efecto. El análisis estadístico de los porcentajes se realizó utilizando la tabla de contingencia a través de la dócima  $X^2$  (Steel and Torrie1988)<sup>30</sup>. Se contrastaron los resultados de la presencia y gravedad de la gingivitis considerando la interacción en el análisis con los diferentes factores. Los resultados se presentan en tablas de doble entrada con las frecuencias y los porcentajes correspondientes

### **Resultados**

Como se aprecia en la tabla no 1 solo el 12.15% de los adolescentes con tratamiento ortodóncico no mostraron signos de inflamación gingival, lo que evidencia un predominio de los pacientes enfermos, siendo la gingivitis leves y moderada los estadios de gravedad prevalecientes, para un 50.47% y 28.04% respectivamente y entre ellos los más afectados son los de 14 y 13 años. Estas diferencias se consideran significativas según los resultados obtenidos después de aplicar la estadística inferencial.

Los resultados obtenidos en la presente investigación coinciden con los reportados por algunos autores<sup>13</sup> quienes refieren que la mayoría de los escolares de secundaria padecen de gingivitis leves y moderada; y otros<sup>17,18</sup> que también reportan que la afección más representativa fue la gingivitis. Sin embargo, otras investigaciones<sup>16</sup> refieren que el 59.4% de los adolescentes padecían de gingivitis severas. También se han realizado estudios longitudinales del microbiota del surco gingival en pacientes de 11 a 19 años y han mostrado una asociación positiva con alteraciones gingivales de la especie *Capnocytophaga*, *Prevotella intermedia* y *Prevotella nigrescens*, lo que demuestra la incidencia de esta enfermedad durante esta etapa de la vida.<sup>51 31</sup>

Fundamentalmente la pubertad, al promover la producción y circulación de las hormonas sexuales, se acompañan de una respuesta inflamatoria exagerada de la encía a la irritación local. Inflamación pronunciada coloración rojo-azulada, edema y agrandamiento gingival son los resultados de la interacción con irritantes locales, como cálculos dentarios y la placa dentobacteriana, favorecida por el uso del aparato ortodóncico, que de ordinario generan una respuesta gingival relativamente leve.

Es importante señalar, que las hormonas sexuales pueden servir de sustrato para el metabolismo de los microorganismos de la familia de la *Prevotella intermedia* los cuales son capaces de sustituir la vitamina K, necesaria para su crecimiento, por estrógenos y progesteronas, que durante este periodo circulan en abundancia.<sup>52 32</sup>

Además, puede asociarse, que, durante esta etapa, existe una tendencia del descuido de la higiene personal, aspecto que también ejerce su influencia en los cambios gingivales asociado a estas edades, por lo que es preciso comprender que la gingivitis no es de aparición universal durante este periodo; con un cuidado estomatológico adecuado y una higiene bucal excelente se puede prevenir.

Como describe la tabla 2 en el total de adolescentes con aparatología de ortodoncia, predomina el sexo femenino. Sin embargo, entre los 54 pacientes afectados por gingivitis leve, existe un ligero predominio de pacientes masculinos para un 27.10 % respecto al femenino representado por el 23.36%, aunque según el test de Duncan se consideran similares estadísticamente. En cambio, respecto a la gingivitis moderada, si se evidencia diferencias significativas entre 19.63% que representa las féminas respecto al 8.41% del sexo masculino.

**Tabla 1.** Presencia y gravedad de la gingivitis según edad. Guines. 2021

Presencia y gravedad de la gingivitis	Edad								Total	
	12		13		14		15		No.	%
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%		
Sano	7	6,54c	3	2,80d	2	1,87d	1	0,93d	13	12,15c
Gingivitis leves	9	8,41c	12	11,21b	28	26,17 <sup>a</sup>	5	4,67c	54	50,47a
Gingivitis moderada	5	4,67c	17	15,89b	6	5,61c	2	1,87d	30	28,04b
Gingivitis severa	0	0,00d	1	0,93d	5	4,67c	4	3,74d	10	9,35c
EE y Sign	±2,34***								±4,19***	
Total	21	19,63bc	33	30,84ab	41	38,32 <sup>a</sup>	12	11,21c	107	100,00
EE y Sign	±4,19***									

EE: Error estándar Sign: Significación estadística \*\*\*P<0,001

a, b Superíndices diferentes indican diferencias significativas según Duncan (1955)<sup>38</sup>

Algunas investigaciones<sup>33 34</sup> reportan resultados similares mostrando un predominio de la gingivitis en adolescentes en el sexo femenino. Por el contrario, otros autores<sup>35 36</sup> refieren haber encontrado más afectados a los varones.

Estos resultados pudieran atribuirse a que, en la adolescencia, dada la existencia de variaciones en sus intereses y dificultad con su autoestima, no siempre le dan la necesaria importancia al cuidado de su boca e higiene en sentido general, presentando mayor interés el sexo femenino por el cuidado y apariencia, así como el sexo masculino tiende a mostrar cierta despreocupación para el cuidado de la salud bucal. Este criterio también justifica que sean las féminas las que con mayor frecuencia buscan alinear sus dientes a través de los tratamientos ortodóncicos. Además, el sexo femenino cuenta con particularidades que exacerban la respuesta inflamatoria de los tejidos gingivales como son: la influencia hormonal durante la ovulación y la menstruación que incrementan la cantidad de bacterias y el exudado de la encía inflamada, agravando la gingivitis existente. También influyen el uso de anticonceptivos hormonales, debido a que durante la adolescencia se inicia las relaciones sexuales en una parte de los casos, y estos fármacos además de agravar la respuesta gingival, pueden provocar destrucción de los tejidos si se toman por períodos superiores a un año<sup>37</sup>.

**Tabla 2.** Presencia y gravedad de la gingivitis según sexo. Guines.2021

Presencia y gravedad de la gingivitis	Sexo Femenino		Sexo Masculino		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
	Sano	9	8,41b	4	3,74b	13
Gingivitis leves	25	23,36a	29	27,10a	54	50,47a
Gingivitis moderada	21	19,63a	9	8,41b	30	28,03b
Gingivitis severa	3	2,80b	7	6,54b	10	9,35c
EE y Sign	±3,20***				±4,19***	
Total	58	54,21	49	45,79	107	100
EE y Sign	±4,83 NS					

EE: Error estándar Sign: Significación estadística \*\*\*P<0,001 NS P>0.05  
a, b Superíndices diferentes indican diferencias significativas según Duncan (1955)<sup>38</sup>

Como muestra la tabla 3 existe un evidente predominio de adolescentes con terapia ortodóncica, que según la clasificación anatomoclínica, presentan gingivitis Fibroedematosa para un 58.51%, seguido en orden decreciente por los que presentaron gingivitis edematosa y fibrosa, con un 30.85% y 10.64% respectivamente, con diferencias significativas entre todos los tipos de gingivitis según la estadística indiferencial.

Algunas investigaciones reportan resultados similares<sup>33</sup> con un predominio de la gingivitis Fibroedematosa producto a que existen factores anatómicos y locales que pueden favorecer el acumulo de placa y de este modo aumentar las posibilidades de desarrollar gingivitis tal es el caso de los pacientes con tratamiento ortodóncicos, los cuales se le dificulta el cepillado dentogingival para los impedimentos físicos que proporcionan estos dispositivos.

Estos resultados pueden atribuirse a que en la inflamación inducida por los microorganismos del surco gingival y agravada por la influencia hormonal y el efecto irritables de los aparatos de ortodoncia, es frecuente encontrar una combinación de cambios clínicos edematosos y fibrosos, ocurriendo de igual manera los procesos destructivos que provocan dilatación vascular, pérdida perivascular del colágeno y aumento del fluido gingival, lo que se traduce clínicamente como encía blanda e hipercoloreada; y por otra parte, se equilibran los procesos reparativos con formación de fibras colágenas y engrosamiento del epitelio lo que se manifiesta clínicamente con zonas de consistencia firme y color.

**Tabla 3.** Tipo de gingivitis según edad. Guines.2021

Tipo de gingivitis	Edad								Total			
	12		13		14		15					
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%		
Edematosa	5	5,32	11	11,7	8	8,51	5	5,32	29	30,85b		
Fibroedematosa	7	7,45	18	19,15	26	27,66	4	4,26	55	58,51a		
Fibrosa	2	2,13	1	1,06	5	5,32	2	2,13	10	10,64c		
EE y Sign	± 2,85 NS										±4,86 ***	
Total	14	14,89b	30	31,91 <sup>a</sup>	39	41,49a	11	11,7b	94	100,00		
EE y Sign	± 4,47***											

EE: Error estándar Sign: Significación estadística \*\*\*P<0,001 NS P>0.05

a, b Superíndices diferentes indican diferencias significativas según Duncan (1955)<sup>38</sup>

La tabla 4 evidencia que la mayoría de los pacientes sanos y con inflamación leves de las encías son portadores de aparatología removible, representados por el 8.41% y 44.85% respectivamente. Todo lo contrario, sucede con aquellos que padecen gingivitis moderada y severa, donde la mayoría usan técnicas fijas para un 15.89% y un 8.41% respectivamente. Estas diferencias se consideran significativas según los resultados obtenidos después de aplicar la estadística inferencial.

Los resultados obtenidos difieren con los estudios anteriores<sup>36</sup> realizados en el año 2011, donde se evaluó el índice gingival de Loe y Silenss en pacientes con tratamiento ortodóncico fijo, encontrando que el 62% presentaba gingivitis leve, un 23 % presentaba enfermedad periodontal y 9% gingivitis moderada. Otras investigaciones<sup>39</sup>, encontró que el 83.3% de pacientes con tratamiento ortodóncico fijo presentaba gingivitis leves.

**Tabla 4.** Presencia y gravedad de la gingivitis según tipo de tratamiento ortodóncico. Guines.2021

Presencia y gravedad de la gingivitis	Tipo de tratamiento ortodóncico				Total			
	Removible		Fijos					
	No.	%	No.	%	No.	%		
Sano	9	8,41b	4	3,74c	13	12,15c		
Gingivitis leves	48	44,85a	6	5,61c	54	50,47a		
Gingivitis moderada	13	12,15b	17	15,89b	30	28,04b		
Gingivitis severa	1	0,93c	9	8,41b	10	9,35c		
EE y Sign	±3,20***						±4,18 ***	

**Tabla 4.** Presencia y gravedad de la gingivitis según tipo de tratamiento ortodóncico. Guines.2021 (continuación)

Presencia y gravedad de la gingivitis	Tipo de tratamiento ortodóncico				Total	
	Removible		Fijos		No.	%
	No.	%	No.	%		
Total	71	66,36a	36	33,64b	107	100
EE y Sign	±4,83***					

EE: Error estándar Sign: Significación estadística \*\*\*P<0,001

a, b Superíndices diferentes indican diferencias significativas según Duncan (1955)<sup>38</sup>

La inflamación asociada al uso de aparatos de ortodoncia pudiera atribuirse a que los mismos tienden a retener placa dentobacterianas y residuos de alimentos, factores que favorecen la proliferación de los microorganismos periodontopatógenos, los cuales juegan un papel fundamental en la etiopatogenia de la gingivitis. La presencia de los aparatos fijos dificultando de manera permanente los mecanismos de autolimpieza, justifican que en los adolescentes que reciben este tipo de tratamiento la inflamación sea con mayor frecuencia moderada o grave.

Es importante que se enseñen medidas de higiene bucal a los pacientes cuando se le colocan estos aparatos, enfatizando en su importancia, enfatizando en su importancia e indicando irrigación con agua a presión y el uso de palillos o cepillos interdetales como medios auxiliares útiles en estos casos. Además, es preciso controlar regularmente el estado periodontal durante el tratamiento ortodóncico y tratar oportunamente ante los primeros signos de inflamación.

Como se evidencia en la tabla 5 lamentablemente existe un predominio de los pacientes que practican una técnica de cepillado dentogingival deficiente para un 60.74%, con diferencias significativas desde el punto de vista estadístico con el 39.25% que se cepilla los dientes de forma eficiente. Este patrón de comportamiento en cuanto a la eficiencia del cepillado es similar tanto para los que usan aparatos fijos como removibles.

Los resultados coinciden con otros estudios realizados <sup>40</sup>, que concluyen en su investigación que la deficiencia del cepillado dentogingival por parte de los pacientes con aparatos ortodóncicos desencadena la aparición de problemas gingivales, al igual que otros <sup>15</sup> que plantea que el control de la placa es una de las claves para la prevención de las complicaciones periodontales y para el éxito del tratamiento ortodóncico; también afirma que la colocación de aparatos de ortodoncia, tanto fijos como removibles, conlleva modificaciones desfavorables en la composición de la placa bacteriana, lo que aumenta considerablemente los riesgos periodontales y de caries. Así mismo otras investigaciones <sup>41</sup> concluyen que el correcto cepillado dentogingival de los pacientes

durante el curso de la ortodoncia, juega un papel primordial, para evitar el desarrollo de complicaciones, principalmente la gingivitis.

**Tabla 5.** Eficiencia del cepillado dental según tipo de tratamiento ortodóncico. Guines.2021

Eficiencia del cepillado dental	Tipo de tratamiento ortodóncico				Total	
	Técnica Removible		Técnica Fija			
	No.	%	No.	%	No.	%
Eficiente	28	26.16	14	13.08	42	39.25b
Deficiente	43	40.18	22	20.56	65	60.74 <sup>a</sup>
EE y Sign	± 4,19NS				±4,83***	
Total	71	66.35 <sup>a</sup>	36	33.64b	107	100
EE y Sign	±4,83***					

EE: Error estándar Sign: Significación estadística \*\*\*P<0,001 NS P>0.05  
a, b Superíndices diferentes indican diferencias significativas según Duncan (1955)<sup>38</sup>

La higiene bucal deficiente, asociado al cepillado dentogingival incorrecto, es un factor que tradicionalmente se relaciona con la presencia de caries y enfermedades periodontales. Un cepillado correcto contribuye de forma directa a la eliminación de microorganismo adheridos a las superficies dentales, evitando o limitando sus efectos perjudiciales. Estos resultados desfavorables son consecuencias de los deficientes mecanismos con que se llevan a cabo las actividades de promoción y prevención para la salud, aspectos esenciales en la etapa inicial de cualquier servicio estomatológico. A dicha dificultad, se le adiciona la incapacidad de los pacientes con terapia ortodóncica fija para consumir “dietas detergentes”, que aumenta la acción de limpieza natural, ya que esta incluye frutas frescas, vegetales crudos, pan tostado, caña de azúcar y otros alimentos fibrosos que atentan contra la retención del aparato.

La tabla 6 muestra los adolescentes que presentan signos de inflamación gingival según el índice de Loe y Sildness, están incluidos fundamentalmente en el grupo que se encuentra recibiendo tratamiento ortodóncico de 7 a 12 meses.

Los que padecen de gingivitis leves, representan en este grupo el 29.91%, y los diagnosticados con gingivitis moderada y severa el 19.63% y el 6.54% respectivamente, cifras significativamente diferentes desde el punto de vista estadístico, a los enfermos que llevan de 1 a 6 meses o 13 meses o más con dicha aparatología.

Los resultados anteriores coinciden con los reportados en los estudios anteriores<sup>42</sup> Navarro Nápoles, J. los cuales consideran que el deficiente control de placa bacteriana

es el factor desencadenante más importante de la enfermedad periodontal. Pues el tratamiento ortodóncico influye, pero de manera indirecta.

Estos resultados pudieran atribuirse a que en los primeros meses de iniciada la terapia, se muestra mayor interés y preocupación ante el cuidado y mantenimiento de la higiene bucal motivados por mejoramiento de la estética; tanto para los padres, como para el propio paciente.

Pero, teniendo en cuenta, que el tratamiento ortodóncico proporciona resultados alentadores, pero a muy largo plazo, comienza la desmotivación y el descuido, lo que trae como consecuencia el deterioro de la higiene bucal con la consecuente aparición de signos de inflamación gingival. Sin embargo, en este estudio, las menores cifras corresponden a los que llevan 13 meses o más con el tratamiento, pero este comportamiento pudiera estar dado porque solo una pequeña parte de los adolescentes examinados, conforman este grupo, ya sea porque obtuvieron los resultados esperados en menor tiempo o porque abandonaron el tratamiento.

**Tabla 6.** Presencia y gravedad de la gingivitis según el tiempo transcurrido con la terapia ortodóncica

Presencia y gravedad de la gingivitis	Tiempo transcurrido con la terapia ortodóncica							
	1 a 6 Meses		7 a 12 meses		13 meses o mas		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Sano	2	1,87	8	7,48	3	2,80	13	12.14c
Gingivitis leves	16	14,95	32	29,91	6	5.61	54	50.46 <sup>a</sup>
Gingivitis moderada	5	4,67	21	19,63	4	3.74	30	28.03b
Gingivitis severa	2	1,87	7	6,54	1	0.93	10	9.34c
EE y Sign	± 2,67 NS						±4,18***	
Total	25	23,36b	68	63, 55a	14	13.08b	107	100
EE y Sign	±4,56***							

EE: Error estándar Sign: Significación estadística \*\*\*P<0,001 NS P>0.05

a, b Superíndices diferentes indican diferencias significativas según Duncan (1955)<sup>38</sup>

**Conclusiones**

- Presentaron mayor afectación periodontal, las adolescentes femeninas y con 14 años.
- Desde el punto de vista anatomoclínico predominaron los afectados con gingivitis crónicas fibroedematosa.
- Las formas más graves de la gingivitis estuvieron relacionadas con el uso de aparatos ortodóncicos fijos.

- Entre los adolescentes examinados con aparatos de ortodoncia predominaron aquellos con cepillado dentogingival deficiente.
- La enfermedad periodontal fue más frecuente en los adolescentes que llevaron de 7 a 12 meses con tratamiento de Ortodoncia.

### Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Referencia Bibliográficas

1. Medina Seruto M, Gómez Mariño M, Quintero Ortiz JE, et al. Comportamiento de las enfermedades periodontales en adolescentes. AMC [Internet]. 2016 [citado 12 Oct 2018];13(5): [aprox. 0 p.]. Disponible en: <http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/2339/773>
2. Pulido Rozo M, González Martínez F, Rivas Muñoz F. Enfermedad periodontal e indicadores de higiene bucal en estudiantes de secundaria Cartagena, Colombia. Rev. salud pública [Internet]. 2017 [citado 12 Sep. 2019];13(5): 844-52. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642011000500013&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642011000500013&lng=en).
3. Ceccarelli JF., Efecto del tratamiento ortodónticos en los tejidos periodontales: revisión de literatura. Revista Estomatológica Herediana [Revista Online] 2018(Vol.20 No.4) [pp. 216-220] [Consultado 9 de Junio del 2019] Disponible en: [http://www.upch.edu.pe/faest/publica/2010/vol20\\_n4/vol20\\_n4\\_10\\_art07.pdf](http://www.upch.edu.pe/faest/publica/2010/vol20_n4/vol20_n4_10_art07.pdf)
4. MCDEP María Antonieta Cornejo Peña. Aparatología Fija en Ortodoncia como factor de riesgo en la aparición de la Enfermedad Periodontal. Revista Oral. [Internet] (Mayo 2015). (Consultado el 8 de Junio del 2016)
5. Samara, G., Ortodoncia y salud bucodental. Cient. Dent. 2017;4; 1:33-41. Ortodoncia y salud bucodental., Cient. Dent., Vol. 4, Núm. 1, (Internet) (Abril 2017). 33-41. (Consultado el 9 de Junio del 2018) Disponible en: <http://wwwcoem.org.es/sites/default/files/revista/cientifica/vol4-n1/puestaaldia.pdf>.
6. 6- Doncel Pérez C, Castillo Castillo A. Determinación de la necesidad de tratamiento periodontal en jóvenes de una escuela militar. Rev. Cubana Med. Mil [Internet]. 2008 [citado 30 Ago. 2019];37(1). Disponible

- en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S013865572008000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S013865572008000100004)
7. Iglesias Berlanga GE, Iglesias Berlanga IJ, Pérez Báez N, González Iglesias A. Estado periodontal en adultos del Área Cangre del municipio de Güines. Rev. Ciencias Méd. Habana [Internet]. 2018 [citado 10 Ago. 2018];18(1). Disponible en: [http://www.cpicmha.sld.cu/hab/vol18\\_1\\_12/hab12112.html](http://www.cpicmha.sld.cu/hab/vol18_1_12/hab12112.html)
  8. Pérez Barrero BR, Duharte Garbey C, Perdomo Estrada C, Ferrer Mustelier A, Caldero B. Higiene bucal deficiente, hábito de fumar y gingivitis crónica en adolescentes venezolanos de 15-18 años. Medisan [Internet]. 2017 [citado 10 Ago. 2019];15(9):1-7. Ortodoncia y periodoncia, dos especialidades que van de la mano. <https://www.periodonciauruguay.com/wp-content/uploads-2018/04>
  9. Rodríguez CA, Delgado ML. Programa Nacional de Atención Estomatológica Integral a la Población. La Habana: Editora Ciencias Médicas; 1992
  10. Blanco Bertha L, Alfonso Calderón E. Comportamiento de la gingivitis. Departamento de Estomatología de Conuco Viejo. Rev. Med. Electrón [Internet]. 2017 [citado 30 Ago. 2019];32(3). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S168418242010000300004&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S168418242010000300004&script=sci_arttext)
  11. Rubio Ríos G, Cruz Hernández I, Torres López M. Estado periodontal e higiene bucal en menores de 15 años. Área Norte. Sancti Spíritus 2010. Gaceta Médica Espirituana [Internet]. 2019 [citado 30 Ago. 2021];15(1). Disponible en: <http://revgmespirituana.sld.cu/index.php/gme/article/view/219>
  12. Duque de Estrada Riveron J, Rodríguez Calzadilla A. Factores de riesgo en la predicción de las principales enfermedades bucales en los niños. Rev. Cubana Estomatol 2017; 38(2):111-9. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S003475072001000200004&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003475072001000200004&lng=es) [consulta 22 de mayo de 2016]
  13. Lomelí Garcidueñas O, Montesinos Flores A, Hernández Ayala A. Optimización de tejido periodontal mediante movimiento dental ortodóncico Rev. Mex Ortod. [internet]. jul.-sep. 2016 [citado 11 abr. 2018];4(3): [aprox. 9 p.]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2395921516301854?token=FC6DE3121AB325C6AA3E19061160EB40E7B60EA7179F5B1009D00A9E74A9576B08FA628744FA9C4AD6A4A80AEA27CC2E> [ Links ]

14. Peña Raza CP, López Sedano D. Consecuencias periodontales después del tratamiento de ortodoncia en pacientes adultos con apiñamiento severo. Revisión bibliográfica. Rev Latinoam Ortod Odontopediatr [internet]. dic. 2017 [citado 11 abr. 2018]. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2017/art-49/>
15. Vanarsdall R. Periodontal problems associated with orthodontic treatment American Academy of Periodontic. 1961. Vol 3. (citado:28 de septiembre de 2019)
16. Ferroni S. Estado de salud periodontal de higiene en pacientes con aparatología ortodóncica. Tesis para obtener el grado de cirujano dentista Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. 2018(Citado: 28 de septiembre del 2019)
17. Norman L. Ortodoncia y periodoncia basada en la evidencia: una revisión de la literatura. Journal of the American Dental Association. 2017, págs. 42-52. (citado :15 de noviembre del 2019)
18. Tortolini P, Fernández E. Ortodoncia y periodoncia. Avances en Odontostomatología. Agosto de 2011; 27 (4):197-206. (Citado:15 de noviembre del 2019)
19. Von Böhl M, Maltha J, Von de Hoff H. Changes in the Periodontal ligament after Experimental Tooth Movement Using High and Low Continuous Forces in Beagle Dogs. The Angle Orthodontist: February 2004, Vol. 74, No. 1, pp. 16-25 (Citado: 20 de diciembre de 2019)
20. Lindhe J, T, Lang N. Periodontología Clínica e Implantológica. 4ta edición Karting Editorial Panamericana. 2018. (Citado 20 de diciembre de 2019)
21. Gong X, Chen W, Gong Y. Clinical analysis of PLI, GI and SBI patients with in fixed orthodontic appliances. Shanghai Journal Stomatology, 2006 Aug;15(4):367-369 (Citado 20 de diciembre del 2019)
22. Pereira J. Complicaciones ortodóncico-periodontales en adolescentes con tratamiento. Casos clínicos. Univ. de Zulia. Facultad de Odontología; 2017(Citado: 24 de diciembre de 2019)
23. Cornejo, M. Aparatología fija en ortodoncia como factor de riesgo de enfermedad periodontal. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. 2017. (Citado 18 de enero del 2020)

24. Mandeep K, Ashutosh N, Amandeep S Mandeep K Orthodontic-. Periodontic interdisciplinary approach, Journal Indian Society Periodontology 2018. Ene-Mar,16(1):11-15. (Citado 29 de septiembre de 2019)
25. Injante P, Tuesta O, Estrada M, Liñán C. Recesión gingival y tratamiento de ortodoncia Reporte de caso interdisciplinario Revista Estomatológica Herediana. 2018; 22(1):31-36. (Citado 10 de Octubre de 2018)
26. Ledergerber L, Weisson R Problemas periodontales más frecuentes relacionados al tratamiento ortodóntico en pacientes de la clínica de posgrado de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Revista Med. Pre. 2016; 1:69-73. (Citado 27 de octubre del 2019)
27. Burgos B Enfermedad periodontal y su. relación con aparatología ortodontica Tesis para obtener el título de Cirujano Dentista Guayaquil: - Universidad de Guayaquil. 2016. (Citado 16 de diciembre del 2019)
28. Gavino R. Hiperplasia gingival en paciente con tratamiento ortodóntico Tesis para obtener el grado de Cirujano Dentista. Guayaquil: Universidad de Guayaquil (Citado 16 de diciembre del 2019)
29. Bueno L. Ortodoncia y Periodoncia, dos especialidades que van de la mano Revista Fundación Juan José Carraro. España. 2017.
30. Steel, R. G. and Torrie I. H. 1988 Bioestadística principios y procedimientos. McGraw-Hill. Interamericana. México S. A. 740 pp.
31. Di Rienzo, J., Balzarini, M., Casanoves, F., González, L., Tablada, M. Guzmán, W. y Robledo C.R. 2001 InfoStat. Software estadístico. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina
32. Murrieta Pruneda JF, Juárez López LA, Linares Vieyra C, Zurita Murillo Ocampo V, Meléndez Ocampo AF, Ávila Martínez CR, et al. Prevalencia de gingivitis asociada a la higiene oral, ingreso familiar y tiempo transcurrido desde la última consulta dental, en un grupo de adolescentes de Iztapalapa. Bol Med Hosp Infant Mex [Internet]. 2018 [citado 30 Ago. 2020];65(5):367-75. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S166511462008000500006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S166511462008000500006&script=sci_arttext)
33. Medina Seruto M, Gómez Mariño M, Quintero Ortiz JE, et al. Comportamiento de las enfermedades periodontales en adolescentes. AMC [Internet]. 2014 [citado 12 Oct 2016];13(5): [aprox. 0 p.]. Disponible en: <http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/2339/773>

34. Pulido Rozo M, González Martínez F, Rivas Muñoz F. Enfermedad periodontal e indicadores de higiene bucal en estudiantes de secundaria Cartagena, Colombia. Rev salud pública [Internet]. 2019 [citado 12 Sep 2019];13(5): 844-52. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012400642011000500013&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012400642011000500013&lng=en)
35. Doncel Pérez C, Vidal Lima M, del Valle Portilla MC. Relación entre la higiene bucal y la gingivitis en jóvenes. Rev. Cubana Med. Mil [Internet]. 2016 [citado 12 Sep. 2017];40(1):26. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572011000100006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572011000100006)
36. Alvear AE, Vélez ME, Botero L. Factores de riesgo de las enfermedades periodontales. Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioq. [Internet]. 2017 [citado 12 Sep. 2019]; 22(1):34. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121246X2010000200012&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121246X2010000200012&script=sci_arttext&tlng=es)
37. Murrieta Pruneda JF, Juárez López LA, Linares Vieyra C, Zurita Murillo Ocampo V, Meléndez Ocampo AF, Ávila Martínez CR, et al. Prevalencia de gingivitis asociada a la higiene oral, ingreso familiar y tiempo transcurrido desde la última consulta dental, en un grupo de adolescentes de Iztapalapa. Bol Med Hosp Infant Mex [Internet]. 2018 [citado 30 Ago. 2020];65(5):367-75. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S166511462008000500006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S166511462008000500006&script=sci_arttext)
38. Duncan, D. B. 195.5. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11.1
39. Zaldívar Bernal HL, Cid Rodríguez MC, Sánchez Gay JM, et al. Comportamiento de la gingivitis crónica en adolescentes de la Secundaria Básica “Jesús Fernández”. Santa Marta, Cárdenas. Rev. Méd. Electrón [Internet]. 2017 Oct [citado 26 Ene 2019];36 (Supl 1). Disponible en: <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202014/supl1%202014/tema04.html>.
40. Benítez-Páez A, Belda-Ferre P, Simón-Soro A, Mira A. Microbiota diversity and gene expression dynamics in human oral biofilms. BMC Genomics. 2016 Apr;15(1):311

41. Tortolini P.; Fernandez Bodereau E. Ortodoncia y periodoncia. Av. Odontostomatol. [Internet]. Ago. [citado Marzo 03]; 27(4):197-206. Disponible en <http://scielo.isciii.es/scielo.php>
42. Navarro Nápoles, J. (2017). Enfermedad periodontal en adolescentes. Rev. Med. Electrón, 39(1), 16. citado el marzo de 2021, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v39n1/rme030117.pdf>



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**.



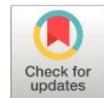
#### Indexaciones



## Eficacia de los alineadores dentales versus ortodoncia convencional en movimientos de extrusión. Revisión de literatura

*Efficacy of dental aligners versus conventional orthodontics in extrusion movements. Literature review*

- <sup>1</sup> Joseph Álvaro Azuero Ordóñez  <https://orcid.org/0009-0007-9398-06321>  
Estudiante de la Carrera de Odontología, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[Joseph.azuero.11@est.ucacue.edu.ec](mailto:Joseph.azuero.11@est.ucacue.edu.ec)
- <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)
- <sup>3</sup> Zhura Rolando Vínces Ramírez  <https://orcid.org/0009-0009-1822-7311>  
Estudiante de la Carrera de Odontología, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[zhura.vinces@est.ucacue.edu.ec](mailto:zhura.vinces@est.ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/04/2023

Revisado: 12/05/2023

Aceptado: 07/06/2023

Publicado: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2615>

Cítese: Azuero Ordóñez, J. Álvaro, Cabrera Padrón, M. I., & Vínces Ramírez, Z. R. (2023). Eficacia de los alineadores dentales versus ortodoncia convencional en movimientos de extrusión. Revisión de literatura. *Anatomía Digital*, 6(3), 48-66. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2615>



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

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

**Palabras claves:**

Alineadores dentales, ortodoncia tradicional, brackets de ortodoncia, movimientos de extrusión y eficacia.

**Keywords:** Dental aligners, traditional orthodontics, orthodontic brackets, extrusion movements y effectiveness.

**Resumen**

**Introducción.** Los alineadores dentales se han convertido en una alternativa en el tratamiento ortodóntico actual por sus beneficios estéticos y de confort para el paciente, sin embargo, es importante determinar la eficacia de estos para realizar los diferentes movimientos dentales. **Objetivo.** Analizar la eficacia de los alineadores dentales en los movimientos de extrusión dental en comparación con la ortodoncia convencional. **Metodología.** Se implementó una revisión bibliográfica y documentada de la literatura digital sobre la eficacia de los alineadores dentales en comparación con la ortodoncia convencional en el movimiento de extrusión mediante las siguientes palabras claves: dental aligners”, “traditional orthodontics”, “orthodontic brackets”, “extrusión movements” y effectiveness” y se seleccionaron 29 artículos. **Resultados.** los alineadores dentales presentan dificultades en la implementación de los movimientos de extrusión tanto de los incisivos superiores e inferiores como para la expansión de la estructura vestibular. **Conclusión.** Existe información dispersa sobre la eficacia y la previsibilidad en los movimientos extrusivos tanto con alineadores dentales como con la ortodoncia convencional. **Área de estudio general:** Odontología. **Área de estudio específica:** Ortodoncia. **Tipo de estudio:** Revisión Bibliográfica

**Abstract**

**Introduction.** Dental aligners have become an alternative in current orthodontic treatment due to their aesthetic and comfort benefits for the patient; however, it is important to determine their effectiveness to perform different dental movements. **Objective.** To analyze the effectiveness of dental aligners in dental extrusion movements compared to conventional orthodontics. **Methodology.** A bibliographic and documented review of the digital literature on the effectiveness of dental aligners compared to conventional orthodontics in the extrusion movement was implemented using the following keywords: dental aligners”, “traditional orthodontics”, “orthodontic brackets”, “extrusion movements” and effectiveness” and 29 articles were selected. **Results.** There is scattered information on

---

the effectiveness and predictability of extrusive movements with both dental aligners and conventional orthodontics.

---

## Introducción

El desarrollo científico y tecnológico ha generado cambios significativos en los protocolos de atención a pacientes con alteraciones dentoestructurales que requieran tratamientos ortodónticos en los cuales se busca alcanzar resultados más eficaces y eficientes (1). La búsqueda de cumplir con las expectativas estéticas de los pacientes durante y después del tratamiento ha dado como resultado la implementación de aditamentos transparentes conocidos como alineadores dentales; cuyo origen fue en 1945 por Kesling, el mismo que propuso los primeros alineadores dentales para el mejoramiento de las arcadas dentales con problemas de alineación sin el uso de bandas metálicas (2). Posterior a ello McNamara y Ponitz desarrollaron los aparatos retenedores invisibles y en 1998 AlignTechnology.Inc. lanzó al mercado Invisalign que es una técnica de ortodoncia invisible mediante aparatos plásticos-transparentes (3). Es por ello por lo que, con los avances tecnológicos se ha llegado a desarrollar gran variabilidad de aparatologías dentales con distintos tipos de aplicaciones y marcas que ayudan a desplazar las piezas dentales de una forma más estética (1).

En la actualidad, la ortodoncia se ha consolidado como una especialidad fundamental dentro de la odontología, puesto que permite alcanzar parámetros de bienestar en la salud y estética de los pacientes (4,5). Por ello, el uso de los brackets es una alternativa favorable para solucionar afecciones relacionadas a: maloclusiones, apiñamiento dental, diastemas, prognatismo, entre otras deformidades dentoalveolares. Sin embargo, factores como: la incomodidad, dolor, llagas, problemas de higiene oral, duración del tratamiento y sobre todo inconformidad estética han propiciado que los pacientes busquen otras alternativas odontológicas (6,7).

Es por ello por lo que, los alineadores dentales son una nueva opción de tratamiento a disposición del clínico para la resolución de alteraciones odontológicas (4,8). Puesto que, la implementación de los alineadores a representado muchos beneficios gracias a la predictibilidad de resultados según los objetivos planteados, debido a la capacidad de personalización de los tratamientos mediante el uso de herramientas tecnológicas de registro e impresión de las estructuras bucodentales para obtener mejores parámetros estéticos (4,9). No obstante, los alineadores dentales o férulas transparentes deben ser estudiados a profundidad, puesto que presentan algunos inconvenientes para obtener un resultado óptimo en movimientos específicos los cuales son: intrusión, extrusión y

rotación-inclinación mesiodistal, vestibulolingual; movimientos importantes que permiten obtener una correcta oclusión y alcanzar los objetivos estéticos y funcionales previamente establecidos (9,10).

En cuanto al movimiento de extrusión es el desplazamiento vertical de una pieza dental en dirección coronal mediante la aplicación de fuerzas ligeras de tracción para obtener cambios en los tejidos blando y el hueso alveolar (11), se caracteriza porque su aplicación es necesaria para una adecuada oclusión dental (12), debido a que, los alineadores dentales presentan dificultades en la implementación de los movimientos de extrusión tanto de los incisivos superiores e inferiores como para la expansión de la estructura vestibular (9,13).

Un problema evidente en la implementación de los alineadores dentales en relación con el movimiento de extrusión es el efecto de bloqueo de mordida, que es la interposición del acetato de los alineadores que evitan el contacto interdental lo que sugiere una falta de interdigitación dental correcta (14). Cabe señalar que, se tiene poca evidencia clínica y científica de la efectividad de los alineadores para resolver este inconveniente, debido a que existe en el mercado una diversidad de marcas y modelos de alineadores dentales, lo que genera un panorama de resultados poco significativos acerca de su uso y efecto desde la macro a la microescala en la intervención con relación a la implementación de aparatos de ortodoncia convencional. Esta arista, genera rasgos que confunden la función de este tipo de mecanismo odontológico que es muy demandado por los pacientes (11,12).

Razón por la cual, es fundamental realizar estudios que propicien un mejor entendimiento sobre el funcionamiento y la eficacia de los alineadores para realizar movimientos de extrusión indispensable para una correcta alineación y para aumentar la estabilidad del tratamiento. Es por ello que, el objetivo de esta investigación es analizar la eficacia de los alineadores dentales en comparación con la ortodoncia convencional en relación a los movimientos de extrusión. Lo que permitirá describir teóricamente la generación de alineadores, características, variables, ventajas y desventajas.

En cuanto a las ventajas, los alineadores presentan una gran variedad de beneficios para el paciente. Uno de ellos es que permite al clínico planificar el tratamiento de una forma precisa para obtener mejores resultados en un tiempo establecido (1,15), mediante el uso de los alineadores es posible corregir diferentes alteraciones dentomaxilomandibulares como las mordidas cruzadas posteriores y anteriores, con la ventaja de que previene la pérdida del tejido periodontal y cuida la estética del paciente ya que es invisible, pero necesita de una planificación adecuada del tratamiento (16,17).

Con relación a las desventajas, ya que es un dispositivo removible necesita la participación del paciente para el éxito de este, es recomendado solamente para adultos,

otra desventaja es que actúan como férulas interoclusales y poseen un grosor de (0,06 micras), lo que provoca en muchos casos dificultad para lograr un engranaje oclusal e incluso una mordida abierta (9,18). En algunos casos estos dispositivos no presentan resultados eficaces para el desplazamiento y movimiento de los dientes anteriores y los premolares, debido a que no poseen un aditamento de anclaje (11,19).

Además, se debe indagar sobre el uso de los alienadoras en los movimientos de extrusión con relación a los tratamientos de ortodoncia convencional (20), mediante una revisión bibliográfica de la literatura científica. Puesto que, su finalidad es responder las siguientes preguntas de investigación ¿Existe una eficacia del uso de los alineadores dentales con relación a la ortodoncia convencional para los movimientos de extrusión? y ¿Cuáles son las dificultades que se presentan en la implementación de los alineadores dentales en relación con los movimientos de extrusión?

**Metodología**

Para esta investigación se implementó un enfoque descriptivo y cualitativo mediante una revisión bibliográfica y documentada de la literatura odontológica sobre la eficacia de los alienadores dentales en comparación con la ortodoncia convencional en el movimiento de extrusión. Para ello, se debió recopilar, seleccionar, indagar y contrastar la información y datos científicos de forma exhaustiva para establecer conclusiones específicas sobre la problemática a tratar.

*Estrategia de búsqueda*

En este estudio se revisó la bibliografía existente en las bases de datos digitales: Pudmed, Scopus, SiencieDirect y Google Académico. Para ello, se utilizaron palabras clave obtenidas mediante los descriptores Medical Subject Headings (MeSH), Descriptors in Health Sciences (DEsC) y términos libres adecuados al tema como: “dental aligners”, “traditional orthodontics”, “orthodontic brackets”, “extrusion movements” y “effectiveness”, conjugados con los operadores booleanos, AND y OR con el objetivo de alcanzar una búsqueda más específica.

**Tabla 1.** Estrategias para el proceso de búsqueda inicial

Bases de datos	Árbol de búsqueda	Total
PudMed	(Dental aligners) OR (traditional orthodontics) AND (extrusion) AND (effectiveness).	39
SCOPUS	(Dental aligners) OR (traditional orthodontics) AND (extrusion) AND (effectiveness).	66

**Tabla 1.** Estrategias para el proceso de búsqueda inicial (continuación)

Bases de datos	Árbol de búsqueda	Total
SienceDirect	(Dental aligners) OR (traditional orthodontics) AND (extrusion) AND (effectiveness).	136
Google Académico	(Dental aligners) OR (traditional orthodontics) AND (extrusion) AND (effectiveness).	4990
	Total	5231

En el cuadro se encuentra registrado las cuatro bases digitales, junto con las palabras claves y operadores Booleanos utilizados en la búsqueda y el total de estudios obtenidos en cada buscador digital.

*Criterios de Inclusión*

Los criterios determinados fueron: publicaciones de los últimos 5 años (2018-2022), estudios de casos, revisiones sistemáticas, revisiones bibliográficas, ensayos clínicos aleatorizado en idioma inglés y español.

*Criterios de Exclusión*

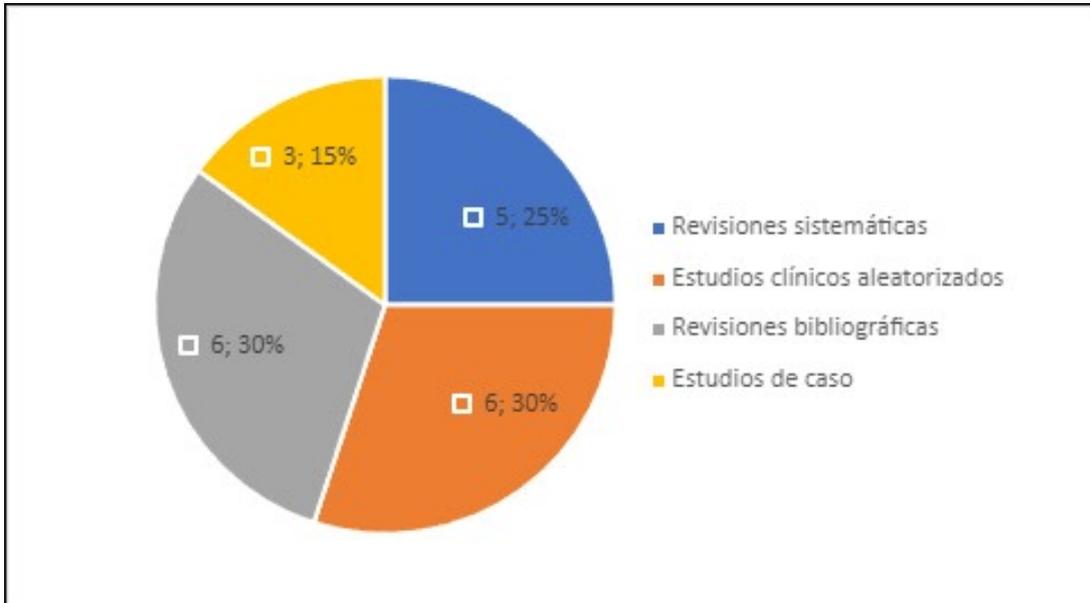
Capítulos de libro, opinión de expertos, tesis de pregrado y postgrado, tesinas, memorias, conferencias, documentos editoriales de la salud, ensayos clínicos de animales o que los autores hayan presentado conflicto de interés dentro de su estudio.

*Extracción de datos y cribaje*

Dentro de los procedimientos iniciales de búsqueda se obtuvieron 5.231 documentos, al aplicar los criterios de inclusión y exclusión se recopilaron 78 estudios, de los cuales, mediante el cribaje y el análisis de los títulos, objetivos, resultados y métodos, se obtuvo 29 documentos que se explican en el siguiente cuadro de selección.

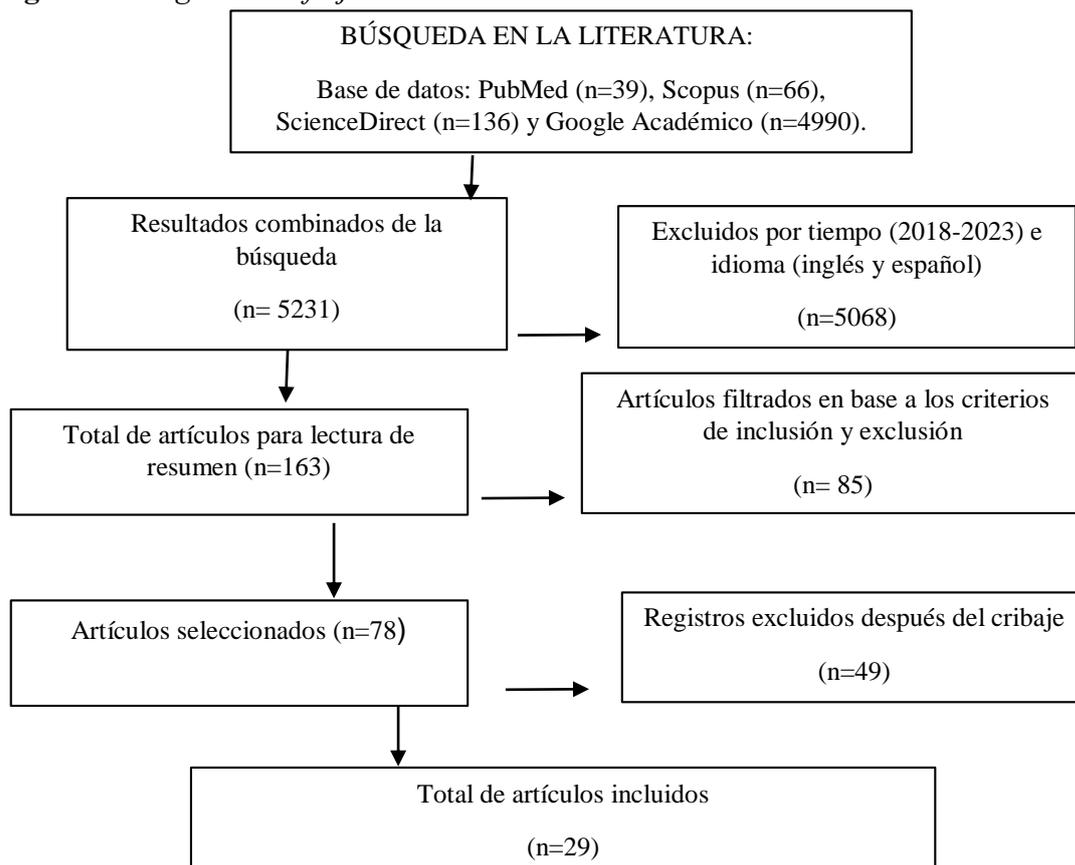
**Resultados**

**Figura 1.** Tipos de estudios recopilados



Los 29 trabajos seleccionados, se clasifican en: 5 revisiones sistemáticas, 6 revisiones bibliográficas, 13 ensayos clínicos aleatorizados y 5 estudios de caso.

**Figura 2.** Diagrama de flujo de selección de artículos



El flujograma indica los resultados bibliográficos de la búsqueda digital que se seleccionaron y sistematizaron de acuerdo con el uso de filtros y un cribaje de la información.

Los alineadores dentales son aparatos ortodóncicos transparentes compuestos por férulas o láminas de termoplástico, desarrolladas a partir de la tecnología 3D Computer Aided Design- Computer Aided Manufacturing (CAD-CAM) (9). Además, su utilización se basa en un diagnóstico y revisión odontológica para que se adapten a las placas dentales del paciente (2). Estos dispositivos cumplen la función de un tratamiento de ortodoncia convencional, pero se caracterizan fundamentalmente por brindar mayor comodidad y una apariencia estética más aceptada por los usuarios (9). Es por ello por lo que, en la actualidad, el sistema de alineadores dentales se han transformado en un tratamiento con alta demanda por parte de los pacientes, lo que ha producido una disminución en la implementación de una ortodoncia con aparatología fija convencional (13, 14).

Además, los alineadores dentales son dispositivos cuyo objetivo es mejorar la posición de los dientes, sin embargo, presentan algunas limitaciones como no tener un control adecuado de la dimensión vertical durante el tratamiento (13,15,16). Otro de los inconvenientes es que no posee un anclaje fijo, por lo que, hace que los tratamientos no tengan la rigurosidad requerida, puesto que el paciente puede retirarse el alineador sin un control permanente del especialista en ortodoncia (11,17, 18).

En el caso de ortodoncia convencional, esta se caracteriza por ser un tratamiento que se basa en el movimiento dental y sirve para la remodelación ósea (19,20,21). Además, la intervención en mención utiliza una aparatología fija o Brackets que pueden ser metálicos o de cerámica, lo que no permiten ser removidos con facilidad por parte del paciente (4). Los mismos son utilizados desde hace más de cien años y ayudan a resolver problemas de maloclusión leves o severas basados en una alineación dental (3). Además, se caracteriza por generar muy poca fricción en los dientes y realizar su proceso en un tiempo determinado, de igual manera ayuda a extruir las piezas dentales y mejorar el ángulo del plano mandibular (13,22).

En cuanto a las ventajas, la ortodoncia convencional o tradicional presenta puntos favorables para un tratamiento odontológico, porque presenta una mayor resistencia y brinda un menor desgaste de los dientes, además, controla de forma adecuada los incisivos mandibulares y genera una mayor distalización de los molares maxilares, lo que permite una correcta alineación dental (6), por consiguiente, mejoran la oclusión dental (23). Existen problemas relacionados al aseo bucal, debido a que no se puede retirar los aparatos, lo que propicia que se genere la acumulación de residuos en las placas dentales. De igual manera, se menciona que la aparatología fija causa alteraciones en el habla, irritación de la lengua y problemas para masificar (4). A su vez, La ortodoncia

convencional tiene dificultades para establecer un tratamiento que sea cómodo y que no afecte la estética facial y bucal de los pacientes (13).

En el caso de la previsibilidad la eficiencia se refiere según (14) y (3), a que la ortodoncia convencional presenta resultados positivos para los tratamientos de la alineación dental, puesto que, la aparatología fija tiene mayor eficacia para generar fuerza de desplazamiento en los molares maxilares y mandibulares (3,14). Con relación al uso de los alineadores dentales, para (1) la previsibilidad del tratamiento con alineadores alcanza una eficiencia del 70,88% pero presenta dificultades en los movimientos de extrusión(1). Por lo que, para (24) los movimientos de extrusión requieren un mayor control radicular para obtener resultados predecibles, puesto que se registró una precisión menor al 50%). Finalmente, para (9) mencionan que los alineadores dentales en los movimientos de extrusión y rotación no superan el 30% de previsibilidad. Los resultados encontrados se resumen en la tabla a continuación.

**Tabla 2.** Cuadro de resultados de la eficacia del movimiento de extrusión en los alineadores dentales

Autor	Título	Año	Objetivos	Resultados
Suh et al. (25)	Treatment of anterior open bites using non-extraction clear aligner therapy in adult patients	2022	El propósito de este estudio fue examinar la efectividad y el mecanismo de la terapia con alineadores transparentes para la corrección de la mordida abierta anterior en casos de adultos sin extracciones.	Se estableció que se produjo un 0,4–0,5 mm de extrusión relativa con cada cambio de 5° en la inclinación cuando U1-SNA oscilaba entre 93° y 115°.
Harris et al. (10)	Evaluation of open bite closure using clear aligners: a retrospective study	2020	Evaluar los efectos dentarios y esqueléticos que se producen en la corrección de la mordida abierta anterior con alineadores transparentes.	En relación con los movimientos de extrusión el estudio determinó que [ U1 - SN'(mm) = 1,45 ± 0,89 mm].
ri et al. (28)	Comparing Distal-Jet with Dental Anchorage to Distal-Jet with Skeletal Anchorage: A Prospective Parallel Cohort Study	2020	Comparar el aparato de distal jet soportado por minitornillo con un aparato de distal jet tradicional evaluando la cantidad de distalización del primer molar superior y los efectos secundarios dentoalveolares.	En un estudio comparativo se evidenció que en el Grupo B hubo una extrusión promedio de 1,1 mm + 0,8.
Costa et al. (27)	Effect of three different attachment designs in the extrusive forces generated by thermoplastic aligners in the maxillary central incisor.	2022	El objetivo de este estudio fue evaluar en los tres ejes (X, Y y Z) las fuerzas generadas por tres diseños de aditamentos diferentes para la extrusión del incisivo central maxilar usando alineadores de ortodoncia estéticos.	Todos los diseños de aditamentos estudiados pudieron realizar satisfactoriamente el movimiento de extrusión. Sin embargo, las intensidades de fuerza fueron diferentes en los tres diseños (diseño 1 = 2,5 N; diseño 2 = 2,2 N y diseño 3 = 1,1N).

**Tabla 2.** Cuadro de resultados de la eficacia del movimiento de extrusión en los alineadores dentales (continuación)

Autor	Título	Año	Objetivos	Resultados
Steele et al. (26)	A comparative assessment of the dentoskeletal effects of clear aligners vs miniplaque-supported posterior intrusion with fixed appliances in adult patients with anterior open bite. A multicenter, retrospective cohort study.	2022	Evaluar retrospectivamente los efectos dento-esqueléticos de los alineadores transparentes (Invisalign) frente a la intrusión posterior asistida por miniplacas (MSPI) e identificar los factores asociados con la sobremordida posterior al tratamiento en adultos con mordida abierta anterior.	En relación a los movimientos de extrusión, la distancia de los bordes incisales de los incisivos maxilares y mandibulares al plano palatino aumentó en 1,05 mm y 0,9 mm en Invisalign en comparación con MSPI (aparato fijo) Urgiles et al. (9)
Urgiles et al. (9)	Alineadores Dentales en movimientos de extrusión, intrusión, rotación, inclinación mesiodistal, vestibulolingual y alineación. Revisión de la literatura	2022	Analizar la efectividad de los alineadores dentales en movimientos de extrusión, intrusión, rotación, inclinación mesio distal, vestibulo lingual y alineación.	Los movimientos de extrusión son de menor previsibilidad (0,56mm) teniendo extrusión de incisivos centrales superiores 18% y 25% en los inferiores Garnett et al. (13)
Garnett et al. (13)	Cephalometric comparison of adult anterior open bite treatment using clear aligners and fixed appliances	2019	Evaluar retrospectivamente los efectos dento-esqueléticos de los alineadores transparentes (Invisalign) frente a la intrusión posterior asistida por miniplacas (MSPI) e identificar los factores asociados con la sobremordida posterior al tratamiento en adultos con mordida abierta anterior.	Evaluar retrospectivamente los efectos dento-esqueléticos de los alineadores transparentes (Invisalign) frente a la intrusión posterior asistida por miniplacas (MSPI) e identificar los factores asociados con la sobremordida posterior al tratamiento en adultos con mordida abierta anterior.

En este cuadro de resultados se muestra la sistematización de los artículos más relevantes, en el cual, según (24,25) al examinar la efectividad y mecanismo con alineadoras transparentes se concluyó que se produjo un 0,4-0,5 mm de extrusión relativa con cada cambio de 5 grados en la inclinación cuando U1-SNA oscilaba entre 93 y 115 grados. A diferencia con (9), que analizó la efectividad de los alineadores dentales en movimientos de extrusión y determinó que son de menor previsibilidad (0,56 mm), obteniendo como resultado un 18% de extrusión de incisivos centrales superiores y un 25% en los inferiores.

**Tabla 3.** Cuadro de resultados de la eficacia del movimiento de extrusión en la ortodoncia convencional

Autor	Título	Año	Objetivos	Resultados
Steele et al. (26)	A comparative assessment of the dentoskeletal effects of clear aligners vs miniplate-supported posterior intrusion with fixed appliances in adult patients with anterior open bite. A multicenter, Ke et al.	2022	Evaluar retrospectivamente los efectos dentoesceléticos de los alineadores transparentes (Invisalign) frente a la intrusión posterior asistida por miniplacas (MSPI) e identificar los factores asociados con la sobremordida posterior al tratamiento en adultos con mordida abierta anterior.	Los resultados demuestran una extrusión media de 1 mm sin cambios en la inclinación de los incisivos mandibulares en relación con el MP.  No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en la puntuación del Sistema de calificación objetiva (DMP = 8,38, IC del 95 % [-0,17, 16,93]; P = 0,05). los pacientes tratados con alineadores transparentes tuvieron una duración del tratamiento más corta que con aparatos ortopédicos (DMP = -6,31, IC del 95 % [-8,37, -4,24]; P < 0,001 ).
Ata-Ali et al.	A comparison of treatment effectiveness between clear aligner and fixed appliance therapies	2019	Verificar si la efectividad del tratamiento con alineadores transparentes era similar a la de los aparatos fijos convencionales.	
Garnett et al. (13)	Cephalometric comparison of adult anterior open bite treatment using clear aligners and fixed appliances	2019	Evaluar retrospectivamente los efectos dentoesceléticos de los alineadores transparentes (Invisalign) frente a la intrusión posterior asistida por miniplacas (MSPI) e identificar los factores asociados con la sobremordida posterior al tratamiento en adultos con mordida abierta anterior.	La extrusión de los incisivos superiores e inferiores fue inferior a 1 mm.
Rask et al. (14)	Cephalometric evaluation of changes in vertical dimension and molar position in adult non-extraction treatment with clear aligners and traditional fixed appliances	2021	Comparar los cambios promovidos por los alineadores transparentes y la aparatología fija tradicional en las medidas cefalométricas de la dimensión vertical y posición molar en pacientes adultos con maloclusión Clase I tratados sin extracciones.	L6H en el movimiento de extrusión, aumentó (0,63 mm) en el grupo de aparatología fija tradicional. Los ángulos del plano mandibular (relacionados con la base del cráneo y con Frankfort) aumentaron (0,43° y 0,53°).

En este cuadro de resultados se muestra la sistematización de los artículos más relevantes relacionados al uso de la ortodoncia convencional y su eficacia para la ejecución de los movimientos de extrusión. Puesto que para (26) en una evaluación retrospectiva de los

alineadores transparentes Invisalign, de muestra que existe un movimiento de extrusión medio que equivale a 1 mm sin cambios en la inclinación de los incisivos. Sin embargo, según (14), en una comparación sobre los cambios promovidos por los alineadores dentales y la aparatología fija evidencia que aumentó solamente en un 0,53 mm de efectividad de la odontología fija y en los ángulos de plano mandibular aumentó en 0,43 y 0,53 grados.

### Discusión

En la actualidad, los movimientos de extrusión presentan inconvenientes en el control del movimiento dental (3). En el caso de los alineadores dentales, para (25) menciona que se produjo un 0,4-0,5 mm de extrusión relativa por cada cambio de 5 grado de inclinación con relación a U1-SNA que oscilaba entre 93° y 115°. Sin embargo, (26) señala que con relación a los efectos de los alineadores transparentes para el tratamiento de la mordida abierta, demuestra que existe una extrusión media de 1mm sin cambios en la inclinación de los incisivos mandibulares (26).

De la misma manera, (10) plantea que los efectos dentarios generan una corrección de la mordida abierta mediante la utilización de los alineadores transparentes, determinando un  $U1 -SN'(mm) = 1,45 \pm 0,89$  mm. A diferencias de (14) que, al comparar las variaciones establecidas por los alineadores y la aparatología fija tradicional, el movimiento de extrusión aumentó en 0,63mm con la aparatología fija (14). A su vez, en palabras de Costa et al. (27) al evaluar las fuerzas producidas por tres aditamentos para la extrusión, se pudo constatar un movimiento de extrusión favorable, pero se debió utilizar diferente intensidad de fuerza para la alineación dental, puesto que en el diseño 1 se obtuvo un 2,5 %, en el diseño 2 un 2,2% y en el diseño 3 se registró un 1,1%.

Por su parte, en un estudio comparativo de la ortodoncia convencional realizado por Altieri et al. (28) entre aparatología interdental con minitornillo y la ortodoncia tradicional, se evidenció que en el segundo existió una extrusión promedio de 1,1 mm + 0,8 en referencia de la distalización del primer molar superior. En cambio, para Garnett et al. (13) en un estudio sobre los alineadores transparentes, la extrusión de los incisivos superiores e inferiores fue menor a 1mm. Es por ello por lo que, en palabras de Oliveira (29), los ortodoncistas tienen distintos criterios sobre el uso de los alineadores dentales, por lo cual los pacientes demuestran satisfacción en los tratamientos, puesto que, se basan en los elementos estéticos que en su efectividad. Finalmente (9) menciona que los desplazamientos de extrusión con los alineadores dentales tienen menor alcance con un 0,56mm en los incisivos centrales y en los inferiores representa el 25% de efectividad (9). Sin embargo, para Ke et al. (3) la efectividad en el tratamiento odontológico con alineadores transparentes es similar al tratamiento con aparatos fijos convencionales, puesto que representa el 95% de eficacia en ambos casos.

### Conclusiones

- En el presente trabajo se ha podido determinar que existe información dispersa sobre la previsibilidad y eficacia en los movimientos sobre todo de extrusión tanto con alineadores dentales como con la ortodoncia convencional. Además, la eficacia de los alineadores en los movimientos dentales es muy baja, debido a que requiere auxiliares con puntos de precisión. En el caso de los alineadores dentales, se ha podido establecer que la utilización de aditamentos aumentó el nivel de efectividad en el tratamiento ortodóncico con alineadores transparentes. De la misma manera, los alineadores dentales son funcionales porque facilitan una mejor higiene bucal con menor dolor para el tratamiento de la mordida abierta.
- Sin embargo, no existe evidencia exacta en los movimientos de extrusión, porque los alineadores no logran un buen control de este desplazamiento, siendo necesario implementar attachments, elásticos intermaxilares y mini implantes para mejores resultados a largo plazo. De igual manera, se demuestra que para el movimiento de extrusión es necesaria una apropiada oclusión dental, debido a que, la previsibilidad de este movimiento no evidencia datos confiables en relación con el uso de los alineadores dentales.

### Referencias Bibliográficas

1. Galluccio G, De Stefano AA, Horodynski M, Impellizzeri A, Guarnieri R, Barbato E, et al. Efficacy and Accuracy of Maxillary Arch Expansion with Clear Aligner Treatment. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, Vol 20, Page 4634 [Internet]. 6 de marzo de 2023 [citado el 7 de mayo de 2023];20(5):4634. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/5/4634/htm>
2. García Vázquez A. Eficacia y predictibilidad de los cambios transversales con alineadores: revisión sistemática. *Ciencias de la Salud*. 2021;
3. Ke Y, Zhu Y, Zhu M. A comparison of treatment effectiveness between clear aligner and fixed appliance therapies. *BMC Oral Health* [Internet]. el 23 de enero de 2019 [citado el 7 de mayo de 2023];19(1):1–10. Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-018-0695-z>
4. Kaklamanos EG, Makrygiannakis MA, Athanasiou AE. Oral Health-Related Quality of Life throughout Treatment with Clear Aligners in Comparison to Conventional Metal Fixed Orthodontic Appliances: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. el 1 de febrero de 2023 [citado el 6 de mayo

- de 2023];20(4):3537. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/4/3537/htm>
5. Zhang J, Li J, Peng Y. Orthodontic treatment with clear aligners for a patient with chronic periodontitis. *Korean J Orthod* [Internet]. 2022 [citado el 7 de mayo de 2023];52(6):439–50. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36424812/>
  6. Wu Y, Yu Q, Xia Y, Wang B, Chen S, Gu K, et al. Does mandibular advancement with clear aligners have the same skeletal and dentoalveolar effects as traditional functional appliances? *BMC Oral Health* [Internet]. el 1 de diciembre de 2023 [citado el 29 de abril de 2023];23(1):1–12. Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-023-02709-5>
  7. Sánchez I. Estabilidad en el tratamiento de la mordida abierta: Revisión bibliográfica [Internet]. 2021 [citado el 7 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/134762>
  8. D’Antò V, Valletta R, Ferretti R, Bucci R, Kirlis R, Rongo R. Predictability of Maxillary Molar Distalization and Derotation with Clear Aligners: A Prospective Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, Vol. 20, Page 2941 [Internet]. el 8 de febrero de 2023 [citado el 7 de mayo de 2023];20(4):2941. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/4/2941/htm>
  9. Urgiles C, Lima M, Delgado M. Vista de efectividad de los alineadores dentales en movimientos de extrusión, intrusión, rotación, inclinación mesiodistal, vestibulolingual y alineación. revisión de la literatura (4). *Revista Killkana Salu y bienestar* [Internet]. 2022 [citado el 21 de junio de 2023];6:51–68. Disponible en: [https://killkana.ucacue.edu.ec/index.php/killkana\\_salud/article/view/983/1231](https://killkana.ucacue.edu.ec/index.php/killkana_salud/article/view/983/1231)
  10. Harris K, Ojima K, Dan C, Upadhyay M, Alshehri A, Kuo CL, et al. Evaluation of open bite closure using clear aligners: a retrospective study. *Prog Orthod* [Internet]. el 1 de diciembre de 2020 [citado el 29 de abril de 2023];21(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32830306/>
  11. Jia L, Wang C, He Y, Wang C, Apicella A, Song J, et al. Effect of 3D anchorage attachment on the alleviating tipping/extrusion of premolars for en-mass distalization of maxillary molars with clear aligners: A finite element study. *Med Nov Technol Devices* [Internet]. el 26 de abril de 2023 [citado el 30 de abril de 2023];100231. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2590093523000267>

12. Nucera R, Dolci C, Bellocchio AM, Costa S, Barbera S, Rustico L, et al. Effects of Composite Attachments on Orthodontic Clear Aligners Therapy: A Systematic Review. *Materials (Basel)* [Internet]. el 1 de enero de 2022 [citado el 29 de abril de 2023];15(2). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35057250/>
13. Garnett BS, Mahood K, Nguyen M, Al-Khateeb A, Liu S, Boyd R, et al. Cephalometric comparison of adult anterior open bite treatment using clear aligners and fixed appliances. *Angle Orthod* [Internet]. el 1 de enero de 2019 [citado el 7 de mayo de 2023];89(1):3–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30280928/>
14. Rask H, English JD, Colville C, Kasper FK, Gallerano R, Jacob HB. Cephalometric evaluation of changes in vertical dimension and molar position in adult non-extraction treatment with clear aligners and traditional fixed appliances. *Dental Press J Orthod* [Internet]. 2021 [citado el 29 de abril de 2023];26(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34524380/>
15. Jedliński M, Mazur M, Greco M, Belfus J, Grocholewicz K, Janiszewska-Olszowska J. Attachments for the Orthodontic Aligner Treatment—State of the Art—A Comprehensive Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, Vol. 20, Page 4481 [Internet]. el 2 de marzo de 2023 [citado el 7 de mayo de 2023];20(5):4481. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/5/4481/htm>
16. Chen M, Chen X, Sun L, Zhao B, Liu Y. Sequential soft- and hard-tissue augmentation after clear aligner-mediated adjustment of traumatic occlusion: A case report. *The Journal of the American Dental Association*. el 1 de junio de 2022;153(6):572-581.e1.
17. Rea-Fernández DA, Ramírez-Romero D. Terapéutica para la corrección de mordida abierta anterior. Revisión de la literatura. *CIENCIAMATRIA* [Internet]. el 1 de julio de 2022 [citado el 7 de mayo de 2023];8(3):437–58. Disponible en: <https://www.cienciamatriarevista.org/ve/index.php/cm/article/view/775/1252>
18. González-Calle F, Guerrero-Alvarado D. Ortodoncia lingual: su biomecánica y efectividad. Una revisión de la literatura. *593 Digital Publisher CEIT, ISSN-e 2588-0705, Vol. 7, N° Extra 3, 2, 2022 (Ejemplar dedicado a: Special Edition), págs. 104-113* [Internet]. 2022 [citado el 7 de mayo de 2023];7(3):104–13. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8499402&info=resumen&idoma=SPA>

19. Casula L. The “Prosthetic Orthodontic Approach”: An Application of the Biologically Oriented Preparation Technique Protocol. *Case Rep Dent* [Internet]. 2021 [citado el 29 de abril de 2023];2021. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33981461/>
20. Ramírez-Díaz RE, Moscoso-Sivirichi K, Consoli-Senno M. Reabsorción radicular seguida de tratamiento de ortodoncia en individuos con mordida abierta anterior. Una visión completa centrada en diferentes alternativas de tratamiento: Una revisión. *Revista Científica Odontológica* [Internet]. el 29 de septiembre de 2022 [citado el 7 de mayo de 2023];10(3):e118–e118. Disponible en: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/odontologica/article/view/1332>
21. "Almagrami I, Almashraqi AA, Almaqrami BS, Mohamed AS, Wafaie K, Al-Balaa M, et al. A quantitative three-dimensional comparative study of alveolar bone changes and apical root resorption between clear aligners and fixed orthodontic appliances. *Prog Orthod* [Internet]. 2023 [citado el 6 de mayo de 2023];24(6):1–11. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s40510-023-00458-3.pdf>
22. Huang G, Yang M, Qali M, Wang TJ, Li C, Chang YC. Clinical Considerations in Orthodontically Forced Eruption for Restorative Purposes. *J Clin Med* [Internet]. el 1 de diciembre de 2021 [citado el 29 de abril de 2023];10(24). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34945246/>
23. Mapelli A, Serafin M, Dolci C, Gibelli D, Caprioglio A, Sforza C, et al. Consistency and Reliability Analyses of a Comprehensive Index for the Evaluation of Teeth Alignment Performance. *Journal of Clinical Medicine* 2022, Vol 11, Page 1016 [Internet]. el 16 de febrero de 2022 [citado el 7 de mayo de 2023];11(4):1016. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/11/4/1016/htm>
24. D’Antò V, Valletta R, De Simone V, Pisano M, Martina S. Clear Aligners Treatment of Class III Subdivision with an Extraction of a Lower Bicuspid. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, Vol. 20, Page 3550 [Internet]. el 17 de febrero de 2023 [citado el 7 de mayo de 2023];20(4):3550. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/4/3550/htm>
25. Suh H, Garnett BS, Mahood K, Mahjoub N, Boyd RL, Oh H. Treatment of anterior open bites using non-extraction clear aligner therapy in adult patients. *Korean J Orthod* [Internet]. el 1 de mayo de 2022 [citado el 29 de abril de 2023];52(3):210–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35527369/>

26. Steele BP, Pandis N, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. A comparative assessment of the dentoskeletal effects of clear aligners vs miniplate-supported posterior intrusion with fixed appliances in adult patients with anterior open bite. A multicenter, retrospective cohort study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [Internet]. el 1 de agosto de 2022 [citado el 29 de abril de 2023];162(2):214-228.e4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35339320/>
27. Costa R, Calheiros FC, Ballester RY, Gonçalves F. Effect of three different attachment designs in the extrusive forces generated by thermoplastic aligners in the maxillary central incisor. *Dental Press J Orthod* [Internet]. el 1 de mayo de 2020 [citado el 29 de abril de 2023];25(3):46–53. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32844975/>
28. Altieri F, Mezio M, Guarnieri R, Cassetta M. Comparing Distal-Jet with Dental Anchorage to Distal-Jet with Skeletal Anchorage: A Prospective Parallel Cohort Study. *Dent J (Basel)* [Internet]. el 1 de octubre de 2022 [citado el 29 de abril de 2023];10(10). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36285989/>
29. Oliveira P; Bugaighis I; Nunes Costa H, Pereira M, Oliveira P, Bugaighis I, et al. Perception of Need for Further Refinement in a Clear Aligner Treatment among Orthodontists, Dentists and Laypeople: A Retrospective Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022, Vol 19, Page 15498 [Internet]. el 23 de noviembre de 2022 [citado el 7 de mayo de 2023];19(23):15498. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/23/15498/htm>

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses ya que el presente estudio es una revisión bibliográfica sin necesidad de la elaboración de un consentimiento informado.

### Declaración de contribución de los autores

Autor 1: Participó en la planificación y diseño de la revisión bibliográfica. Realizó una revisión crítica de los estudios seleccionados, evaluando la calidad metodológica y la validez de los resultados.

Autor 2: Contribuyó en la interpretación y discusión de los hallazgos de la revisión. Participó en la redacción y revisión del contenido del manuscrito.

Autor 3: Proporcionó comentarios y aportes valiosos para mejorar la claridad y coherencia del trabajo. Participó en la elaboración de los resultados y conclusiones.

En resumen, la participación crucial de Joseph Azuero, Isabel Cabrera y Zhura Vines, en este estudio científico ha sido vital para su progreso y finalización exitosa. Sus esfuerzos han promovido el avance del conocimiento en el campo y han abierto nuevas perspectivas para futuras investigaciones en esta área.



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**.



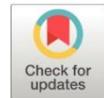
#### Indexaciones



## Efectos de la fotobiomodulación en el tratamiento de ortodoncia. Revisión bibliográfica

### *Effects of photobiomodulation in orthodontic treatment. Bibliographic Review*

- <sup>1</sup> Zhura Rolando Vinces Ramírez  <https://orcid.org/0009-0009-1822-7311>  
Estudiante de la carrera de Odontología, Universidad Católica de Cuenca. Cuenca. Ecuador  
[zhura.vinces@est.ucacue.edu.ec](mailto:zhura.vinces@est.ucacue.edu.ec)
- <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)
- <sup>3</sup> Joseph Álvaro Azuero Ordóñez  <https://orcid.org/0009-0007-9398-06321>  
Estudiante de la carrera de Odontología, Universidad Católica de Cuenca. Cuenca. Ecuador  
[joseph.azuero.11@est.ucacue.edu.ec](mailto:joseph.azuero.11@est.ucacue.edu.ec)



#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/04/2023

Revisado: 11/05/2023

Aceptado: 06/06/2023

Publicado: 05/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2616>

Cítese:

Vinces Ramírez, Z. R., Cabrera Padrón, M. I., & Azuero Ordóñez, J. Álvaro. (2023). Efectos de la fotobiomodulación en el tratamiento de ortodoncia. Revisión bibliográfica. *Anatomía Digital*, 6(3), 67-83.  
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2616>



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

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

**Palabras claves:**

ortodoncia,  
fotobiomodulación,  
terapia con láser,  
terapia de luz de bajo  
nivel

**Keywords:**

orthodontics,  
photobiomodulation,  
laser therapy, low-  
level light therapy

**Resumen**

**Introducción.** La ortodoncia es una especialidad odontológica encargada de la corrección de las alteraciones con respecto de la ubicación de los dientes dentro de sus arcadas dentales, conocidas como maloclusiones. En este contexto, la fotobiomodulación (FBM) surge como un tratamiento prometedor que utiliza la luz de baja intensidad para estimular respuestas biológicas en los tejidos de forma acelerada para permitir la aceleración del movimiento dental logrando así movimientos dentales más rápidos. **Objetivo.** Determinar el efecto de la FBM en el tratamiento ortodóntico explorando la evidencia científica disponible sobre su aplicación en este campo. **Metodología.** Se realizó un análisis descriptivo, crítico y transversal mediante una revisión bibliográfica de la literatura relacionada al tema en estudio, acerca de las consecuencias de la FBM para el tratamiento de ortodoncia en las bases digitales: Pudmed, Proquest y Redalyc mediante las palabras clave “orthodontics”, “photobiomodulation”, “laser therapy” y “low-level light therapy”. **Resultados.** Los resultados que se obtuvieron durante esta revisión bibliográfica comprobaron que, la FBM logró estimular el movimiento de los osteoblastos y ayudó a formar el hueso alrededor de los dientes, la FBM aceleró el movimiento dental en pacientes con tratamiento de ortodoncia. **Conclusión.** La FBM puede acelerar el movimiento dental en pacientes sometidos a tratamientos de ortodoncia. Además, se demostró una disminución significativa en la inflamación, así como una reducción en la sensibilidad dental y el malestar después de ajustar de los aparatos ortodónticos. **Área de estudio general:** Odontología. **Área de estudio específica:** Ortodoncia. **Tipo de estudio:** Revisión bibliográfica.

**Abstract**

**Introduction.** Orthodontics is a dental specialty in charge of correcting alterations regarding the location of the teeth within their dental arches, known as malocclusions. In this context, photobiomodulation (FBM) emerges as a promising treatment that uses low intensity light to stimulate biological responses in tissues in an accelerated way to allow acceleration of tooth

movement, thus achieving faster tooth movements. **Objective.** To determine the effect of FBM in orthodontic treatment by exploring the available scientific evidence on its application in this field. **Methodology.** A descriptive, critical, and cross-sectional analysis was conducted through a bibliographic review of the literature related to the subject under study, about the consequences of FBM for orthodontic treatment in the digital databases: Pudmed, Proquest and Redalyc using the keywords "orthodontics," "photobiomodulation," "laser therapy" and "low-level light therapy." **Results.** The results that were obtained during this bibliographic review verified that, the FBM was able to stimulate the movement of the osteoblasts and helped to form the bone around the teeth, the FBM accelerated the dental movement in patients with orthodontic treatment. **Conclusion.** FBM can speed up tooth movement in patients undergoing orthodontic treatment. In addition, a significant decrease in inflammation was demonstrated, as well as a reduction in tooth sensitivity and discomfort after fitting of the orthodontic appliances.

## Introducción

Durante los últimos años, existe un aumento en la demanda y accesibilidad de tratamientos de ortodoncia, sumados a la creciente necesidad por parte de los pacientes de reducir la duración de la intervención (1). Por lo general, los tratamientos de ortodoncia duran entre 24 y 36 meses, lo que genera afecciones en el bienestar de los pacientes e incrementa el riesgo de los efectos secundarios a largo plazo, así como el riesgo de caries y la reabsorción de raíces (1,2). La ortodoncia es una especialidad odontológica destinada para corregir las mal posiciones de los dientes y la mandíbula, conocidas como maloclusiones (3). Las maloclusiones suelen tener distintas causas, como los factores genéticos, los hábitos perjudiciales y la pérdida prematura de dientes. Además, sirve como un auxiliar de aceleración del movimiento dental, por lo que, puede afectar la estética dental. De la misma manera, las maloclusiones causan problemas funcionales y de autoestima. La corrección de la alineación dental facilita la higiene bucal, previene el desgaste dental prematuro, reduce el riesgo de enfermedades periodontales, mejora la función masticatoria y el habla y evita problemas en la articulación temporomandibular (4).

Es por ello por lo que, la temporalidad juega un papel importante, debido a que, actualmente los pacientes requieren tratamientos más rápidos debido a sus actividades sociales en el medio en el que se desenvuelven, razón por la cual el especialista en ortodoncia debe buscar alternativas que permitan la aceleración del tratamiento, pero manteniendo la eficacia y eficiencia de estos, mediante el cumplimiento de los objetivos propuestos en base al diagnóstico del paciente. (2).

En ese sentido gracias al avance tecnológico, el clínico dispone de una gama de alternativas para que aceleren el reajuste de los dientes o mandíbula en el tratamiento en ortodoncia (invasivos y no invasivos). Razón por la cual, en este contexto, la fotobiomodulación (FBM) surge como un método prometedor que utiliza la luz de baja intensidad para estimular respuestas biológicas en los tejidos de forma acelerada, además, reduce el dolor, se encarga de los trastornos temporomandibulares, promueve la regeneración ósea y acelera el movimiento dental (3). Sin embargo, es necesario tener una visión amplia sobre los efectos de la FBM en el tratamiento de la ortodoncia, para obtener una visión clara y actualizada de los resultados de la FBM en el tratamiento de la ortodoncia (4). Esto permitirá a los profesionales de la odontología y ortodoncia comprender mejor el potencial de esta terapia complementaria y tomar decisiones informadas en la planificación y aplicación de los tratamientos ortodónticos (5,6).

Es por ello por lo que, la presente revisión tiene como objetivo evaluar el efecto de la FBM en la aceleración del movimiento dental dentro del tratamiento ortodóntico. Razón por la cual, este trabajo se basó en la siguiente pregunta investigativa: ¿Cuál es el efecto de la FBM en la aceleración del movimiento dental dentro del tratamiento de la ortodoncia?

### Metodología

Para la presente investigación se realizó un análisis descriptivo, crítico y transversal mediante una revisión bibliográfica de la literatura relacionada al tema en estudio, acerca del impacto de la FBM en el tratamiento de ortodoncia. Además, la metodología en mención permitió realizar un análisis expositivo en base a los objetivos, muestra, protocolo y resultados de estudios recopilados que abordan esta temática desde diversas aristas. Es por ello por lo que, se tomó en consideración el objetivo de reconocer los múltiples tipos de efectos de la FBM y su incidencia en las intervenciones ortodónticas. A su vez, recopilar datos científicos exhaustivos mediante un análisis de las muestras y resultados de los trabajos recopilados para tener información verificada sobre los efectos de este procedimiento mediante la utilización del láser de baja frecuencia. Para lo cual, se establecieron algunos criterios metodológicos como: búsqueda, inclusión, exclusión y selección de datos y cribaje.

**Estrategia de búsqueda:** en este apartado se implementó una indagación de la literatura con bases de datos científicas como: Pudmed, Proquest y Redalyc. Para ello, se utilizaron palabras claves como: “orthodontics”, “effects”, “photobiomodulation”, “laser therapy” “randomized controlled trial” y “low-level light therapy”. Además, se implementaron los siguientes Operadores Booleanos, AND y OR con el objetivo de alcanzar una búsqueda más específica. Así como los filtros de los 5 últimos años y la lectura de título y resumen de los trabajos recopilados.

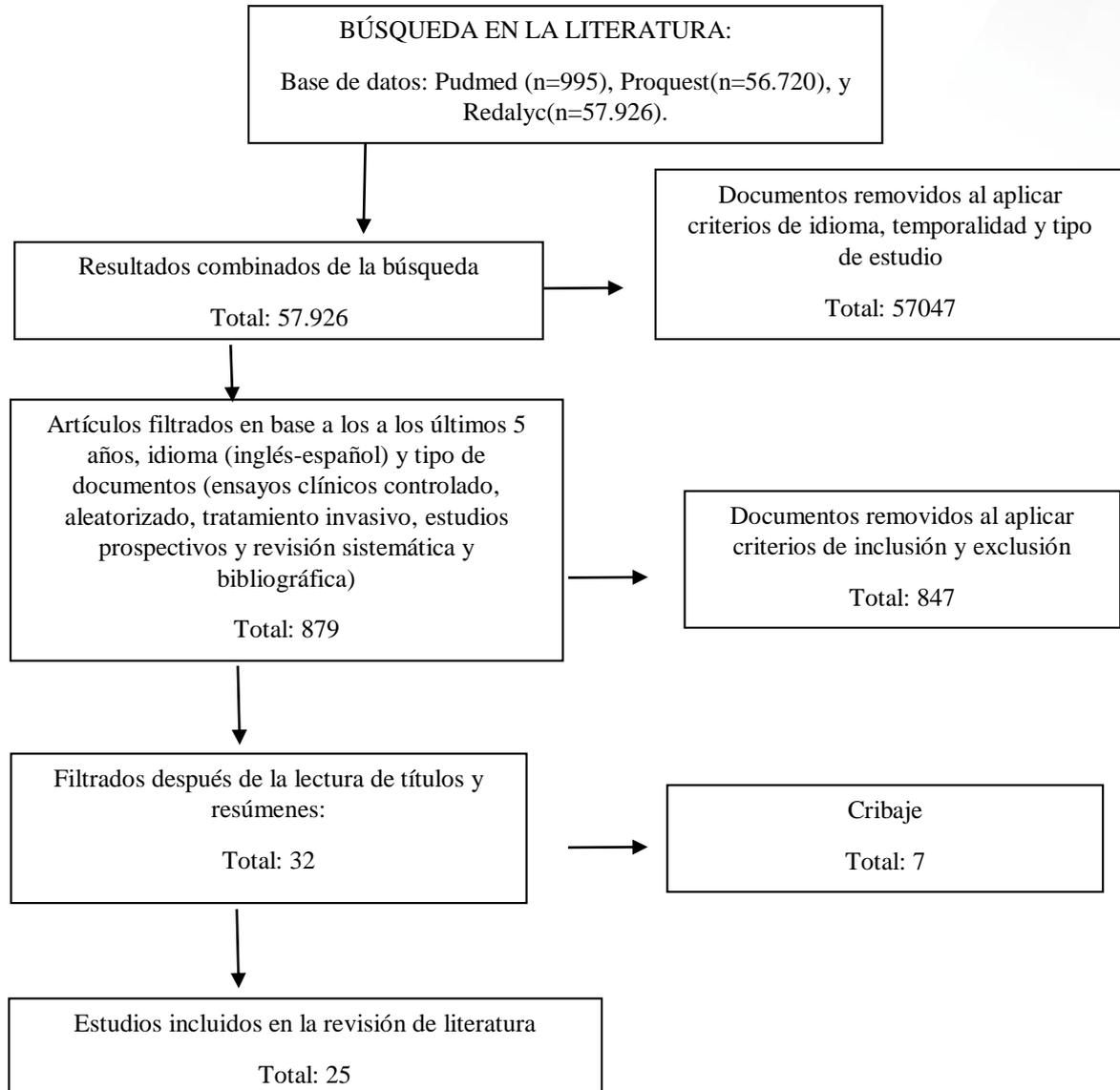
**Tabla 1.** Sistema general de búsqueda

Criterios de búsqueda	PudMed	Proquest	Redalyc	Total, N
Búsqueda: “orthodontics”, “effects”, “photobiomodulation”, “Laser Therapy” “Randomized Controlled Trial” y “Low-Level Light Therapy”	99	56,720	211	57.926
Preselección basada en los criterios	15	15	2	32
Después del cribaje	13	10	2	25

**Criterios de inclusión:** para este criterio se tomaron en consideración las siguientes características como: publicaciones de los últimos 5 años (2018-2023); idioma tanto inglés como español; ensayos clínicos controlado, aleatorizado, tratamiento invasivo, estudios prospectivos y revisión sistemática y bibliográfica.

**Criterios de exclusión:** en este apartado se procedió a eliminar: libros, tesis, trabajos de graduación, informes técnicos, diagnósticos médicos, opinión de expertos y proyectos de intervención. A la par, se excluyeron documentos que no lograban evidenciar resultados de los efectos de la FBM en una muestra mediante la observación.

**Figura 1.** Diagrama de flujo para la selección de los documentos



**Selección de datos y cribaje:** la selección de datos arrojó un total de 57.926 documentos. Posterior a ello, se utilizaron las siguientes configuraciones de filtrado: últimos 5 años de publicación, idiomas: español e inglés y tipos de documentos como: ensayos clínicos controlado, aleatorizado, tratamiento invasivo, estudios prospectivos y revisión sistemática y bibliográfica, por lo que se reunió 879 artículos. Luego, se implementó una selección por la lectura del título y resúmenes de los estudios revisados y se obtuvo 32 trabajos.

En cuanto al cribaje, se eliminaron 7 documento (PudMed 2 y Proquest 5) por ser repetidos y no tener una relevancia completa con la problemática de este estudio. En este

sentido, para la elaboración del estudio se seleccionaron 25 documentos. De los cuales, 5 con revisiones sistemáticas, 5 bibliográficas, 8 ensayos clínicos, 5 tratamientos invasivos y 2 estudios prospectivos.

Es importante destacar que cada paciente requiere un enfoque personalizado en el tratamiento ortodóncico (7). El ortodoncista realiza un diagnóstico individualizado y establece un plan de tratamiento adecuado para corregir las maloclusiones de manera efectiva y segura (4,7). Por tanto, la ortodoncia desempeña un papel esencial en el diagnóstico y tratamiento de las maloclusiones, mejorando la estética, la función y la salud bucal en general. Un tratamiento ortodóncico adecuado tiene beneficios a largo plazo, mejorando el bienestar de los pacientes (7).

En este contexto, la FBM es un procedimiento terapéutico no invasivo que se utiliza mediante el láser frío o de baja frecuencia por medio de una luz infrarroja que se expone a la piel o tejido a una distancia promedio de 600 a 1200 milímetros (mm) y se usa generalmente en aplicaciones médicas y odontológicas para reparar, dinamizar y cicatrizar heridas o tejidos blandos que aceleran la recuperación y mejora la estética del paciente (7,8). Históricamente, esta terapia fue acuñada como Low Level Laser Therapy por el médico Mester en los años 60 que utilizó un prototipo de láser de baja frecuencia en una experimentación animal, en la cual se demostró que esta exposición lumínica con una densidad apropiada permite el crecimiento la regeneración de los tejidos expuestos (9).

Por ello, es necesario analizar las consecuencias que conlleva la FBM en el tratamiento de la ortodoncia, ya que, varios estudios, mencionan que, la FBM o terapia fotodinámica sirve para estimular el movimiento dental y curar tejidos mediante la regeneración biomolecular a nivel corporal, capilar, facial y bucodental, es decir, que las células del tejido tratado son estimuladas con energía lumínica de baja densidad, lo que genera efectos reparadores en la zona expuesta al tratamiento (10). A su vez, el FBM permite la relajación del tejido blando, lo que conlleva a generar un efecto analgésico y antiinflamatorio mediante la interacción entre los cromóforos celulares y la radiación láser lo que alivia el dolor y mejora la comodidad del paciente (9,10). En el caso de la FBM en la ortodoncia, este procedimiento permite la aceleración de los movimientos dentales para optimizar los tratamientos ortodóncicos, permitiendo la alineación dentoalveolar. (4,11).

A su vez, la FBM, permite finalizar el tratamiento de ortodoncia en menor cantidad de tiempo, gracias al aumento de velocidad de remodelación ósea que resulta en el movimiento dentario más rápido(8). Es decir, mientras estos procedimientos se apliquen de manera adecuada, el paciente presentará menores molestias y se podrá controlar de una forma adecuada el cuadro de dolor e incomodidad en la zona de la cavidad bucal tratada (12).

Razón por la cual, en la actualidad, existen diferentes implementaciones de la FMB en la ortodoncia, principalmente, la absorción radial (media-intermedia), el tiempo de tratamiento o el uso de la longitud de la onda para la introducción interactiva de una onda continua o de larga duración y la potencia de radiación para tratamientos específicos (7). Específicamente, en ortodoncia se utiliza Reducción del dolor, Aceleración del movimiento dental, Reducción de la inflamación y mejora de la cicatrización, así como una optimización en la estabilidad de los resultados (13,14).

Es por ello por lo que, existen diferentes tipos de láser utilizados en la FBM en ortodoncia, cada uno con características específicas. A continuación, se presentarán los tipos de láser más comunes, empleados en este campo:

En primer lugar, (16) está el láser de Neodimio, que emite una luz infrarroja de alta energía, utilizada para activar ciertos materiales de cementación (3,18). El cual es muy útil dentro de la ortodoncia, puesto que, permite un mayor control y precisión al colocar los Brackets en los dientes, mejorando la adhesión, la eficiencia del tratamiento de infecciones bucales y la desinfección de áreas afectadas (19). Así mismo, el láser de Erbium puede ser beneficioso en el abordaje de las úlceras bucales y en la disminución de la inflamación y la incomodidad relacionadas con el tratamiento ortodóncico, es útil también para mejorar el acondicionamiento dental para mejorar la cementación de los Brackets, al finalizar el tratamiento ayuda a la remoción del adhesivo y restos de cemento utilizados en la cementación sin dañar el esmalte dental circundante (19). Además, el uso del láser de Erbium en ortodoncia puede contribuir al control de la hemorragia durante los procedimientos quirúrgicos y acelerar el proceso de curación de los tejidos (20).

En cuanto el láser de Diodo, un láser, que emite luz en una longitud de onda específica en el rango del infrarrojo cercano. Se usa para incrementar la aceleración del movimiento de la posición de los dientes y la reducción del tiempo de duración del tratamiento ortodóncico (7). Además, estimula la actividad celular en los tejidos periodontales y alrededor de los dientes, favoreciendo la restructuración ósea y la reabsorción controlada de los tejidos (15). De la misma manera, permite la estimulación de la actividad de los osteoblastos, las células encargadas de la generación de tejido óseo, y la promoción de la regeneración ósea alrededor de los dientes son beneficiosos, especialmente en situaciones de movimientos dentales complicados o en pacientes con deficiencias óseas (16,17). Los mismos que pueden acelerar el proceso de regeneración y mejorar los resultados del tratamiento ortodóncico (20).

**Figura 3.** Clasificación y características de los instrumentos laser

Clasificación	Potencia	Emisión	Efectos	Tipos	Mecanismos de acción
Laser de baja potencia o terapéutico	Menor o igual a 50 mW.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioestimulante</li> <li>• Analgésico</li> <li>• Antiinflamatorio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• He-Ne</li> <li>• AsGa</li> <li>• AsGaAl(diodo)</li> </ul>	Concentran menor energía en una superficie de aplicación mayor.
Laser de alta potencia quirúrgico	Mayor o igual a 0.5W.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continua</li> <li>• Pulsada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto térmico</li> <li>• Corte</li> <li>• Coagulación</li> <li>• Fotopolimerización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Argón</li> <li>• Er: Yag</li> <li>• Nd: Yag</li> <li>• Co2</li> </ul>	Concentran gran cantidad de energía en una superficie de aplicación menor.

Los instrumentos laser se pueden clasificar en dos grupos, laser de baja potencia o terapéuticos que tienen una potencia menor o igual a 50 mW de emisión continua con efectos bioestimulantes, analgésicos y antiinflamatorios y los laser de alta potencia o quirúrgicos con una potencia mayor o igual a 0.5W con una emisión continua o pulsada este tipo de laser presenta efectos térmicos, fotopolimerización, coagulación y corte.

**Resultados**

Existen varios protocolos usados en la FBM en ortodoncia que incluyen la longitud de onda, la misma que puede variar según el objetivo del tratamiento, pero generalmente se sitúa entre 600 y 1000 nanómetro y la dosis de energía administrada, expresada en julios por centímetro cuadrado (6). Además, es importante considerar la dosis de energía, que refiere a la cantidad de energía de luz administrada durante el tratamiento expresada también en J/cm<sup>2</sup>, puede variar según el dispositivo utilizado y la condición clínica específica del paciente (6). Otra parte del protocolo tiene que ver con el tiempo de exposición, esta puede variar desde unos pocos segundos hasta varios minutos por área tratada (6). Finalmente, se toma en cuenta el número de sesiones, variando según la respuesta del paciente y la condición clínica específica (6).

Es importante mencionar que, el número total de sesiones del protocolo necesarias para el tratamiento con FBM varía según las necesidades individuales del paciente (20,21). En algunos casos, el tratamiento puede durar semanas o meses, especialmente si se utiliza para acelerar el movimiento dental (21). Es decir, los protocolos exactos de FBM en

ortodoncia varían dependiendo de las circunstancias del paciente, el profesional y el equipo usado durante el tratamiento (22).(23).

En este sentido, la FBM tiene varias ventajas significativas en el tratamiento de ortodoncia de los pacientes. En primer lugar, acelera el movimiento dental y disminuye la necesidad de ajustes frecuentes (4). Otras ventajas que se ha observado es la estimulación de la regeneración ósea, lo cual es beneficioso en casos de movimiento dental complejo o en pacientes con deficiencias óseas (4).

El uso de FBM puede implicar un costo adicional en comparación con el tratamiento ortodóncico convencional, lo cual resulta un factor importante a considerar (14). Además, aunque existen estudios que respaldan sus múltiples beneficios, la evidencia científica aún es limitada en comparación con otros enfoques ortodóncicos (11). De la misma manera, durante cada sesión, se requiere tiempo adicional durante las visitas al ortodoncista, lo que afecta la duración total de las citas y la disponibilidad del paciente (11,22).

Los resultados que se obtuvieron durante esta revisión bibliográfica comprobaron que, la FBM logró estimular el movimiento de los osteoblastos y ayudó a formar el hueso alrededor de los dientes, la FBM aceleró el movimiento dental en pacientes con tratamiento de ortodoncia. En un estudio publicado por Impellizzeri A y Horodynski Men llamado “Terapia de fotobiomodulación en el movimiento de ortodoncia: análisis de estudios preliminares con un nuevo protocolo.” Donde se observó una mayor velocidad, con respecto al desplazamiento de los dientes en el grupo tratado con FBM, pues en el plazo de un mes, se observa un desplazamiento promedio de 1,35 mm para el grupo no irradiado y 1,98 mm para el grupo irradiado, demostrando una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre la velocidad promedio de los caninos irradiados y los caninos de control (10). A la par, en el estudio publicado por Kharat DS llamado “Retracción canina acelerada mediante el uso de mini implantes con terapia láser de baja intensidad” que duró tres meses se evidenció que después de la retracción canina en los grupos de prueba y control (M1) fueron de  $0,81 \pm 0,03$  mm/mes y  $0,74 \pm 0,04$  mm/mes, respectivamente, indicando que existe significativamente una mayor de retracción canina en el grupo de control (2). Otros resultados publicados por el autor Alain Manuel Chaple Gil en su artículo “Láser de baja intensidad acelerando los movimientos dentales en ortodoncia. Desde la revisión sistemática se demostró que el 60% dieron como resultado que el láser de baja potencia en efecto acelera el movimiento dentario mientras duró el tratamiento de ortodoncia; por el contrario, el 30% no presentaron cambios significativos y un 10% resultó en conclusiones dudosas (11).

### Discusión

En un estudio publicado por Bénédicte Pérignon, llamado “Efecto de 970 nm de bajo nivel terapia láser en ortodoncia movimiento dental durante la Clase II” han mostrado resultados mixtos o no han encontrado una aceleración significativa en el movimiento dental, pues, la reducción de tiempo fue solamente de 2,46 meses frente a 2,48 meses (12). Por tanto, los efectos de la FBM en el reajuste dental varían según los casos de los pacientes, especialistas, y los protocolos de tratamiento utilizados. Además, implica la necesidad de más investigaciones que apoyen la hipótesis presentada (12).

En un metanálisis, publicado por Murakami-Malaquias-Silva F, propuso analizar varios estudios, que investigaron acerca de los efectos de la FBM, con respecto a la regeneración ósea en pacientes con tratamiento ortodóncico(10,22). Se demostró que, la FBM logró estimular la actividad de los osteoblastos y ayudó a promover la formación de hueso alrededor de los dientes (14,25). En este estudio, se apoya la hipótesis que la FBM, tiene un efecto positivo con respecto a la regeneración ósea, en especial en los casos de pacientes con movimientos dentales complejos o con deficiencias óseas. Sin embargo, los autores Dipika Mistry , Oyku Dalci en su artículo llamado “Los efectos de una aplicación clínicamente factible de la terapia con láser de bajo nivel en la tasa de movimiento dental de ortodoncia”, han informado resultados no concluyentes o sin efectos significativos en la regeneración ósea con el uso de la FBM en ortodoncia, por lo que, es necesario una mayor investigación para comprender plenamente los efectos de la FBM en la regeneración ósea en el contexto de la ortodoncia (19).

Por lo que, la búsqueda realizada presenta limitaciones, puesto que, la evidencia científica aún es limitada y se necesitan más investigaciones para respaldar completamente estos hallazgos. Además, las distintas formas en los protocolos de tratamiento usados en los estudios revisados no ayudan en la generalización y comparación de los resultados. Es por ello por lo que, es importante instaurar un protocolo estandarizado para el FBM y llevar a cabo más estudios bien diseñados y controlados para confirmar y fortalecer estos resultados. Aunque, estos hallazgos sugieren que la FBM podría ser una herramienta prometedora en el campo de la ortodoncia, ya que podría acelerar el movimiento dental, reducir la inflamación y mejorar la regeneración ósea.

### Conclusiones

- Los estudios revisados en esta investigación bibliográfica indican que la FBM puede acelerar el movimiento dental en pacientes sometidos a tratamientos de ortodoncia. Sin embargo, otros estudios denotan que se han obtenido resultados mixtos o no han encontrado una aceleración significativa en el movimiento dental, lo que sugiere una mayor investigación en torno al tema. Además, se demostró una disminución significativa en la inflamación, así como una reducción en la

sensibilidad dental y el malestar después de ajustar de los aparatos ortodóncicos. En cuanto a la regeneración ósea, se encontró que la FBM estimula la actividad de los osteoblastos, aunque, otros estudios sugieren que no se han encontrado efectos significativos en la regeneración ósea con el uso de la FBM en ortodoncia. Por lo tanto, se requiere una mayor investigación para comprender plenamente los efectos de la FBM y su utilidad en casos específicos de movimientos dentales complejos o deficiencias óseas.

- En conclusión, aunque los estudios indican resultados prometedores en términos de aceleración del movimiento dental, se necesita más investigación y estandarización en los protocolos de tratamiento para respaldar plenamente estos hallazgos. Además, la variabilidad en los resultados y la falta de evidencia científica sólida, subrayan la necesidad de continuar investigando los efectos de la FBM en ortodoncia. Finalmente, aunque los resultados actuales sugieren que la FBM podría ser una herramienta prometedora en el campo de la ortodoncia, se requiere una investigación más amplia y rigurosa para confirmar y fortalecer estos hallazgos.

#### Referencias Bibliográficas

1. Meme' L, Gallusi G, Coli G, Strappa E, Bambini F, Sampalmieri F. Photobiomodulation to Reduce Orthodontic Treatment Time in Adults: A Historical Prospective Study. Applied Sciences (Switzerland). el 1 de noviembre de 2022;12(22). Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/22/11532>
2. Kharat DS, Pulluri SK, Parmar R, Choukhe DM, Shaikh S, Jakkan M. Accelerated Canine Retraction by Using Mini Implant with Low-Intensity Laser Therapy. Cureus. el 19 de enero de 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.7759/cureus.33960>
3. Figueiredo Deana N, Alves N, Sandoval P. Effectiveness of photobiomodulation therapy in accelerating orthodontic tooth movement: a meta-analysis of randomized clinical trials. Journal of Oral Research, ISSN-e 0719-2479, ISSN 0719-2460, Vol 8, N° 5, 2019, págs 416-432 [Internet]. 2019 [citado el 23 de mayo de 2023];8(5):416–32. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8057066&info=resumen&idma=ENG>
4. Revisión T DE, Niño Charry AA, Valdez Javier V, Wong E, Quirós J. Factors that influence the alteration of orthodontic movement. Bibliographic review. Revista Mexicana de Ortodoncia [Internet]. 2021 [citado el 23 de mayo de 2023];7(4):267–75. Disponible en: [www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)

5. Zheng J, Yang K. Clinical research: low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement. BMC Oral Health [Internet]. el 1 de diciembre de 2021 [citado el 23 de mayo de 2023];21(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34182967/>
6. Bakdach WMM, Hadad R. Effectiveness of low-level laser therapy in accelerating the orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis. Dent Med Probl [Internet]. 2020 [citado el 23 de mayo de 2023];57(1):73–94. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32314880/>
7. Berru R, Jefferson W, Hidalgo Z, David C, Católica U, Cuenca DE. Terapias no quirúrgicas que aceleran el movimiento ortodóntico en humanos. Revisión de literatura. MQRInvestigar [Internet]. el 14 de marzo de 2023 [citado el 23 de mayo de 2023];7(1):2799–819. Disponible en: <http://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/293>
8. Ruíz-Esculpi M, Ricse-Chaupis E, Villanueva-Vega J, Torres-Maita L. Láser en ortodoncia. Revista Estomatológica Herediana [Internet]. 2013 [citado el 23 de mayo de 2023];23(3):154–61. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539378008>
9. Zanin F, Shibli JA, Brugnera A. Photobiomodulation, Tissue Engineering, and Periodontal Regeneration in 21st Century: New Trends. Photobiomodul Photomed Laser Surg. el 1 de mayo de 2022;40(5):297–8. Disponible en: <https://doi.org/10.1089/photob.2021.0188>
10. Impellizzeri A, Horodyski M, Fusco R, Palaia G, Polimeni A, Romeo U, et al. Photobiomodulation Therapy on Orthodontic Movement: Analysis of Preliminary Studies with a New Protocol. Int J Environ Res Public Health [Internet]. el 2 de mayo de 2020 [citado el 23 de mayo de 2023];17(10). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32438716/>
11. Alain Manuel Chaple Gil AM, Fernández E, Quintana Muñoz L. Low-level laser accelerating dental movements in orthodontics. Systematic review. International Journal of Medical and Surgical Sciences. el 15 de octubre de 2020;75–85. Disponible en: <https://doi.org/10.32457/ijmss.v7i4.523>
12. Pérignon B, Bandiaky ON, Fromont-Colson C, Renaudin S, Peré M, Badran Z, et al. Effect of 970 nm low-level laser therapy on orthodontic tooth movement during Class II intermaxillary elastics treatment: a RCT. Scientific Reports | [Internet]. 2023. C. [citado el 23 de mayo de 2023]; 11:23226. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02610-7>

13. Chintavalakorn, R., Saengfai, N. N., & Sipiwaruk, K. (2022). The Protocol of Low-level Laser Therapy in Orthodontic Practice: A Scoping Review of Literature. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 12(3), 267–286. Disponible en: [https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD\\_328\\_21](https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_328_21)
14. Chintavalakorn R, Saengfai N, Sipiwaruk K. The Protocol of Low-level Laser Therapy in Orthodontic Practice: A Scoping Review of Literature. *J Int Soc Prev Community Dent* [Internet]. el 1 de mayo de 2022 [citado el 23 de mayo de 2023];12(3):267–86. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35966907/>
15. Isola G, Matarese M, Briguglio F, Grassia V, Picciolo G, Fiorillo L, et al. Effectiveness of low-level laser therapy during tooth movement: A randomized clinical trial. *Materials*. el 1 de julio de 2019;12(13). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma12132187>
16. Qamruddin I, Alam MK, Mahroof V, Fida M, Khamis MF, Husein A. Photobiostimulatory Effect of a Single Dose of Low-Level Laser on Orthodontic Tooth Movement and Pain. *Pain Res Manag*. 2021;2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2021/6690542>
17. Alam MK. Effects of Low-Level Laser Therapy on Orthodontic Tooth Movement: Evaluation of Bony Changes via 3DCBCT. *Children*. el 1 de febrero de 2023;10(2). Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-9067/10/2/384>
18. Angel M, Santana C, Orozco Jimenez D. Clinical and experimental knowledge of photobiomodulation in accelerated orthodontics: a review. [citado el 23 de mayo de 2023]; Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/347300503>
19. Mistry D, Dalci O, Papageorgiou SN, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. The effects of a clinically feasible application of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement: A triple-blind, split-mouth, randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [Internet]. el 1 de abril de 2020 [citado el 23 de mayo de 2023];157(4):444–53. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32241351/>
20. Ghaffar YKA, El Sharaby FA, Negm IM. Effect of low-level laser therapy on the time needed for leveling and alignment of mandibular anterior crowding. *Angle Orthod* [Internet]. el 1 de julio de 2022 [citado el 23 de mayo de 2023];92(4):478–86. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35344012/>
21. Pérignon B, Bandiaky ON, Fromont-Colson C, Renaudin S, Peré M, Badran Z, et al. Effect of 970 nm low-level laser therapy on orthodontic tooth movement

- during Class II intermaxillary elastics treatment: a RCT. Sci Rep [Internet]. el 1 de diciembre de 2021 [citado el 23 de mayo de 2023];11(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34853360/>
22. Murakami-Malaquias-Silva F, Rosa EP, Almeida PA, Schalch TO, Tennis CA, Negreiros RM, et al. Evaluation of the effects of photobiomodulation on orthodontic movement of molar verticalization with mini-implant: A randomized double-blind protocol study. Medicine [Internet]. el 1 de marzo de 2020 [citado el 23 de mayo de 2023];99(13): e19430. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32221067/>
23. Fini MB, Olyae P, Homayouni A. The Effect of Low-Level Laser Therapy on the Acceleration of Orthodontic Tooth Movement. J Lasers Med Sci [Internet]. 2020 [citado el 23 de mayo de 2023];11(2):204–11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32273964/>
24. Rathod A, Jaiswal P, Bajaj P, Kale B, Masurkar D. Implementation of Low-Level Laser Therapy in Dentistry: A Review. Cureus. el 5 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.7759/cureus.28799>
25. heng, J., & Yang, K. Clinical research: low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement. BMC oral health. el 28 de junio de 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01684-z>

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses ya que es una revisión bibliográfica sin necesidad de consentimientos informados

### Declaración de contribución de los autores

**Autor 1:** Participó en la concepción y diseño del estudio, realizó una extensa búsqueda bibliográfica en diversas bases de datos y recursos académicos relevantes, se encargó de la selección de los artículos y documentos pertinentes para su inclusión en la revisión, participó activamente en la discusión y elaboración de conclusiones basadas en los hallazgos de la revisión.

**Autor 2:** Proporcionó experiencia especializada en el tema de la revisión bibliográfica, contribuyó en la organización y estructuración del contenido de la revisión, participó en la redacción y revisión crítica del manuscrito, proporcionó comentarios y aportes valiosos para mejorar la calidad y coherencia del trabajo.

**Autor 3:** Participó en la discusión inicial sobre el enfoque y alcance de la revisión bibliográfica, contribuyó en la síntesis y análisis de los datos obtenidos de la revisión, participó activamente en la elaboración de las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

**Declaración Final:** Todos los autores Zhura Vines, Isabel Cabrera y Joseph Azuero han revisado y aprobado la versión final del manuscrito, aceptando la responsabilidad de su contenido. Además, nos comprometemos a proporcionar cualquier aclaración o información adicional requerida por los revisores o lectores interesados.

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**.



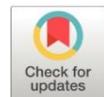
#### Indexaciones



## Reporte de caso: carcinoma metaplásico de mama con componente epitelial escamoso puro y mutación de PIK3CA

*Case report: metaplastic breast carcinoma with pure squamous epithelial component and PIK3CA mutation*

- <sup>1</sup> Karen Vanessa León Crespo  <https://orcid.org/0000-0003-3671-1616>  
Estudiante de la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Azuay, Ecuador  
[karen.leon@est.ucacue.edu.ec](mailto:karen.leon@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Jorge Sebastián Coronel Montero  <https://orcid.org/0000-0001-8572-2800>  
Médico especialista en Anatomía Patológica, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Azuay, Ecuador  
[jorge.coronel@ucacue.edu.ec](mailto:jorge.coronel@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Kevin Sebastián León Crespo  <https://orcid.org/0009-0004-1441-4607>  
Estudiante de la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Azuay, Ecuador  
[kevin.leon.01@est.ucacue.edu.ec](mailto:kevin.leon.01@est.ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/05/2023

Revisado: 11/06/2023

Aceptado: 07/07/2023

Publicado: 20/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2617>

Cítese:

León Crespo, K. V., Coronel Montero, J. S., & León Crespo, K. S. (2023). Reporte de caso: carcinoma metaplásico de mama con componente epitelial escamoso puro y mutación de PIK3CA. *Anatomía Digital*, 6(3), 84-98. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2617>



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

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

**Palabras claves:**

Carcinoma metaplásico de mama, Triple-negativo, PIK3CA, componente epitelial escamoso, reporte de caso

**Keywords:**

Metaplastic breast carcinoma, Triple-negative, PIK3CA, squamous epithelial component, case report.

**Resumen**

**Introducción.** El carcinoma metaplásico de mama con componente epitelial escamoso puro corresponde a un tumor de mama muy raro con una prevalencia entre el 0,06% y 0,2%. Existen una cantidad limitada de reportes de caso sobre esta enfermedad, sus características moleculares están mal definidas y la base subyacente de la heterogeneidad histológica sigue siendo incierta. **Objetivo.** Describir el caso de una paciente femenina de 67 años diagnosticada con carcinoma metaplásico de mama con componente epitelial escamoso puro y mutación del gen PIK3CA, analizar las características clínicas, patrones histológicos y explorar el tratamiento en esta neoplasia. **Metodología.** La metodología usada fue un reporte de caso, la información recopilada fue mediante el análisis de la historia clínica de la paciente con previa autorización por medio del consentimiento informado. **Resultados.** Paciente femenina de 67 años detecta masa palpable en la mama derecha durante autoexploración. Se le realizan exámenes complementarios para valoración y se determina carcinoma metaplásico de mama con componente epitelial escamoso puro con alteración del gen PIK3CA. Actualmente, la paciente ha concluido su terapia adyuvante y se encuentra en control mediante estudio de imagen. **Conclusión.** El carcinoma metaplásico de mama con componente epitelial escamoso puro enfermedad representa una entidad poco común y agresiva que precisa de un diagnóstico preciso y un tratamiento adecuado. Conocer las alteraciones genéticas pueden ayudar al tratamiento y a la respuesta de este. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Oncología, Patología.

**Abstract**

**Introduction.** Metaplastic breast carcinoma with a pure squamous epithelial component is a rare breast tumour with a prevalence between 0.06% and 0.2%. There are a limited number of case reports on this disease, its molecular features are poorly defined and the underlying basis for the histologic heterogeneity remains unclear. **Objective.** Describe the case of a 67-year-old female patient diagnosed with metaplastic breast carcinoma with pure squamous epithelial component and mutation of the PIK3CA gene, to analyze the clinical characteristics, histological

---

patterns and to explore the treatment in this neoplasm. **Methodology.** The methodology used was a case report; the information collected was through the analysis of the patient's clinical history with prior authorization by means of informed consent. **Results.** A 67-year-old female patient detects a palpable mass in the right breast during self-exploration. She underwent complementary examinations for evaluation, and it was determined that she had metaplastic breast carcinoma with a pure squamous epithelial component with alteration of the PIK3CA gene. Currently, the patient has concluded her adjuvant therapy and is under follow-up imaging studies. **Conclusion.** Metaplastic breast carcinoma with pure squamous epithelial component represents a rare and aggressive entity that requires an accurate diagnosis and appropriate treatment. Knowing the genetic alterations can help treatment and treatment response.

---

### *Introducción*

El cáncer de mama es el tumor maligno más frecuente en el sexo femenino y la principal causa de muerte por cáncer en mujeres de países desarrollados (1, 2). Según datos del 2020 del Global Cancer Observatory (GLOBOCAN), a nivel mundial se reportaron 2.261.419 casos, los cuales corresponden al 11,7% entre todos los tipos de cáncer, la tasa de mortalidad es 6,9 de casos por cada 100.000 habitantes. En Ecuador el número de nuevos casos es de 3.563 un porcentaje de incidencia del 40.4%, la tasa de mortalidad es de 12 por cada 100.000 habitantes (2).

Acorde a datos del Instituto Nacional de Estadísticas y CensPos (INEC), en Ecuador el cáncer de mama es una de las principales causas de muerte en las mujeres, ya que ocupa el lugar número once de la lista de causas generales de muerte femenina del 2017, en el mismo año se registraron 670 defunciones por cáncer de seno en mujeres y 3 en hombres, lo cual corresponde a una mortalidad de 3.99 defunciones por cada 100.000 habitantes (1, 3).

El carcinoma metaplásico de mama (CMM) corresponde a un subtipo raro, con una incidencia que representa solo del 0,2 al 5% de todos los tumores malignos (4, 5). Se presenta con mayor frecuencia entre los 48 y 59 años de edad, y sus diferentes variantes son frecuentemente agresivas, resistentes a la quimioterapia y tienen una alta propensión a hacer metástasis especialmente a pulmón (6). Los CMM se presentan generalmente con

fenotipo triple negativo, es decir, que las células de este cáncer no contienen receptores de estrógeno ni de progesterona y, tampoco demuestran sobreexpresión de receptores HER2, dando como resultado un tumor más invasivo, de rápido crecimiento con opciones limitadas de tratamiento y un alto porcentaje de mortalidad al tener peor pronóstico (5, 7, 8).

Existen una cantidad limitada de reportes de caso sobre esta enfermedad, sus características moleculares están mal definidas y la base subyacente de la heterogeneidad histológica sigue siendo incierta (9). Esta patología expone una alta variabilidad morfológica y un amplio espectro de patrones histológicos, representando un desafío al momento de su diagnóstico (10). Por lo cual es importante y esencial un adecuado muestreo macroscópico, una valoración histológica minuciosa y la correlación clínico-patológica apropiada, todo lo anterior mencionado con el objetivo de brindar un diagnóstico verídico.

Además, cabe recalcar que al tratarse de un cáncer triple negativo las opciones de tratamiento son pocas y su porcentaje de respuesta no es muy alentador; razón por la cual es conveniente discutir los enfoques generales de la enfermedad, las modalidades de tratamiento y sus cambios histopatológicos.

La alteración del gen PIK3CA se ha descrito en varios subtipos de cáncer, incluido el carcinoma metaplásico de mama con componente escamoso puro (5). Este gen codifica la subunidad catalítica alfa de la enzima fosfatidilinositol 3-quinasa (PI3K), que desempeña un papel fundamental en la vía de señalización de PI3K/AKT/mTOR (11). Estas mutaciones producen una activación constitutiva de la vía de PI3K/AKT/mTOR, promoviendo la proliferación celular, la supervivencia y la angiogénesis. Se ha observado un alto porcentaje de alteraciones genéticas relacionadas a la ruta PI3K en CMM lo que sugiere que apuntar a la vía PI3K/mTOR podría ser prometedor en estas pacientes (12). Por lo tanto, estas mutaciones pueden influir de gran manera en la respuesta al tratamiento.

### *Metodología*

Para la redacción del presente reporte de caso se realizó, como primer punto, la recopilación de datos clínicos como son edad, género, antecedentes médicos, síntomas presentes y duración de estos. Se utilizó también los resultados del examen físico, pruebas de imagen (mamografía, ecografía mamaria, tomografía computarizada, resonancia magnética) y los resultados de biopsia. Todo lo antes mencionado por medio del acceso a la historia clínica digital con previa autorización del paciente mediante el consentimiento informado. En cuanto a los datos patológicos, se obtuvieron mediante preparación de secciones histológicas, evaluación microscópica por un patólogo experimentado y descripción de las características histopatológicas del carcinoma

metaplásico de mama con componente epitelial escamoso puro. Se hizo énfasis también en las pruebas de inmunohistoquímica y análisis molecular, específicamente, la secuenciación del gen PIK3CA para detectar mutaciones específicas logrando una interpretación de los resultados moleculares y su correlación con los hallazgos clínicos y patológicos.

### *Resultados*

Se trata de una mujer de 67 años con antecedentes de padre y hermano fallecidos de cáncer. Acudió a consulta debido a que durante su autoexamen mamario noto la presencia de una masa en la región de mama derecha. Se realizó mamografía bilateral que reportó presencia de nódulo isodenso en cuadrante supero interno en tercio medio de mama derecha correspondiente a una lesión probablemente maligna (BIRADS 4). Al mismo tiempo, se realizó una ecografía donde se observó en parénquima mamario derecho lesión ocupativa mixta solida con áreas quísticas con zonas de mayor vascularización.

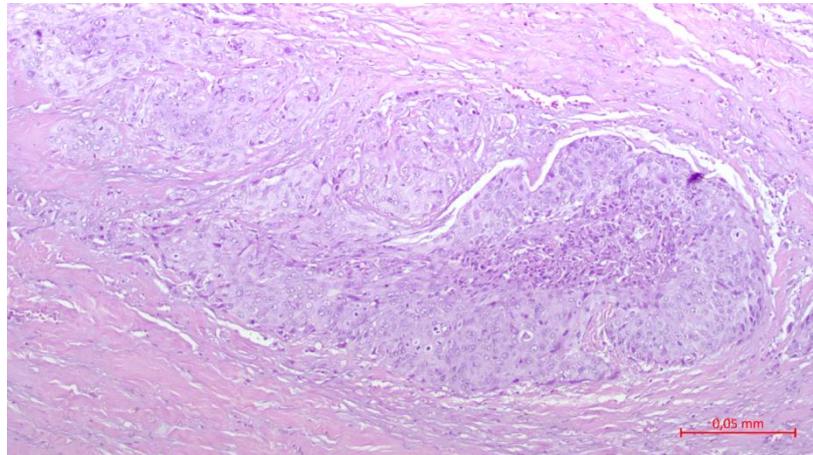
Posterior a los exámenes de imagen, se realizó biopsia de mama derecha con resultados de un carcinoma invasor de alto grado triple negativo. La paciente se consideró candidata a terapia neoadyuvante, la misma que se completó con buena tolerancia.

Posteriormente se llevó a cabo cuadrantectomía de mama derecha con disección de ganglios axilares, la cual reportó carcinoma ductal infiltrante de alto grado, con componente in-situ. Se continuó con quimioterapia adyuvante y posterior vigilancia.

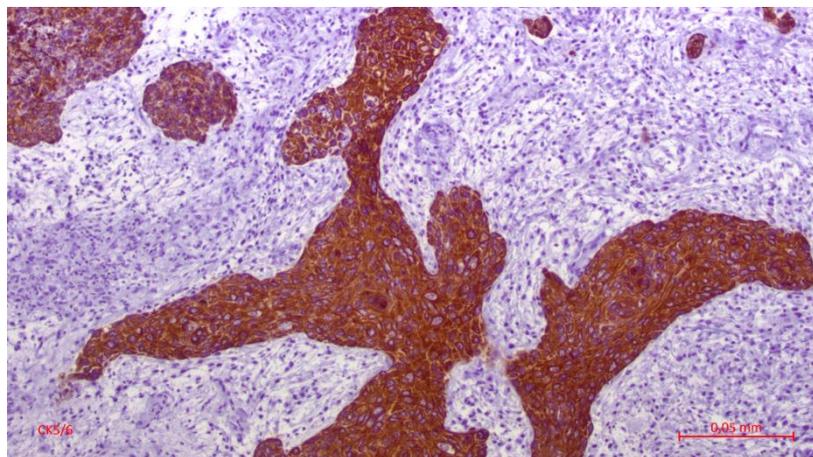
Siete meses más tarde la paciente acudió nuevamente presentando dolor en región retroareolar, retracción del pezón y presencia de masa en mama derecha de cuatro meses de evolución. En ecografía se observó imagen mal definida hipoecoica irregular con aumento de la vascularidad asociada a distorsión del tejido adyacente y engrosamiento de la piel.

Se realizó mastectomía simple derecha un mes después donde los resultados histopatológicos reportaron un carcinoma metaplásico con componente de células escamosas puras (Figura 1.). La positividad de la inmunomarcación para citoqueratina 5/6 permitió confirmar la naturaleza escamosa de la lesión (figura 2.), así como la positividad para GATA 3 el origen mamario (figura 3.). La lesión fue negativa para receptores hormonales y HER/2 (figuras 4 y 5). Los estudios genómicos demostraron una mutación del gen PIK3CA (C420R).

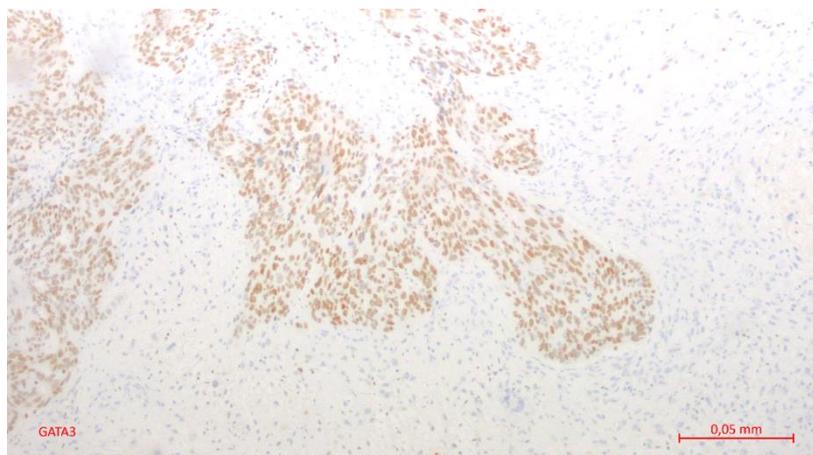
**Figura 1.** Neoplasia maligna epitelial conformada por células de aspecto escamoso

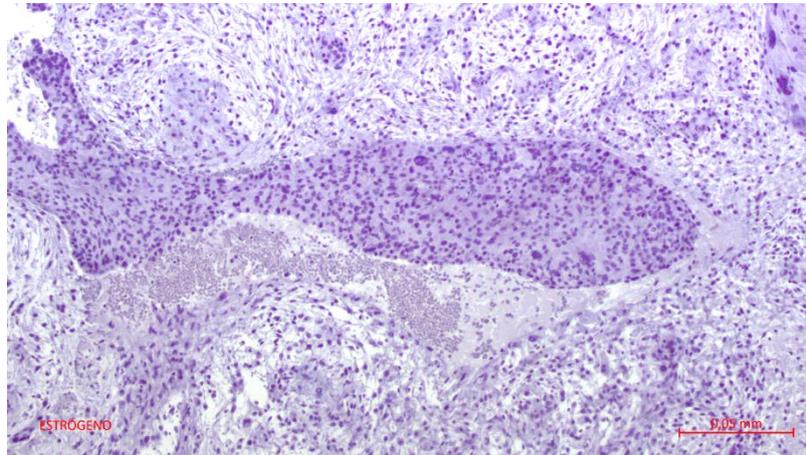
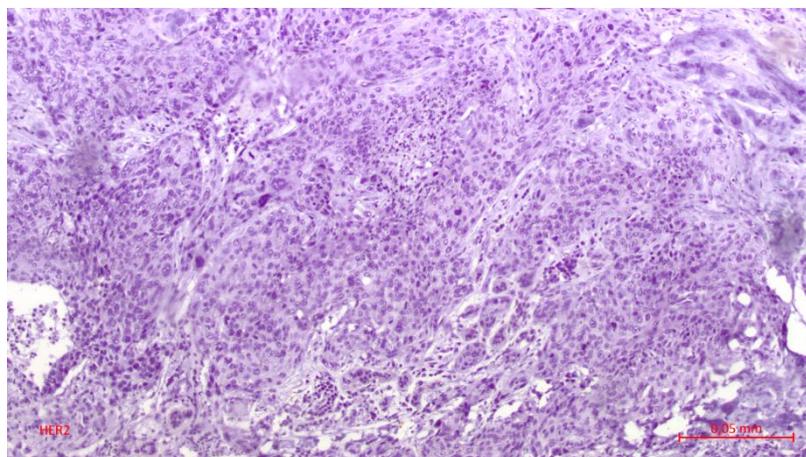


**Figura 2.** Citoqueratina 5/6, demostrando diferenciación escamosa

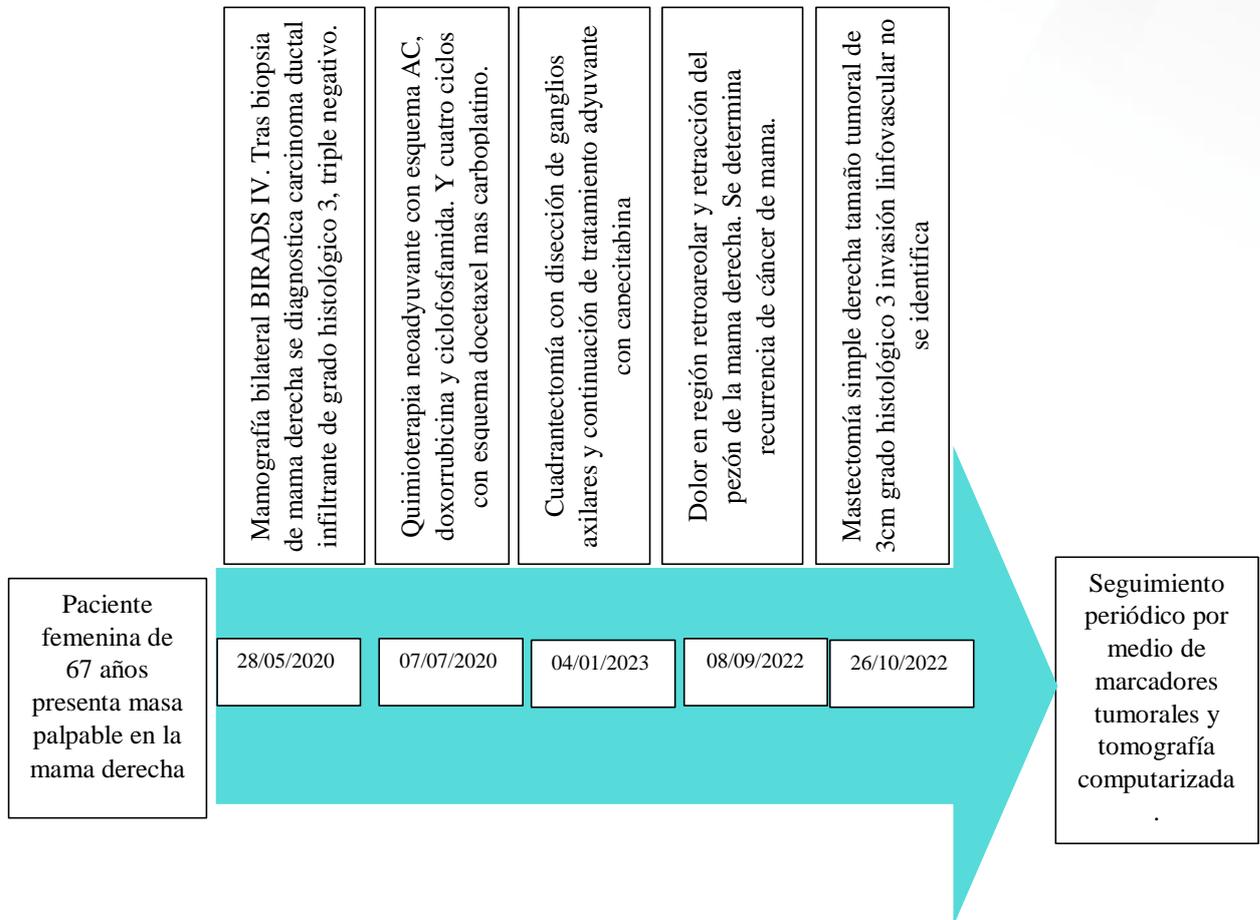


**Figura 3.** GATA3 positivo



**Figura 4.** Negatividad para receptores hormonales**Figura 5.** Negatividad para HER2

Se continuó con quimioterapia completando seis ciclos sin ninguna complicación. Una semana después de finalizada el tratamiento acudió a control asintomática, sin datos de actividad tumoral, en exámenes de imágenes presentó TAC de tórax y abdomen normales.



**Figura 6.** Línea del tiempo del caso

*Discusión*

El cáncer de mama es una enfermedad heterogénea en cuanto a presentación clínica, imagenología y comportamiento biológico abarcando una variedad de subtipos histológicos (13). Los tumores metaplásicos son entidades poco comunes que representan un grupo heterogéneo de neoplasias con área de diferenciación no glandular (13, 14). Entre ellos se encuentra el carcinoma metaplásico de mama con componente escamoso puro (CMEP), es un tumor raro con una prevalencia entre el 0,06% y 0,2% (14), presenta limitados datos clínicos sobre su comportamiento biológico, tratamiento y pronóstico, razón por la cual representa un desafío desde el punto de vista clínico y patológico (14, 15).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) dentro de la clasificación de tumores de mama, lo define como "un carcinoma de mama compuesto en su totalidad por células escamosas metaplásicas que pueden ser queratinizantes, no queratinizantes o fusiformes;

no derivadas de la piel suprayacente ni representan metástasis de otras localizaciones" (16).

En cuanto a su origen, ciertos autores han postulado que surgen a partir de focos de metaplasia escamosa observada en quistes, fibroadenomas, tumores phyllodes, hiperplasia ductal, papiloma y absceso crónico (16,17). También hay quienes sugieren que los cambios fenotípicos en el cáncer de mama son el resultado de la transformación maligna de las células madre del cáncer de mama o mutaciones en genes específicos que ocurren en etapas tempranas o tardías de la carcinogénesis (14,15).

Según otros informes se ha visto que existen factores que pueden aumentar el riesgo de aparición de CMEP como son la radioterapia, prótesis mamarias y pacientes inmunodeprimidos (15,17,18). A pesar de que su origen está establecido, su histogénesis aun es tema de controversia ya que para unos autores es de origen glandular, para otros es mioepitelial (14,16). Dentro del caso se debe destacar que la paciente presentaba antecedentes de familiares de primera línea fallecidos a causa de cáncer, por lo que presentaba mayor riesgo de desarrollar esta neoplasia.

Suele presentarse típicamente en mujeres de edad avanzada entre 30 y 80 años con una media de 55 años (14,16). Similar a otros tipos de cáncer de mama, el CMEP suele presentarse como un bulto o masa palpable indolora en la mama comparable a un tumor benigno de aproximadamente de 5 cm (14), que en algunos casos puede llegar a medir hasta 16 cm (18), siendo lesiones de gran tamaño y predominantemente quísticas en la mitad de los casos (13). Por lo tanto, el tumor relacionado a CMEP requiere de años para su desarrollo (18).

Puede ir acompañada de otras manifestaciones como mastodinia, secreción del pezón, ulceraciones de la piel, absceso mamario, signos inflamatorios y retracción del pezón. Dentro del caso el paciente acudió por presencia de una masa de 3 cm indolora en el seno derecho e 3 cm; mientras que en la recidiva del cáncer se presentaron síntomas como dolor en región retroareolar con retracción del pezón y presencia de masa en crecimiento.

La mayoría de estas neoplasias carecen de la expresión del receptor de estrógeno (RE), el receptor de progesterona (RP) y el receptor del factor de crecimiento epidérmico humano 2 (HER2), es decir que presentar un inmunofenotipo triple negativo (17,19). Esta característica les otorga un alto grado de agresividad en comparación con los receptores mamarios triple negativos de otros cánceres convencionales (11). En el presente caso, la paciente entraba dentro de este grupo, puesto que el informe de inmunohistoquímica reportó receptores hormonales y HER2 negativos.

Desde el punto de vista histológico, el carcinoma de células escamosas de mama presenta una arquitectura y características citonucleares similares a otros carcinomas de células

escamosas que se desarrollan en otro sitio (14). Muestran características histológicas diferentes, que van desde la presencia de células escamosas con diferenciación intermedia hasta bien diferenciadas (18). Estas células pueden exhibir queratinización, perlas de queratina y puentes intercelulares, características típicas de las células escamosas. Además, este tipo de cáncer puede llegar a ocasionar una degeneración quística central y estar acompañado de necrosis, inflamación y estroma condroide, dificultando su diferenciación entre un carcinoma de células escamosas (CCE) primario y secundario (16).

Se estima que existe solo alrededor del 15% (16) de casos publicados de carcinomas con epitelio escamoso puro y sin diferenciación celular glandular. Por ello, es de suma importancia distinguir al CMEP de los tumores mixtos en los que pueda encontrarse la presencia de células escamosas (14,16).

Los CMEP poseen ciertas características importantes para diferenciarlos, que incluyen; el carcinoma primario sin otros componentes neoplásicos como elementos ductales o mesenquimales, el tumor no puede derivarse de la piel de la mama o la piel del pezón que lo recubre, el componente del CCE representa más del 90% y la ausencia de tumores primarios presentes en diferentes sitios, en otras palabras, metástasis (15,17). En nuestra paciente cumplía con las características antes mencionadas, la retracción del pezón fue uno de los síntomas que presentó la paciente mas no significa que el tumor deriva de la piel que cubre el pezón.

El diagnóstico preciso y precoz, en conjunto con la comprensión de las diferencias entre las variantes histológicas puede proporcionar información sobre el pronóstico clínico y las posibles opciones terapéuticas.

Entre los métodos diagnósticos encontramos la mamografía en la cual se visualizará al tumor como una masa redondeada parcialmente irregular con márgenes mal definidos y sin espículas. Estas evidencias no son características de esta neoplasia, es decir, que no existen hallazgos mamográficos típicos de CMEP (14,16,17). El hallazgo radiológico encontrado en la paciente fue un nódulo isodenso en mama derecha sugestivo de malignidad correspondiente a BIRADS 4.

En el ultrasonido generalmente se puede mostrar una masa hipoecogénica con componentes sólidos y quísticos que se asemejan a un quiste mamario complejo (14). La forma de la masa varia, puede ser ovalada, redonda o lobulada (16). En el reporte de ultrasonido de la paciente se observó una lesión ocupativa mixta solida con áreas quísticas con zonas de mayor vascularización. Se pueden realizar otros estudios de imagen, como resonancias magnéticas, para evaluar la extensión local y la presencia de metástasis (15).

El tratamiento del carcinoma metaplásico de mama con componente escamoso puro sigue las pautas generales para el cáncer de mama invasivo y el estadio del cáncer será el predictor del tratamiento (20).

La cirugía es el tratamiento principal, con la extirpación quirúrgica del tumor y la evaluación de los ganglios linfáticos regionales. El estudio realizado por Hu et al, analiza el pronóstico según el tipo de cirugía y se observó que en pacientes con cáncer metaplásico de mama triple negativo la cirugía conservadora de mama presentaba mejor pronóstico que la mastectomía total (21). En el reporte de caso de Jakubiwska et al, nos expone que generalmente se realiza primero el tratamiento quirúrgico y después la quimioterapia adyuvante (18).

En el presente caso el tratamiento que se utilizó fue quimioterapia neoadyuvante observándose buen resultado pues el tumor había disminuido de tamaño y se procedió a realizar una cuadrantectomía seguida de quimioterapia adyuvante. En la revisión de casos de Zhang et al, notaron que la quimioterapia neoadyuvante realizada en cinco pacientes no tuvo ningún efecto sobre los mismo, y en un paciente de los cinco, tuvo el efecto contrario pues el tumor progresó a estadios superiores (22). Este dato es de interés debido a que en nuestro caso la respuesta a neoadyuvancia fue positiva durante la primera etapa del cáncer logrando reducción del tamaño del tejido tumoral. Posteriormente en la paciente se realizó una mastectomía total a causa de la recidiva del cáncer.

Sin embargo, debido a la agresividad de este subtipo de cáncer de mama, no descarta que el tumor sea resistente al tratamiento convencional y se necesiten de enfoques terapéuticos más agresivos.

El pronóstico del carcinoma metaplásico de mama con componente escamoso puro suele ser más desfavorable en comparación con otros subtipos de cáncer de mama (21). La tasa de supervivencia a largo plazo varía según el estadio de la enfermedad, el tamaño tumoral, la presencia de metástasis y la respuesta al tratamiento (21,23). La detección temprana y un enfoque multidisciplinario son fundamentales para mejorar los resultados en pacientes con esta enfermedad.

### *Conclusiones*

- El carcinoma metaplásico de mama con componente epitelial escamoso puro es una enfermedad poco común y agresiva que precisa de un diagnóstico preciso y un tratamiento adecuado. La detección de una mutación de PIK3CA en este tipo de tumor puede tener consecuencias importantes tanto en el pronóstico como en la elección de terapias. Se subraya la importancia de realizar evaluaciones moleculares en la gestión de los casos de carcinoma metaplásico de mama, así

como la necesidad de llevar a cabo investigaciones adicionales con el fin de comprender mejor la biología y el tratamiento de esta enfermedad poco frecuente.

### *Referencias bibliográficas*

1. World Health Organization. Global cancer observatory [Internet]. International Agency for research on Cancer. [citado 19 de enero de 2023]. Disponible en: <https://gco.iarc.fr/today/home>
2. Lima SM, Kehm RD, Terry MB. Global breast cancer incidence and mortality trends by region, age-groups, and fertility patterns. *E Clinical Medicine*. 2021; 38:100985. 10.1016/j.eclinm.2021.100985
3. Merino DV, Chiriboga SS, Molina DS. Frecuencia de subtipos moleculares de cáncer de mama, Hospital Metropolitano, 2016-2019, Quito- Ecuador. *Metro Ciencia*. 2020;28(3):32-8. <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol28/3/2020/32-38>
4. Hasbay B, Bolat FA, Aytac HO, Aslan H, Purbager A. Metaplastic carcinoma of the breast: analysis of 38 cases from a single institute. *TJPATH* [Internet]. 2019 [citado 19 de enero de 2023]; Disponible en: <http://www.turkjpath.org/doi.php?doi=10.5146/tjpath.2019.01472>
5. Piscuoglio S, Ng CKY, Geyer FC, Burke KA, Cowell CF, Martelotto LG, et al. Genomic and transcriptomic heterogeneity in metaplastic carcinomas of the breast. *NPJ Breast Cancer*. 2017; 3:48. <https://doi.org/10.1038/s41523-017-0048-0>
6. Corso G, Criscitiello C, Nicosia L, Pesapane F, Vicini E, Magnoni F, et al. Metaplastic breast cancer: an all-round multidisciplinary consensus. *Eur J Cancer Prev*. 2023;32(4):348-63. 10.1097/CEJ.0000000000000794
7. Li Y, Zhang N, Zhang H, Yang Q. Comparative prognostic analysis for triple-negative breast cancer with metaplastic and invasive ductal carcinoma. *J Clin Pathol*. 2019;72(6):418-24. 10.1136/jclinpath-2018-205544
8. Türkan H, Gökgöz MŞ, Parlak NS. Metaplastic Breast Cancer. *J Breast Health*. 2016;12(1):47-9. 10.5152/tjbh.2015.2505
9. Mills MN, Yang GQ, Oliver DE, Liveringhouse CL, Ahmed KA, Orman AG, et al. Histologic heterogeneity of triple negative breast cancer: A National Cancer Centre Database analysis. *Eur J Cancer*. 2018; 98:48-58. 10.1016/j.ejca.2018.04.011
10. McMullen ER, Zoumberos NA, Kleer CG. Metaplastic Breast Carcinoma: Update on Histopathology and Molecular Alterations. *Arch Pathol Lab Med*. 2019;143(12):1492-6. 10.5858/arpa.2019-0396-RA

11. Tray N, Taff J, Singh B, Suh J, Ngo N, Kwa M, et al. Metaplastic breast cancers: Genomic profiling, mutational burden, and tumor-infiltrating lymphocytes. *Breast*. 2019; 44:29-32. 10.1016/j.breast.2018.12.010
12. Zhai J, Giannini G, Ewalt MD, Zhang EY, Invernizzi M, Niland J, et al. Molecular characterization of metaplastic breast carcinoma via next-generation sequencing. *Hum Pathol*. 2019; 86:85-92. 10.1016/j.humpath.2018.11.023
13. Graziano L, Graziano P, Bitencourt AGV, Soto DB, Hiro A, Nunes CC. Metaplastic squamous cell carcinoma of the breast: A case report and literature review. *Rev Assoc Med Bras (1992)*. 2016;62(7):618-21. 10.1590/1806-9282.62.07.618
14. Qasseh REL, Sami Z, Moutahir M, Herrad M, Benhassou M, Ennachit M, et al. Squamous cell carcinoma of the breast: About a case. *Int J Surg Case Rep*. 2022; 99:107589. 10.1016/j.ijscr.2022.107589
15. Wu Y, Chen Z, Li W, Wang F, Zhang Y. Primary squamous cell carcinoma of the breast: A case report and review of the literature. *Front Oncol*. 2022; 12:1033084. 10.3389/fonc.2022.1033084
16. Benoist P, Mureau A, Joueidi Y, Arbion F, Vilde A, Body G, et al. Management and prognosis of pure primary squamous cell carcinoma of the breast. *J Gynecol Obstet Hum Reprod*. 2018;47(7):275-80. 10.1016/j.jogoh.2018.06.007
17. Noro A, Ishitobi M, Hanamura N, Kashikura Y, Yamashita M, Kozuka Y, et al. A Case of Metaplastic Squamous Cell Carcinoma of the Breast that Showed a Pathological Complete Response After Neoadjuvant Chemotherapy with Weekly Paclitaxel. *Am J Case Rep*. 2022;23: e935035. 10.12659/AJCR.935035
18. Jakubowska K, Kańczuga-Koda L, Kisielewski W, Koda M, Famulski W. Squamous cell carcinoma of the breast as a clinical diagnostic challenge. *Mol Clin Oncol*. 2018;8(4):587-91. 10.3892/mco.2018.1581
19. Reddy TP, Rosato RR, Li X, Moulder S, Piwnica-Worms H, Chang JC. A comprehensive overview of metaplastic breast cancer: clinical features and molecular aberrations. *Breast Cancer Res*. 2020;22(1):121. 10.1186/s13058-020-01353-z
20. Tray N, Taff J, Adams S. Therapeutic landscape of metaplastic breast cancer. *Cancer Treat Rev*. 2019; 79:101888. 10.1016/j.ctrv.2019.08.004
21. Hu J, Dong F, Zhang Y, Shen J, Ming J, Huang T. Triple-negative metaplastic breast cancer: treatment and prognosis by type of surgery. *Am J Transl Res*. 2021;13(10):11689-96. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8581904/>

22. Zhang X, Zhang B, Zang F, Zhao L, Yuan Z, Wang P. Clinical features, and treatment of squamous cell carcinoma of the breast. *Onco Targets Ther.* 2016; 9:3181-5. 10.2147/OTT.S95128
23. Corso G, Frassoni S, Girardi A, De Camilli E, Montagna E, Intra M, et al. Metaplastic breast cancer: Prognostic and therapeutic considerations. *J Surg Oncol.* 2021;123(1):61-70. 10.1002/jso.26248

*Conflicto de intereses*

No existe conflicto de intereses entre los autores.

*Declaración de contribución de los autores*

Karen Vanessa Leon Crespo: concepto de estudio y redacción

Dr. Jorge Sebastián Coronel Montero: concepto de estudio y redacción

Kevin Sebastián Leon Crespo: recopilación de datos.

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**.



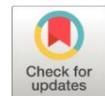
#### Indexaciones



## ***Staphylococcus aureus* en pollos de crianza en un criadero de Jadán – Ecuador diciembre 2022 – febrero 2023**

*Staphylococcus aureus* in Broiler Breeding Chickens in a Jadan-Ecuador Hatchery (December 2022 - February 2023)

- <sup>1</sup> Kevin David Guamán Sandoval  <https://orcid.org/0009-0000-8850-4120>  
Facultad de Bioquímica y Farmacia, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[kevin.guaman@est.ucacue.edu.ec](mailto:kevin.guaman@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> David Emilio Ríos Guerrero  <https://orcid.org/0009-0000-7186-9086>  
Facultad de Bioquímica y Farmacia, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[david.rios@est.ucacue.edu.ec](mailto:david.rios@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Jonnathan Gerardo Ortiz Tejedor  <https://orcid.org/0000-0001-6770-2144>  
Facultad de Bioquímica y Farmacia, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[jonnathan.ortiz@ucacue.edu.ec](mailto:jonnathan.ortiz@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/05/2023

Revisado: 11/06/2023

Aceptado: 01/07/2023

Publicado: 20/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2618>

Cítese: Guamán Sandoval, K. D., Ríos Guerrero, D. E., & Ortiz Tejedor, J. G. (2023). *Staphylococcus aureus* en pollos de crianza en un criadero de Jadán – Ecuador diciembre 2022 – febrero 2023. *Anatomía Digital*, 6(3), 99-115. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2618>



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

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

**Palabras claves:**

Staphylococcus aureus, pollos, meticilina, resistencia, antibióticos.

**Keywords:**

Staphylococcus aureus, chickens, methicillin, resistance, antibiotics.

**Resumen**

**Introducción:** La industria avícola y sobre todo la crianza de aves ha incrementado exponencialmente, aunado a ello la manipulación en el cuidado del animal, lo cual puede fomentar la contaminación cruzada con microorganismos patógenos como el caso puntual de *Staphylococcus aureus*, bacteria causal de gran cantidad de afecciones. **Objetivos:** Determinar la frecuencia y susceptibilidad antimicrobiana de *Staphylococcus aureus* aislado a partir de narinas de pollos de crianza en Jadán – Ecuador, durante el periodo diciembre 2022 – febrero 2023, mediante métodos microbiológicos. **Metodología:** Estudio de tipo observacional descriptivo, de corte transversal. El universo de estudio lo conformarán los aislados de las narinas obtenidos de los pollos de crianza de un criadero de Jadán – Ecuador. Se realizó un muestreo de tipo no probabilístico por conveniencia, para la obtención de 60 muestras. **Resultados:** Se identificaron 12 muestras positivas de *S. aureus* en 60 aislados de narinas de pollo de crianza por medio de pruebas bioquímicas. Además, se pudo observar un alto porcentaje de sensibilidad a los antibióticos de clindamicina, eritromicina, cefoxitina y penicilina. **Conclusión:** La prevalencia de *S. aureus* en los pollos de crianza es baja (20%). Existe un manejo adecuado de los antibióticos, por lo que se observa una baja resistencia. Se siguen normativas de higiene y limpieza para prevenir la propagación de bacterias. **Área de estudio:** Microbiología.

**Abstract**

**Introduction:** The poultry industry, particularly poultry breeding, has witnessed exponential growth alongside the implementation of animal care practices that can potentially lead to cross-contamination with pathogenic microorganisms. One such microorganism is *Staphylococcus aureus*, a bacterium responsible for numerous diseases. **Objective:** This study aims to determine the frequency and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolated from the nares of broiler chickens in Jadan, Ecuador, between December 2022 and February 2023, using microbiological methods. **Methodology:** This is an observational, descriptive, cross-sectional study. The study population consists of isolates obtained from the nares of broiler chickens from a hatchery in Jadan, Ecuador. A non-

---

probabilistic convenience sampling method was employed, resulting in sixty samples. **Results:** Biochemical tests identified twelve positive samples of *S. aureus* among the sixty isolated obtained from broiler breeding chicken nostrils. Furthermore, a high percentage of sensitivity to clindamycin, erythromycin, cefoxitin, and penicillin antibiotics was observed. **Conclusion:** The prevalence of *S. aureus* in broilers is low (20%). Adequate antibiotic management practices are in place, leading to low resistance. Hygiene and cleanliness regulations are followed diligently to prevent bacterial spread.

---

## Introducción

La zoonosis es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como toda enfermedad transmitida naturalmente del animal al hombre. Actualmente, la cría, venta y exportación de animales de consumo fomentan las principales fuentes de transmisión de microorganismos causantes de zoonosis, uno de los más importantes hoy en día es *Staphylococcus aureus* (1).

*Staphylococcus aureus* es una bacteria cocoide gram positiva de importancia clínica debido a su capacidad de colonizar células del hospedero por sus factores de virulencia y, consecuentemente, conllevar a patologías graves (2). A más de ello, la importancia radica en la amplia resistencia a fármacos como penicilinas, linconsamidas y estreptograminas (3).

La estrecha interacción entre el hombre y el animal por el aumento de la actividad comercial conlleva al incremento de las fuentes de transmisión de enfermedades ligadas a la manipulación y contaminación con microorganismos, como el caso concreto del *S. aureus*. Este último puede llegar a provocar diferentes infecciones en los pollos, generalmente asociadas a huesos y articulaciones, que alteran el crecimiento y desarrollo normal de las aves que están destinadas al consumo humano (1).

La infección por *S. aureus* en aves se llega a manifestar mediante hinchazón, fiebre, lesiones, abscesos plantares, necrosis de tejidos, etc., lo cual vuelve inútil la crianza de dichos pollos y conlleva a pérdidas económicas para la empresa avícola. Además, si estas aves infectadas llegaran a ser comercializadas para su posterior faenamiento, representarían un riesgo de intoxicación alimentaria para los humanos, debido a que esta bacteria puede llegar a producir un elevado número de toxinas perjudiciales para la salud del consumidor (4,5).

*Staphylococcus aureus* es un tipo de bacteria que causa infecciones comunes en ambiente hospitalario y comunitario. Aunque existen más de 30 especies de estafilococos, la mayoría de las infecciones son causadas por *S. aureus*. Esta bacteria es parte de la microbiota normal de la piel y se encuentra principalmente en las fosas nasales, siendo así el contacto directo la forma más común de transmisión y las manos juegan un papel importante en su propagación de la piel y mucosas (6).

*S. aureus* ocasiona una gran variedad de afecciones médicas, desde lesiones cutáneas y de tejidos blancos (como infecciones en heridas, abscesos, celulitis, foliculitis, forunculosis e impétigo ampollar) hasta patologías más graves y sistémicas (como artritis séptica, bacteriemias, endocarditis, neumonía, osteomielitis e infecciones posoperatorias que involucran prótesis óseas y articulares). Además, las toxinas liberadas por este microorganismo son responsables del síndrome del shock tóxico, el síndrome tóxico alimentario y el síndrome de la piel escaldada (6).

El tratamiento de elección para las afecciones causadas por *S. aureus* radica en el empleo de antibióticos betalactámicos. Sin embargo, poco después de emplear la meticilina como tratamiento en 1961, aparecieron ya las primeras cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (SARM). El nivel de resistencia ha incrementado drásticamente con el paso del tiempo debido a los genes de amplia recombinación y transmisión, afectando el tratamiento frente a este patógeno (7).

La resistencia a la meticilina en los estafilococos se atribuye a una proteína de unión a penicilina de baja afinidad PBP2a, codificada por el gen *mecA* (8). Dicha resistencia se debe a que los antibióticos  $\beta$ -lactámicos son incapaces de inhibir la PBP2a, la cual es capaz de mantener intacta la pared celular a lo largo del crecimiento y división celular en comparación a otras PBP de *S. aureus* que si son inhibidas (9).

El gen *mecA* se encuentra en un elemento genético móvil denominado case cromosómico estafilocócico mec (SCCmec) que se incorpora en un lugar determinado del cromosoma bacteriano (attBSCC) cerca del origen de replicación de *S. aureus*. Es de mucha importancia debido a que le permite tener una replicación temprana y reproducir los genes de resistencia adquiridos (10).

De acuerdo con la OMS la probabilidad de mortalidad en pacientes con infecciones por *S. aureus* resistente a la meticilina es un 64% mayor que en paciente con infecciones sensibles a los medicamentos. Además, en 2017 fue incluido en su lista de los doce patógenos más peligrosos debido a su resistencia a los antibióticos. Esto destaca la gravedad de las infecciones por SARM y la necesidad de abordar esta resistencia (11).

El Ministerio de Salud Pública (MSP) publicó la frecuencia de los microorganismos sujetos a vigilancia mayormente reportados anualmente en hospitales de Ecuador con la

ayuda del sistema informático Whonet. De acuerdo a este informe, se reportaron 2.940 aislados de *S. aureus* en 2014, 3.820 en 2015, 4.585 en 2016 y 5.518 en 2017, observándose un claro aumento de casos por dicha bacteria (12).

De esta manera, las infecciones provocadas por los SARM se consideran como un causante del problema de salud que eleva costos (estadía hospitalaria) e incrementa tasas de morbilidad y mortalidad. Tanto en Estados Unidos, Japón, Europa y algunas regiones de Latinoamérica se reporta que alrededor del 40% de aislamiento de *S. aureus* son resistentes a meticilina (13).

Si bien las bacterias MRSA frecuentan los entornos hospitalarios, se ha demostrado la infección por MRSA en personas que no han tenido contacto con este ambiente, por lo que dicha infección podría ser más común de lo que se estima debido al contacto o ingesta de animales domésticos o silvestres posiblemente contaminados (2).

Un estudio realizado en Tanzania, enfocado en la transmisión de *S. aureus* en humanos, pollos, roedores y suelo dentro del entorno doméstico, determinó la elevada frecuencia de *S. aureus* con un porcentaje del 50,5%, con una mayor prevalencia en los roedores y en el suelo. En cuanto a susceptibilidad se observó resistencia a tetraciclina, clindamicina y eritromicina. Por tanto, se deduce que la presencia de estas bacterias antibiótico resistentes, constituye un reservorio potencial de fácil transmisión a humanos y animales de compañía (14).

En Etiopía, mediante un estudio transversal desarrollado en el personal, pollos aparentemente sanos y en cama de granjas avícolas en Addis Abeba, se reportaron 64 de 222 muestras como positivas para el género *Staphylococcus*. De estas a su vez se identificaron 40 positivos para *S. aureus*, 11 para *S. hyicus*, 3 para *S. intermedius* y 10 para estafilococos coagulasa negativos (SCN) (15).

En Estados Unidos en el 2010 se encontró que el 8% de pacientes ambulatorios con presencia de enfermedades recurrentes diagnosticados con *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (SARM) guardan contacto directo con mascotas (16).

Según un análisis realizado en Nigeria, del cual se tomaron 1 300 muestras de pollos, se reportó *S. aureus* en 660 de ellas, de las cuales 211 fueron provenientes de pollos de engorde, 231 de ponedoras y 218 de locales. Así mismo, 89 muestras fueron aisladas de pollos entre 0 - 4 semanas, 161 de 5-10 semanas y 410 de pollos de más de 10 semanas de edad (17).

En Argentina, en la ciudad de Salta, se realizó la inspección clínica de cuatro pollos parrilleros provenientes de una granja, posterior a la toma de muestra y cultivo de secreción nasal y exudado de las articulaciones, mediante tinción de Gram se determinó

la presencia de cocos Gram positivos en forma de racimos. Luego de su siembra en agar manitol salado, se determinó la presencia de *S. aureus* (18).

En un estudio realizado en Perú en pollos de los cuales se tomó muestra de cornetes nasales, senos infraorbitales, sacos aéreos entre otros, se aislaron 97 cepas de *S. aureus* de las cuales aproximadamente el 28 % (28/97) poseían resistencia a la meticilina (2).

En un estudio llevado a cabo en el cantón Guaranda, Bolívar Ecuador, se analizaron 170 muestras de leche de vaca de diversas fincas, en las cuales se observó crecimiento de microorganismo luego de su cultivo en el 39.4% (n=67). De estas últimas, en el 55.2% se observó presencia de *S. aureus* y en el 6 % de *Staphylococcus* spp. En el porcentaje restante se pudo evidenciar crecimiento de otros como *Bacillus* spp. (*Klebsiella* spp., *Shigella* spp., *Streptococcus* spp., *Escherichia coli* y *Enterobacter* spp) (19).

En Ecuador existe poca evidencia sobre la presencia de *S. aureus* en aves de corral. No se han encontrado estudios referentes a *Staphylococcus aureus* en pollos vivos en la provincia del Azuay y regiones aledañas. En gran medida los estudios se enfocan en ganado vacuno y cerdos. Considerando la importancia para el sistema sanitario del control de enfermedades transmitidas por *S. aureus*, el presente estudio se enfoca en determinar la frecuencia.

A nivel nacional, la evidencia reportada frente a esta problemática es muy escasa, ya que son puntuales las investigaciones enfocadas en la presencia de *S. aureus* en aves de corral, por lo cual el presente estudio pretende; “Determinar la frecuencia de *Staphylococcus aureus* y susceptibilidad antimicrobiana aislado de narinas de pollos de crianza en Jadán – Ecuador.

## Metodología

### *Universo de estudio, tratamiento muestral y muestra*

El universo de estudio lo conforman 1000 pollos de crianza de un criadero de Jadán – Ecuador cuya edad de crianza comprende los 49 días. Se realizó un muestreo de tipo no probabilístico por conveniencia. La muestra se conformó por 60 aislados, los cuales se trabajaron por duplicado a partir de hisopado superficial de las narinas de los pollos de crianza.

### *Métodos, técnicas e instrumentos de investigación o recolección de datos*

**Toma de muestra:** Al no existir una normativa o esquema del procedimiento a seguirse en las guías acerca de la toma de muestras en las narinas de pollos, con la finalidad de obtener una muestra representativa de las narinas, se emplearon hisopos estériles y se frotaron por la parte externa de las narinas. De igual manera, se tomó muestra de la secreción de las narinas, mismas que se introdujeron rápidamente en 5 ml caldo tripticasa

soya. Las muestras se trasladaron al laboratorio de microbiología de la facultad de Bioquímica y Farmacia y se incubaron a 37°C durante 24 horas.

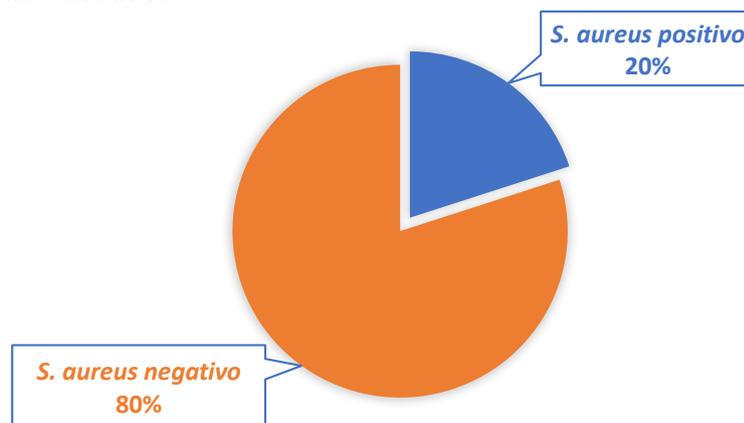
**Identificación de *Staphylococcus aureus*:** Se realizó la siembra de las 60 muestras en agar Manitol Salado. Esta se llevó a cabo mediante estrías, abarcando la mayor superficie del agar. Se incubó por un periodo de 48 horas a 37°C. Pasado este tiempo se escogieron las unidades formadoras de colonia (UFC) que denotaran compatibilidad con *S. aureus*, fermentando el manitol, produciendo una acidificación del medio y dando un viraje de rojo a amarillo. A partir de las colonias fermentadoras de manitol se realizaron cuatro pruebas microbiológicas; tinción de Gram, catalasa, coagulasa y DNAsa (2).

**Susceptibilidad antimicrobiana:** Se realizó un antibiograma mediante la técnica Kirby Bauer o disco difusión, este procedimiento se llevó a cabo según los lineamientos establecidos en el CLSI, 2021. Se tomaron entre 4 a 6 colonias con un asa estéril y se diluyó en solución salina hasta alcanzar una turbidez de 0.5 de la escala MacFarland. Posteriormente se introdujo un hisopo estéril dentro del tubo y se procedió a sembrar en las cajas Petri que contienen medio Mueller Hinton. Se utilizaron cuatro antibióticos; Penicilina, Cefoxitina, clindamicina y eritromicina. Se tuvo el cuidado de siempre colocar los discos de Clindamicina y Eritromicina a no más de 20 mm de distancia para poder observar la presencia o no de resistencia inducible a la clindamicina. Las muestras se incubaron por 24 horas a 37°C (2).

**Resultados**

De las 60 muestras tomadas al azar de un criadero avícola en Jadán – Ecuador, 12 (20%) fueron confirmadas como *S. aureus* a través de pruebas microbiológicas (Crecimiento en agar manitol salado, tinción de gram, catalasa, coagulasa y DNAsa) como se observa en la Figura 1 **Figura 1**.

**Figura 1:** Porcentajes de muestras positivas a *S. aureus* obtenidas de las narinas de los pollos en Jadán - Ecuador



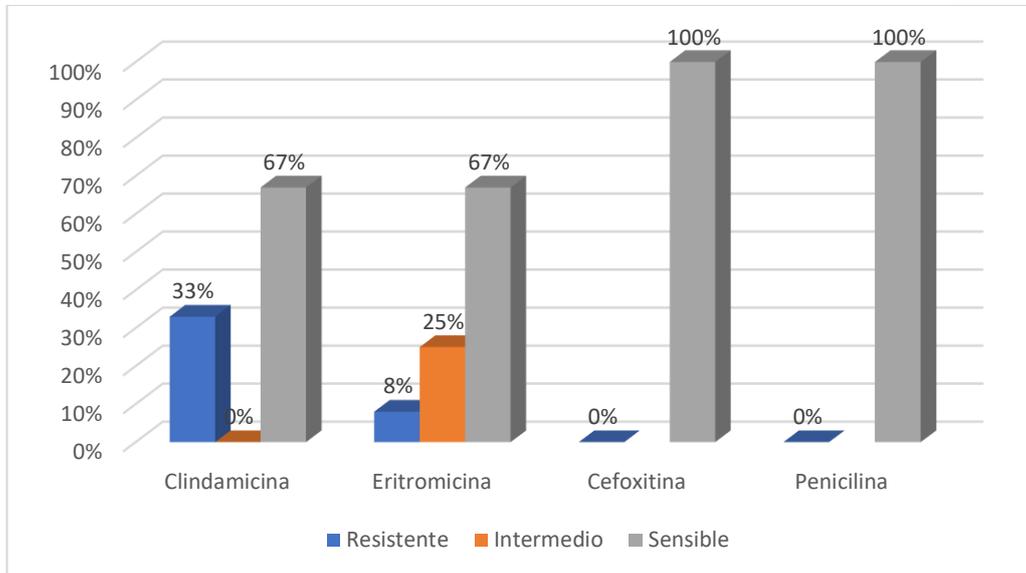
En el Tabla 1 se muestran los resultados del antibiograma de las 12 muestras positivas a *S. aureus* para determinar la susceptibilidad a los antibióticos clindamicina (DA), eritromicina (E), cefoxitina (FOX) y penicilina (P).

**Tabla 1:** Resultados del antibiograma realizado en cada muestra positiva de *S. aureus* obtenida de las narinas de los pollos en Jadán – Ecuador, mediante la técnica de Kirby Bauer de acuerdo con los lineamientos establecidos en el CLSI, 2021. R: resistente, S: sensible, I: intermedio

Muestra	DA (mm)		E (mm)		FOX (mm)		P (mm)		D test
2	6	R	15	I	32	S	45	S	-
7	32	S	32	S	30	S	43	S	-
9	30	S	33	S	29	S	40	S	-
11	33	S	35	S	32	S	43	S	-
12	6	R	15	I	35	S	49	S	-
16	36	S	36	S	32	S	46	S	-
30	6	R	15	I	34	S	46	S	-
34	34	S	35	S	32	S	41	S	-
35	6	R	10	R	30	S	30	S	-
36	31	S	35	S	30	S	41	S	-
40	33	S	36	S	33	S	45	S	-
53	33	S	37	S	30	S	44	S	-

La clindamicina y la eritromicina mostraron resultados positivos con respecto a la sensibilidad, superando más del 60 % en ambos casos. La resistencia en estos dos últimos no fue elevada, dando un 33 % para clindamicina y un 8% para eritromicina. En penicilina y cefoxitina la sensibilidad fue del 100 % como se muestra en la Figura 2. El D-test fue negativo para las 12 muestras evaluadas, por lo que no existe resistencia inducida en ninguna de las muestras.

**Figura 2:** Porcentajes de susceptibilidad y resistencia a clindamicina en muestra positivas de *S. aureus* obtenidas de las narinas de los pollos en Jadán - Ecuador.



**Discusión**

El incremento en los últimos años en la producción avícola trae consigo un mayor riesgo de contaminación cruzada con los pollos de crianza. Actualmente, existe una gran preocupación, ya que en diversos estudios se evidencia el uso inadecuado de antibióticos, lo que promueve la resistencia a los mismos, reduciendo o anulando su efectividad farmacológica. Las aves de granja pueden constituirse como un reservorio de cepas y permitiendo que se vuelvan más patógenas y resistentes (2).

Al ser los pollos de crianza destinados a faenamiento, la presencia de bacterias en estos puede ser causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs) lo cual llega a representar un problema de salud pública, habiendo mayor índice de incidencia en los países en desarrollo. La presencia de ETAs no afecta solo a la salud, sino que también tiene un gran impacto a nivel económico, ya que de acuerdo a la base de datos de producción a nivel mundial de alimentos el comestible de mayor producción y consumo son los cárnicos, al haberse encontrado un porcentaje bajo de cepas de *S. aureus* en las muestras, es indicativo de que la carne no se encuentra contaminada, por lo tanto no representa una pérdida económica para los dueños del galpón y la producción no se vio afectada (20).

La capacidad que tiene el *S. aureus* de producir enterotoxinas estafilocócicas hace que se vuelva uno de los mayores microorganismos causantes de ETAs. La intoxicación por *Staphylococcus* resulta de la ingestión de toxinas producidas por estos y que se encuentran

en los alimentos contaminados. Si más bien no se hizo un apartado para este tema en la presente investigación, es de importancia abordarlo y qué se haga énfasis en el mismo en futuros estudios debido al elevado número de intoxicaciones producto de la ingestión de dichas toxinas (21).

Tanto en países de Centroamérica como Sudamérica no existen estudios que se hayan realizado en pollos de criadero vivos, todos fueron realizados en pollos que ya fueron sacrificados tomando muestras de pierna, pechuga, cornetes nasales, senos infraorbitales. Como menciona Cotaquispe *et al*, es su estudio realizado en Perú, donde aisló 97 cepas de *S. aureus* de las cuales aproximadamente el 28 % (28/97) poseían resistencia a la meticilina. Aunque no se encuentra similitud de este estudio con la investigación realizada en aspectos como la toma de muestras, los resultados finales son similares, encontrándose baja presencia de cepas de *S. aureus* (2).

En centroamérica, en un estudio desarrollado en San Salvador, a partir de muestras de pierna y pechuga de mercados municipales y cadenas comerciales, de 302 muestras tomadas (147 piernas y 155 pechugas) existió *S. aureus* en un 18% de las piernas y en un 9% de las pechugas. Referente a porcentajes, la presencia de *S. aureus* son valores similares en comparación a la investigación realizada en pollos vivos (20%), la pequeña diferencia puede variar debido a la manipulación en el proceso de faenado y deshuesado del pollo antes de su expendio (20).

En base a una recopilación bibliográfica, en la cual se ha analizado artículos referentes a SARM, se menciona que este se encuentra de manera principal en animales de abasto como el cerdo, la vaca y los pollos, siendo en los últimos la principal causa de problemas esqueléticos. Luego de observar los pollos de los que se obtuvo la muestra en esta investigación, se pudo observar diferentes deformidades en sus patas, siendo evidencia de la posible presencia de *Staphylococcus*. El empleo de antibióticos en el proceso de la crianza de animales de granja suele ser rutinario, usándolos no solo como profiláctico, sino para un mayor rendimiento de carne, desencadenando en el aprovisionamiento de un caldo de cultivo óptimo para la resistencia antimicrobiana (2,22).

Dentro de este estudio en pollos de crianza, se denota la presencia de 12 cepas (20%) de *S. aureus*, las mismas que fueron sometidas a diversas pruebas bioquímicas como la catalasa, coagulasa y DNAsa que confirmaron las mismas. No se encontró resistencia a meticilina ni penicilina. De igual manera, luego de realizarse el D-test no se evidenció la presencia de cepas que posean resistencia inducible a clindamicina. En este sentido, a pesar de haberse encontrado la presencia de *S. aureus* en las aves, es importante recalcar que dichas bacterias no han desarrollado una resistencia a los antibióticos que se emplean en su tratamiento, permitiendo la efectividad de estos y siendo un indicador de su uso adecuado.

Los resultados encontrados son bajos y satisfactorios en comparación a otros estudios, como en una investigación realizada en Irak en donde se encontró un porcentaje elevado de *S. aureus* en pollos de engorde, llegando a encontrar la presencia de este en 196 muestras (84,8%) de las 231 tomadas. Esta gran diferencia puede deberse principalmente al alto grado de manipulación y malas normas de higiene por parte de los operadores ya que los mismos juegan un papel importante en el transporte de las cepas (23).

Para mitigar los efectos y la propagación de estas bacterias aunque sean mínimos, se puede desinfectar los criaderos en los cuales se encuentran los pollos, aunque no se sabe con certeza si se procede a realizar desinfecciones rutinarias en el galpón del que se tomó las muestras, según investigaciones, se pueden emplear diversas opciones para erradicar la presencia de *S. aureus* de los criaderos como compuestos de amonio cuaternario (QAC), compuestos fenólicos y desinfectantes de aceite de pino (24).

No se sabe con seguridad el motivo o medio por el cual estos microorganismos llegaron a tomar presencia en el criadero de pollos. Sin embargo, en una investigación que se realizó tomando muestras de personal de un criadero de pollos de engorde, sugiere que está cepa puede llegar gracias al transporte manual, es decir, a la manipulación por parte del personal, contribuyendo de esta manera a la propagación/diseminación de los mismos (25).

Al analizar la resistencia a la meticilina en el presente estudio fue nula, lo que es algo positivo. En un estudio llevado en Mosul enfocado en la identificación de SARM, reportó la detección del 66% (33/50) cepas resistentes lo cual representa un riesgo para el consumidor, ya que los SARM son considerados una amenaza potencial en vista de que pueden llegar a provocar endocarditis en el consumidor. La diferencia en los porcentajes o la presencia nula de SARM entre nuestro estudio y otras investigaciones es atribuida a diversos puntos de contaminación que puede exponerse el pollo desde su crianza hasta que llega al hogar del consumidor, como el estado de los criaderos, manipulación por los cuidadores, crianza, transporte o en los mataderos (26).

Por otra parte, en Países Bajos según Huijbers et. al. No se reportó presencia de SARM en pollos de engorde en granjas holandesas orgánicas lo cual evidencia resultados equitativos a los de la investigación cursada. Esto se puede deber al bajo contacto y manipulación de las aves (27).

En Trinidad se reportan que luego de haberse estudiado 287 pollos de engorde se encontró prevalencia de SARM en tan solo el 0,7 % los cuales poseían resistencia a varios agentes antimicrobianos, en cambio, en nuestro estudio, todas las cepas presentaban sensibilidad por lo menos a dos de los cuatro antibióticos empleados (28)

En el Ecuador, el ente regulatorio como es el Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca establece una guía de buenas prácticas avícolas. Presta especificaciones de infraestructura, higiene y bioseguridad que deben cumplir los galpones en los que se crían los pollos para asegurar el desarrollo saludable en condiciones óptimas para los pollos de engorde, así como un compendio de normas para que los manipuladores realicen sus tareas de la forma más higiénica posible (29).

Esta investigación aporta con información que denota la importancia en la crianza y manipulación aséptica de los pollos de criaderos, así como el manejo correcto de los antibióticos en las aves que serán destinadas a la venta al público ya que no se han encontrado estudios similares que estén enfocados en las aves de crianza, sino, hacen énfasis en el pollo ya sacrificado y expendio al consumidor.

### Conclusiones

- La prevalencia de *S. aureus* en Jadan es relativamente baja, ya que se encuentra en cerca del 20% de la bandada de pollos de crianza, además, es importante recalcar que el manejo y empleo de antibióticos en los mismo se lleva de manera adecuada, haciendo su uso cuando se amerite y en dosificaciones correctas, así lo indican los resultados de los antibiogramas, en los que no se denota la resistencia microbiana hacia diferentes antibióticos.
- La operación tanto por parte de manipuladores como en los diferentes procesos de cuidado se han dado de manera adecuadas, pues no se observa un alto grado de contaminación y propagación de las bacterias en las aves de corral, así mismo, se evidencia un aseo e higiene correctos tanto por parte de las personas que se encuentran en contactos con las aves, así como del entorno en el que habitan las mismas, lineándose en las normativas establecidas por el ente regulador.

### Referencias Bibliográficas

1. Galarza Galarza MI, Yarzabal Rodríguez LA, Galarza Galarza MI, Yarzabal Rodríguez LA. Staphylococcus aureus Resistentes a meticilina en animales de granja en Suramérica: una revisión sistemática. *Vive Rev Salud*. agosto de 2021;4(11):246-65.  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2664-32432021000200246&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2664-32432021000200246&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
2. Cotaquispe R, Sarmiento R, Lovón S, Rodríguez J, Cotaquispe R, Sarmiento R, et al. Caracterización fenotípica y genotípica de Staphylococcus spp con resistencia a meticilina en pollos comerciales. *Rev Investig Vet Perú [Internet]*. mayo de 2021 [citado 31 de octubre de 2022];32(3). Disponible en:

- [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1609-91172021000300028&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1609-91172021000300028&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
3. Pérez N, Pavas N, Rodríguez EI. Resistencia de Staphylococcus aureus a los antibióticos en un hospital de la orinoquia colombiana. Infectio. septiembre de 2010;14(3):167-73.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0123-93922010000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0123-93922010000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
  4. Atlas enfermedades de las aves [Internet]. [citado 11 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://online.fliphtml5.com/zbtr/fmzo/#p=1>
  5. Lersy LG, Alfonso, Suárez M H, Lersy LG, Alfonso, Suárez M H. Caracterización microbiológica y molecular de Staphylococcus aureus en productos cárnicos comercializados en Cartagena Colombia. Rev Costarric Salud Pública. diciembre de 2016;25(2):81-9.  
[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1409-14292016000200081&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1409-14292016000200081&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
  6. Sejas Claros A, Zurita Céspedes BI, Rodríguez Álvarez MX, Espinoza Amurrio JB, Sejas Revollo M. Prevalencia de staphylococcus aureus en portadores nasales del personal de enfermería - hospital viedma. Rev Científica Cienc Médica. 2016;19(1):29-33.  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1817-74332016000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1817-74332016000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  7. Ruiz-Pérez de Pipaón M, Torres-Sánchez MJ, Arroyo-Pedrero LA, Prados-Blanco T, Palomares-Folía JC, Aznar-Martín J. Detección de la resistencia a meticilina e identificación de Staphylococcus spp. en hemocultivos positivos amplificando los genes mecA y nucA con el sistema LightCycler®. Enfermedades Infecc Microbiol Clínica. 1 de abril de 2005;23(4):208-12.  
<https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-deteccion-resistencia-meticilina-e-identificacion-13073146>
  8. Martínez-Medina RM, Montalvo-Sandoval FD, Magaña-Aquino M, Terán-Figueroa Y, Pérez-Urizar JT, Martínez-Medina RM, et al. Prevalencia y caracterización genotípica de cepas de Staphylococcus aureus resistente a meticilina aisladas en un hospital regional mexicano. Rev Chil Infectol. febrero de 2020;37(1):37-44.  
[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0716-10182020000100037&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0716-10182020000100037&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

9. Otto M. MRSA virulence and spread. *Cell Microbiol.* octubre de 2012;14(10):1513-21. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3443268/>
10. Jiménez Quiceno JN, Correa Ochoa MM. Staphylococcus aureus resistente a meticilina: bases moleculares de la resistencia, epidemiología y tipificación. *Iatreia.* junio de 2009;22(2):147-58. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0121-07932009000200006&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-07932009000200006&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
11. Bastidas B, Méndez MV, Vásquez Y, Requena D, Bastidas B, Méndez MV, et al. Tipificación del cassette cromosómico estafilocócico de Staphylococcus aureus resistentes al meticilino en el estado de Aragua, Venezuela. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* abril de 2020;37(2):239-45. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1726-46342020000200239&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1726-46342020000200239&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
12. Resistencia antimicrobiana - Ministerio de Salud Pública [Internet]. Disponible en: [https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/gaceta\\_ram2018.pdf](https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/gaceta_ram2018.pdf)
13. Armas Fernández A, Suárez Trueba B, Crespo Toledo N, Suárez Casal A. Resistencia de Staphylococcus aureus a la meticilina en aislamientos nosocomiales en un hospital provincial. *Gac Médica Espirituana.* diciembre de 2015;17(3):80-91. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1608-89212015000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1608-89212015000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
14. Mercado M, Ávila J, Rey M, Montoya M, Gamboa A, Carrascal AK, et al. Brotes por Salmonella spp., Staphylococcus aureus y Listeria monocytogenes asociados al consumo de pollo. *Biomédica.* 2012;32(3):375-85. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84324092008>
15. Abunna F, Adugna B, Tufa TB, Ayana D, Gutema FD, Waktole H, et al. Detection and Antimicrobial Resistance of Staphylococcus Species from Chicken, Chicken Litter, and Humans in Addis Ababa, Ethiopia. *Vet Med Int.* 25 de mayo de 2022;2022:9084334. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9159885/>
16. Sonola VS, Misinzo G, Matee MI. Occurrence of Multidrug-Resistant Staphylococcus aureus among Humans, Rodents, Chickens, and Household Soils in Karatu, Northern Tanzania. *Int J Environ Res Public Health.* 11 de agosto de 2021;18(16):8496. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8391185/>

17. Veterinaria Italiana 46 (2) 2010 [Internet]. [citado 13 de enero de 2023]. Disponible en: [https://www.izs.it/vet\\_italiana/2010/46\\_2/155.htm](https://www.izs.it/vet_italiana/2010/46_2/155.htm)
18. Gorchs C, Cardozo SP, Torrez DFL. Caso clínico: Estafilococias aviar. Salta: EUCASA. Editorial Universidad Católica de Salta; 2014. p. 53-55. (Cuadernos de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias). [https://bibliotecas.ucasal.edu.ar/opac\\_css/doc\\_num\\_data.php?explnum\\_id=619](https://bibliotecas.ucasal.edu.ar/opac_css/doc_num_data.php?explnum_id=619)
19. Cerón A, Fabián C, Galarza S, David A, Román Dr. carrera de ingeniería agropecuaria trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero agropecuario. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14267/1/T-IASA%20I-005437.pdf>
20. Vista de Contaminación microbiológica de la carne de pollo en 43 supermercados de El Salvador [Internet]. [citado 11 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.camjol.info/index.php/alerta/article/view/7134/6700>
21. Pinchuk IV, Beswick EJ, Reyes VE. Staphylococcal Enterotoxins. Toxins. 18 de agosto de 2010;2(8):2177-97. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3153290/>
22. Méndez LO. The food chain as a transmission route of staphylococcus aureus methicillin-resistant: A Review. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/27509/LA%20CADENA%20ALIMENTARIA%20COMO%20VIA%20DE%20TRANSMISION%20DE%20STAPHYLOCOCCUS%20AUREUS%20RESISTENTE%20A%20LA%20METICILINA%20Revision%20bibliografica.pdf?sequence=1>
23. Assafi MS, Hado HA, Abdulrahman IS. Detection of methicillin-resistant Staphylococcus aureus in broiler and broilers farm workers in Duhok, Iraq by using conventional and PCR techniques. Iraqi J Vet Sci. 1 de enero de 2020;34(1):15-22. [https://www.vetmedmosul.com/article\\_163566.html](https://www.vetmedmosul.com/article_163566.html)
24. Mejia A, Morishita TY, Lam KM. The effects of seven chicken hatchery disinfectants on a Staphylococcus aureus strain. Prev Vet Med. 1 de febrero de 1994;18(3):193-201. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167587794900752>
25. Rodgers JD, McCullagh JJ, McNamee PT, Smyth JA, Ball HJ. Comparison of Staphylococcus aureus recovered from personnel in a poultry hatchery and in broiler parent farms with those isolated from skeletal disease in broilers. Vet Microbiol. 15 de septiembre de 1999;69(3):189-98. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113599001121>

26. Sheet OH, Hussein SA, Al-Chalaby AY. Detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from broiler carcasses in Mosul city. *Iraqi J Vet Sci.* 23 de abril de 2021;35(3):489-93. [https://vetmedmosul.com/article\\_168007.html](https://vetmedmosul.com/article_168007.html)
27. Huijbers PMC, van Hoek AHAM, Graat EAM, Haenen APJ, Florijn A, Hengeveld PD, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and extended-spectrum and AmpC  $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* in broilers and in people living and/or working on organic broiler farms. *Vet Microbiol.* 23 de marzo de 2015;176(1):120-5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113514005835>
28. Stewart-Johnson A, Dziva F, Abdela W, Rahaman S, Adesiyun A. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in broilers and workers at «pluck shops» in Trinidad. *Trop Anim Health Prod.* febrero de 2019;51(2):369-72. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30171483/>
29. Guía de Buenas Prácticas Avícolas [Internet]. AGROCALIDAD. [citado 8 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/guia-de-buenas-practicas-avicolas/>

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses entre los autores.

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**.



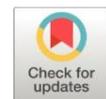
#### Indexaciones



## Análisis bacteriológico de leche cruda expendida en Tarqui-Ecuador

### *Bacteriological analysis of raw milk sold in Tarqui-Ecuador*

- <sup>1</sup> Esthefany Michelle Tenecela Valencia  <https://orcid.org/0009-0006-6664-5364>  
Facultad de Bioquímica y Farmacia, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.  
[Esthefany.tenecela@est.ucacue.edu.ec](mailto:Esthefany.tenecela@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Jonnathan Gerardo Ortiz Tejedor  <https://orcid.org/0000-0001-5730-031X>  
Facultad de Bioquímica y Farmacia, Unidad Académica de Salud y Bienestar, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.



#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/05/2023

Revisado: 11/06/2023

Aceptado: 01/07/2023

Publicado: 20/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2619>

Cítese:

Tenecela Valencia, E. M., & Ortiz Tejedor, J. G. (2023). Análisis bacteriológico de leche cruda expendida en Tarqui-Ecuador. *Anatomía Digital*, 6(3), 116-131.  
<https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2619>



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

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

**Palabras claves:**

Leche; análisis microbiológico; Normas de Calidad de los Alimentos; inocuidad de los Alimentos; indicadores de contaminación.

**Keywords:**

Milk, microbiological analysis, Food Quality Standards, food safety, contamination indicators.

**Resumen**

**Introducción.** La leche cruda es una fuente de alimento y existe la posibilidad de contaminación por microorganismos al ser ordeñada de manera manual. Sin embargo, puede contener bacterias como *Staphylococcus aureus*, coliformes totales y *Escherichia coli* que son responsables de causar numerosas enfermedades transmitidas por los alimentos. **Objetivo.** Identificar *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y Coliformes totales mediante el empleo de placas de Compact Dry X-SA y EC a partir de muestras de leche cruda expedida en Tarqui-Ecuador. **Metodología.** Estudio de corte transversal y observacional descriptivo. El universo de estudio lo conformará la leche cruda expedida en Tarqui- Ecuador. Se realizará un muestreo de tipo no probabilístico por conveniencia, para la obtención de 20 muestras de leche cruda. **Resultados.** En las muestras de leche cruda se presenta un 50% de coliformes en dilución 1:100 y 1:1000. Por otro lado, E. coli representa un 15% de las 20 muestras analizadas. Así mismo, *S. aureus* supera los límites establecidos registrando un 70% en 1:100 y el 25% para 1:100. Estos límites de rechazo van a depender a las normas establecidas de cada país ya que no existe una norma estándar. **Conclusión.** En este estudio, el recuento de *S. aureus* se reportó valores altos, superando los límites de rechazo. Por otro lado, *E. coli* registró un 15 % de contaminación, así como los coliformes presentaron entre 35% al 50% de contaminación en la leche cruda. Por lo tanto, los valores de los indicadores de contaminación van a depender de cada país. **Área de estudio:** Bioquímica y farmacia

**Abstract**

**Introduction.** Raw milk, being a food source, is susceptible to microbial contamination during manual milking. However, it can contain bacteria such as *Staphylococcus aureus*, Total coliforms, and *Escherichia coli*, leading to various foodborne illnesses. To identify *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and Total coliforms in raw milk samples sold in Tarqui, Ecuador, using Compact Drt X-SA and EC plates. **Methodology.** A cross-sectional and observational descriptive study was conducted. The study universe comprised the raw milk samples sold in Tarqui, Ecuador. A non-probabilistic convenience sampling

---

method was employed, obtaining twenty raw milk samples. **Results.** Among the raw milk samples, 50% exhibited coliforms in dilutions of 1:100 and 1:1000. Additionally, 15% of the analyzed samples evaluated positive for *E. coli*. *S. aureus* exceeded the established limits, with a presence of 70% in the 1:100 dilution and 25% in the 1:1000 dilution. It is important to note that rejection limits may vary depending on the standards set by each country, as there is no standardized norm. **Conclusion.** In this study, the counts of *S. aureus* revealed high values, surpassing the rejection limits. On the other hand, *E. coli* registered 15% contamination, while coliform contamination ranged from 35% to 50% in raw milk. The interpretation of contamination indicators should be based on the specific standards established by each country.

---

## Introducción

Las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA) es una de la causa más común a nivel mundial provocando una variedad de infecciones bacterianas. La detección y la investigación de ETA es uno de los principales retos para el Sistema de Salud Pública por lo que se requiere realizar estudios. Es decir, se necesita implementar vigilancia y el control de microorganismos para prevenir enfermedades.<sup>1-2.</sup>

La leche cruda es uno de los alimentos que proporcionan una gran cantidad de beneficios nutricionales. Sin embargo, puede albergar microorganismos peligrosos como *S. aureus*, Coliformes, *E. coli*, entre otros, que son indicadores de contaminación y han ocasionado brotes de ETA. A nivel mundial ha ocasionado 1,5 billones de diarreas en niños, ancianos y más de 3 millones de muertes anuales por ETA.<sup>3</sup>

Según el grupo de Referencia sobre Epidemiología de la Carga de Morbilidad de Transmisión Alimentaria (FERG) publicada en el 2015 registró en Colombia 31 agentes identificados en los alimentos causaron 600 millones de casos de ETA donde 420 000 perdieron la vida. En total el 40% de niños menores a los cinco años sufrieron ETA y la carga más incrementada se registró en África, mediterráneo Oriental y Asia.<sup>4</sup>

Según la OMS, ha registrado 600 millones de personas, una de cada 10 personas en el mundo sufre de intoxicación alimentaria. Es más, se ha descrito un aumento del 70% de casos de diarrea en menores de 5 años causadas por *Staphylococcus aureus*. Esto se debe

a la aparición de toxinas en alimentos contaminados como es la leche cruda. Sin embargo, las bacterias también se encuentran presentes en nuestra piel, Por lo que al manipular el vendedor el alimento, el riesgo es alto, provocando un crecimiento de bacterias y a su vez la producción de toxinas en alimentos poco cocidos o atemperados como es el caso de la leche cruda.<sup>5</sup>

En el año 2011 Alemania, España y Egipto se aisló *Escherichia coli* O104: H4 en muestras de leche cruda, donde se caracterizan por evidenciar resistencia a la mayoría de los antibióticos, sin embargo, en Polonia se reportó tres casos de este patógeno. Por lo tanto, sigue siendo un problema a nivel mundial la presencia de estos microorganismos en los alimentos debido a su alta toxicidad para los seres humanos. Por otro lado, según la FAO, menciona que la inocuidad de los alimentos recae en las personas que procesa, producen y comercializan, por el cual es su obligación garantizar la inocuidad aplicada y cumplida por las leyes alimentarias establecidas.<sup>6-7</sup>

En Ecuador el método de ordeño tradicional se emplea en el 92% en un tiempo de 5 a 10 minutos por vaca, por el cual es destinado un 39% al consumo fresco. Sin embargo, el problema de la deficiente calidad sanitaria de leche es evidente, esto se debe a la falta de existencia de estudios de leche cruda en Ecuador. En dicho estudio, la leche a temperatura ambiente se asocia a mastitis o la flora normal de la piel, donde se registró recuentos de mesófilos aerobios, *S. aureus*, *E. coli* y Coliformes por encima de la norma INEN. Las causas se pueden asociar a las malas prácticas de ordeño por parte del productor, no higienizar las ubres, tanques sucios y utensilios con impurezas. Por otra parte, la calidad de sus características organolépticas cumple con la norma de calidad.<sup>8</sup>

En Brasil, región de Paraná se realizaron estudios sobre la relación al comportamiento frente a los antimicrobianos de las cepas en leche cruda, como resultado fue que las muestras son 100% susceptibles a cefalotina, gentamicina, eritromicina y oxacilina. Sin embargo, estudios realizados en Venezuela, se registró el 27 % de resistencia a ampicilina y el 30% a penicilina con respecto a *Staphylococcus aureus*.<sup>9</sup>

Además, existen otras publicaciones donde mencionan una presencia de multirresistencia bacteriana, es decir, la resistencia se adquiere de antimicrobianos de la misma u otras familias, mediante diferentes mecanismos. En esta línea, resulta preocupante ya que se genera mayor resistencia provocando un riesgo emergente en la salud pública. Sin embargo, la presencia SARM a nivel de Latinoamérica existe debido a la mala manipulación de la materia prima.<sup>10</sup>

La mastitis es una enfermedad infectocontagiosa de la glándula mamaria, causada por microorganismos que invaden la ubre del animal y pueden presentar cambios en la calidad de la leche. Si bien se usa como medida el control los antibióticos como  $\beta$ -lactámicos, aminoglucósidos, macrólidos y tetraciclinas. El manejo inadecuado puede favorecer la

resistencia de *Staphylococcus aureus* lo que a su vez causa una baja tasa de curación. Por lo tanto, es necesario prestar atención sobre el uso de antibióticos en la terapia de diversas enfermedades en animales de granja y se debe complementar medidas de buenas prácticas de higiene.<sup>9-11</sup>

Considerando los antecedentes planteados, el objetivo de este estudio fue Identificar *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y Coliformes totales mediante el empleo de placas de Compact Dry X-SA y EC a partir de muestras de leche cruda expedida en Tarqui-Ecuador. Los resultados obtenidos aportarán información actualizada, apoyándose a la norma INEN 9:2015 en proyecto y el Reglamento Técnico RTCR: 401-2006. Sin embargo, la presencia de microorganismos en la leche cruda orienta las malas prácticas higiénicas por parte del manipulador y a su vez puede afectar al consumidor.

### Metodología

Se realizó un estudio de corte transversal y observacional descriptivo, la toma de muestra fue de leche cruda a través del ordeño manual. El muestreo fue de tipo aleatorio simple. La localidad de Tarqui representa una zona con mayor producción lechera, el cual se seleccionó 20 muestras para el estudio.

#### - Toma de muestras

Se utilizó envases de acuerdo con la NTE INEN-ISO 707, luego se realizó un muestreo a partir de varios baldes de la leche cruda. Se mezcló o se agitó con un émbolo hasta conseguir una homogeneidad suficiente, evitando la aparición de espuma. Además, la muestra se recolectó de manera rápida y utilizando técnicas asépticas. Por lo tanto, se tomó alícuotas de diferentes sitios del recipiente hasta completar los 100 mL de muestra. Por último, las muestras fueron rotuladas con: lugar, fecha, número de muestra y se transportaron inmediatamente hacia el laboratorio de microbiología de la Universidad Católica de Cuenca, considerando la temperatura adecuada y evitando la luz solar designada por la normativa NTE-INEN 9.<sup>12-13</sup>

#### - Preparación de la muestra

Primero se agitó la muestra con un homogeneizador estandarizado para distribuir de manera uniforme los microorganismos. Posteriormente, se preparó 90 mL de agua peptona (A.P) al 0,1% en 20 frascos Boeco y se colocó 9 mL de A.P en 3 tubos de ensayos para la dilución de cada muestra. Este procedimiento fue acorde a la normativa INEN 1529-1<sup>14</sup>

Cabe recalcar que para este procedimiento se realizó en una cámara de flujo laminar, para asegurar las condiciones de asepsia.

Para realizar las diluciones 1:10, 1:100 y 1:1000 se realizó según la normativa NTE-INEN 1529-2 (15).

- Para la dilución madre (1:10), se colocó como diluyente 10 mL de leche cruda en 90 mL de agua peptona al 0,1% estéril y se homogeneizó varias veces.
- De la dilución (1:10) se transfiere con una pipeta estéril 1 mL al tubo de 9 mL con agua peptona, se homogeneiza varias veces y esta forma la dilución 1:100.
- De la dilución (1:100) se toma 1 mL de la dilución y se transfiere al tubo con 9 mL de agua peptona, homogeneizar y se forma la dilución 1:1000.

Por último, se coloca 1 mL de la dilución 1:100 y 1:1000 en el medio Compact dry X-SA y EC, con el fin de identificar *S. aureus*, *E. coli* y Coliformes. Por último, se invirtieron las placas y se incubó en la estufa a  $35 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 horas para X-SA. Al pasar dicho tiempo, las colonias se tornan de color azul, lo que indica positivo para *Staphylococcus aureus*. Por otro lado, en Coliformes se incubó a  $35 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, donde las colonias se tornan de color rosa. Luego se incubó a  $35 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  por 48 horas para la identificar *E. coli*. Dicho tiempo pasado, las colonias son azules indicando la presencia del microorganismo. <sup>16-17</sup>

### Resultados

Según la norma NTE INEN 009: 2015 Se recolectaron un total de 20 muestras de leche cruda de vaca a nivel de la zona de Tarqui- Ecuador. Sin embargo, se realizó dos diluciones, 1:100 y 1:1000 para *S. aureus*, *E. coli* y Coliformes totales, como se muestra en la tabla 1 y 2 respectivamente. <sup>12</sup>

**Tabla 1.** Recuento bacteriano de Coliformes Totales, *E. coli* y *Staphylococcus aureus* en muestras de leche cruda en Tarqui-Ecuador en dilución 1:100.

# muestra	UFC/mL *		
	24 horas	48 horas	24 horas
	Coliformes Totales	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
1	7400	0	400
2	1300	0	0
3	0	0	100
4	MNP **	100	0
5	5900	100	500
6	0	0	200
7	0	0	5000
8	200	0	200
9	0	0	0

**Tabla 1.** Recuento bacteriano de Coliformes Totales, *E. coli* y *Staphylococcus aureus* en muestras de leche cruda en Tarqui-Ecuador en dilución 1:100. (continuación)

# muestra	UFC/mL *		
	24 horas	48 horas	24 horas
	Coliformes Totales	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
10	0	0	700
11	400	0	100
12	0	0	400
13	8000	200	0
14	0	0	1900
15	500	0	1600
16	0	0	400
17	0	0	0
18	100	0	0
19	0	0	9000
20	NMP**	0	1600

\*UFC/mL= Unidades Formadoras de Colonias sobre mililitros.

\*\*MNP= Muy numerosa para contar.

**Tabla 2.** Recuento bacteriano de Coliformes Totales, *E. coli* y *Staphylococcus aureus* en muestras de leche cruda en Tarqui-Ecuador en dilución 1:1000.

# muestra	UFC/mL*		
	24 horas	48 horas	24 horas
	Coliformes Totales	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
1	2700	0	0
2	700	0	0
3	0	0	0
4	MNP **	4000	0
5	5000	100	100
6	0	0	0
7	0	0	3000
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0
13	900	100	0
14	0	0	200
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	1000	0	0
19	0	0	1000
20	103000	0	1000

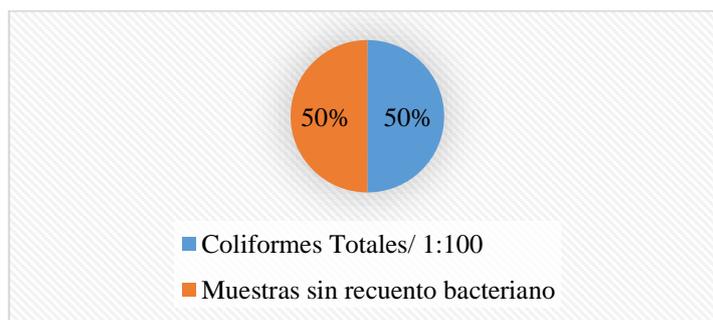
\*UFC/mL= Unidades Formadoras de Colonias sobre mililitros.

\*\*MNP= Muy numerosa para contar.

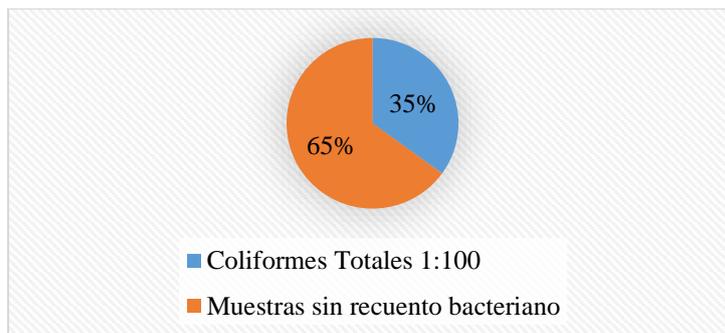
De acuerdo con el análisis bacteriológico de la leche cruda expendida en Tarqui-Ecuador, la mayoría de las muestras de leche se encuentran dentro del rango según la normativa NTE INEN 9:2015 en proyecto y el Reglamento Técnico RTCR: 401-2006.<sup>12-18</sup>

Para el recuento bacteriano en la dilución 1:100 representa el 50% de coliformes, ver figura 1, mientras que para la dilución 1:1000 un 35% en las 20 muestras de leche cruda, ver figura 2. Sin embargo, en las muestras 4 y 20 tanto en la dilución 1:100 como 1:1000 superan los límites de rechazo.

**Figura 1.** Porcentaje de muestras positivas para coliformes totales en dilución 1:100.

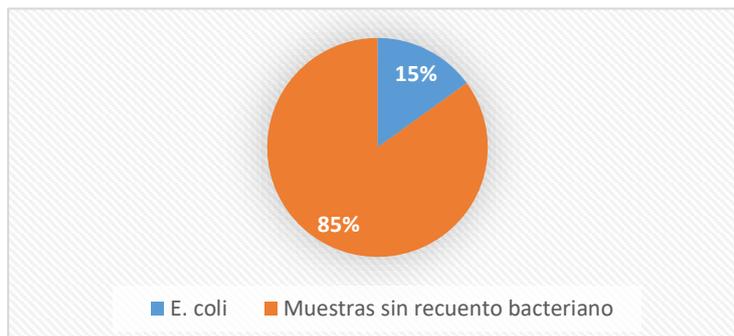


**Figura 2.** Porcentaje de muestras positivas para coliformes totales en dilución 1:1000.



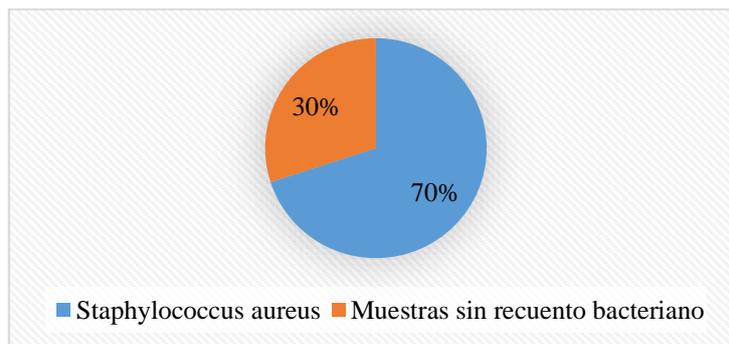
Por otro lado, en la dilución 1:100 y 1:1000 representa el 15 % de contaminación por *E. coli*, por el cual supera los límites máximos en la leche cruda, ver figura 3.

**Figura3.** Porcentaje de muestras positivas para *E. coli* en dilución 1:100 y 1:1000.

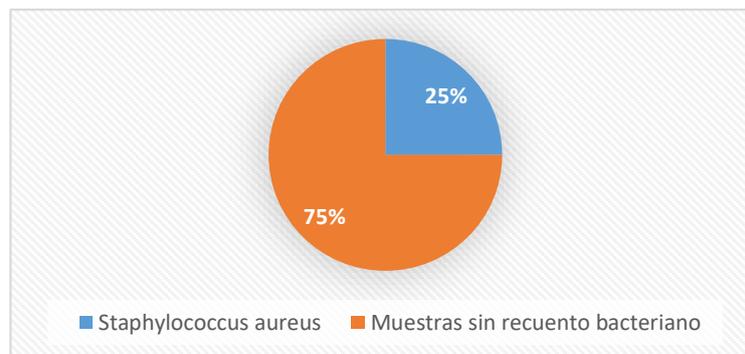


En el caso de *Staphylococcus aureus*, el 70% supera los valores de la norma, ver figura 4, mientras que en la dilución 1:1000 se registra el 25% de las muestras contaminadas, ver figura 5. Pero cabe mencionar que esta bacteria se encuentra formando parte del microbiota de la piel, pliegues inguinales, axilas y la nasofaríngea. Es decir, no se puede analizar con exactitud dichos valores. Sin embargo, se considera como un microorganismo nosocomial a nivel de Latinoamérica (19).

**Figura 4.** Porcentaje de muestras positivas para *S. aureus* en dilución 1:100



**Figura 5.** Porcentaje de muestras positivas para *S. aureus* en dilución 1:1000



### Discusión

En un estudio transversal llevada a cabo en la ciudad de Gondar, Etiopía en el año 2011, se recolectó muestras de leche de pequeños productores y evaluaron la calidad de higiene aplicada en el ordeño manual. En general, identificaron 54 especies bacterianas una de ellas representa el 29,6% para *Escherichia coli*, demostrando lo necesario de mantener las condiciones sanitarias higiénicas para ordeñar. Esto se debe a la mala sanidad en el país, ya que no cuentan con normas y Buenas Prácticas de Higiene (BPH). Por lo tanto, Etiopía es un país con falta de información sobre la contaminación de la leche cruda. Mientras que, en nuestro estudio, solo se obtuvo un 15% de *E. coli* en 20 muestras de leche que supera los límites establecidos en la norma. Sin embargo, se demuestra que para que exista la presencia de especies bacterianas, estas son de acuerdo con las medidas sanitarias e higiénicas tomadas en el ordeño. Además, en el presente estudio, se

recomienda antes del ordeño realizar la limpieza, desinfección y secado de los pezones y las ubres del animal para evitar la infección por parte del microorganismo.<sup>20</sup>

Un estudio realizado en Venezuela en el año 2018 analizó la calidad de la leche cruda criadas en una hacienda denominada “El Renacer”. El proceso de ordeño se realizó de modo manual, la siembra fue en agar EMB y se realizó diluciones hasta  $10^{-8}$  en agua peptona. En suma, demostró que *E. coli* se presenta un 42% en la leche cruda, siendo así valores superiores a lo establecido en la norma. Por lo tanto, se estima que el aumento de la carga microbiana se debe a malas prácticas de higiene ya sea en el lavado de los equipos y utensilio de ordeño. Además, este estudio comparó resultados reportados con investigaciones en Marruecos donde se obtuvo  $4,1 \times 10^5$  UFC/mL y en India  $1,0 \times 10^5$  UFC/mL. Sin embargo, a comparación con nuestro estudio, la calidad de la leche cruda es buena ya que solo el 15% de 20 muestras está contaminada por *E. coli*. Por lo tanto, es importante el análisis microbiológico del alimento para ofrecer inocuidad y calidad de la leche ya que *E. coli* es una bacteria que se localiza en el tracto digestivo de los animales (21).

En una investigación realizada por Vásquez y colaboradores, registraron entre un 57,58% (segundo muestreo) al 64% (primer muestreo) de muestras de leche cruda contaminadas por *S. aureus*, es decir, sus valores son superiores a 1000 UFC/mL. A comparación de nuestra investigación se registró un 70% de muestras con *S. aureus*, superando los límites de rechazo de 100 UFC/mL que se estable mediante la norma NTE INEN 9:2015 en proyecto. Esto se debe a que el animal puede estar presentando lesiones o heridas en los pezones por lo que a su vez pueden infectar las glándulas mamarias, también puede ser transmitido por las manos del ordeñador, por los materiales para el ordeño o porque esta bacteria está normalmente habitando en nuestra piel (22).

Según Brousset y colaboradores realizaron un estudio en Perú, donde recolectaron muestras de leche cruda de siete zonas productoras. En sus resultados registraron dos zonas con 43000 UFC/mL y 149660 UFC/mL, para *E. coli*, por el cual son valores superiores a la normativa. Así como en nuestro estudio, *E. coli* se presentó en un 15% de las 20 muestras analizadas. Sin embargo, podríamos decir que este análisis microbiológico sirve como indicador de calidad higiénica, siendo así estos valores altos se deben a dos vías principales: la vía mamaria y el medio externo, es decir, la vía mamaria es donde los microorganismos se adhieren a la piel de la ubre y posteriormente entran al esfínter del pezón, provocando la proliferación del patógeno. Así mismo por la otra vía, se debe a las malas prácticas de ordenamiento, ausencia de desinfección, exposición prolongada de la leche cruda durante el tiempo del ordenamiento (23).

Según Iñiguez y colaboradores, realizaron un estudio de muestro no probabilístico aleatorio con 100 muestras de leche cruda en Jalisco. El 31% de la leche cruda no cumplían con la normativa mexicana establecida por la NOM-243-SSA1-210. Además,

se evidenció que el 46% es *E. coli*, concluyendo que es esencial la frecuencia de la desinfección del ordeñador y del animal, ya que esto está representando como fuentes de contaminación. Por otro lado, un estudio realizado en China concluye que de 160 muestras de leche cruda 52,50% se identificó *S. aureus* y el 45% *E. coli*. En cambio, en nuestra investigación los valores de contaminación son completamente inferiores. Sin embargo, la mayoría de los resultados de los otros estudios demuestran un mayor porcentaje de incumplimiento en la leche, por el cual si no se establece rangos repercute en la vida útil del alimento (24,25).

Lluguín (2006) en su trabajo de análisis microbiológico y resistencia a antibióticos de la leche cruda de bovino comercializada en el mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba, registró entre 4667 UFC/mL a 233667UFC/mL para coliformes, es decir, sobrepasa el límite. Al igual que en nuestro estudio también sobrepasa los niveles de aceptación. Además, es posible indicador de contaminación fecal, por el cual es importante evaluar la presencia de *Escherichia coli* en las muestras de leche cruda. Por otro lado, el presente estudio registró un 42.9% de muestras de leche cumplen con los parámetros microbiológicos, considerándose aptas para el consumo. Otro indicador de contaminación es *S. aureus*, agente etiológico que causa mastitis crónicas o recurrentes que infecta tanto animales como humanos a través de diversos alimentos como son los lácteos. Esto se debe a la falta de aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura por parte del manipulador (26, 27).

### Conclusiones

- La leche es un vehículo de contaminación eficaz para la transmisión de agentes causantes de varias enfermedades. Por lo tanto, conocer la calidad bacteriológica de la leche cruda es esencial desde el punto de vista de la salud pública, ya que existe una gran diversidad de bacterias que pueden causar diferentes infecciones e intoxicaciones en el ser humano.
- Como es el caso de *E. coli* que puede generar toxinas termo resistentes, coliformes que nos indica una contaminación bacteriana debido a la falta de sanidad durante el ordenamiento y la presencia de *S. aureus* debido a una mala higiene por parte del manipulador. Por lo tanto, es necesario una evaluación de la calidad de leche cruda mediante análisis microbiológicos para facilitar su identificación. Sin embargo, en la norma NTE INEN 9: 2012 no especifica los valores de *S. aureus*, coliformes y *E. coli*, pero en la normativa NTE INEN 9;2015 en proyecto si especifica, por el cual nos fundamentamos para su interpretación.
- En el recuento de *S. aureus* se considera de 10 UFC/mL como límite aceptable; en nuestro estudio se registró valores superiores. Sin embargo, no se puede analizar con certeza ya que esta bacteria se encuentra formando parte de la piel, pliegues inguinales, axilas y la nasofaríngea.

- En el recuento de *E. coli* el límite de aceptación es de 10 UFC/mL; en nuestro análisis se registró un 15% de muestras contaminadas, por el cual es un valor no preocupante, pero si se debe seguir aplicando las buenas prácticas de higiene en el ordenamiento.
- En el recuento de coliformes, considerando los valores basados en el Reglamento Técnico RTCR: 401-2006, establece un límite máximo de 2000 UFC/mL; en esta investigación se obtuvo entre un 35% a 50% de contaminación en las 20 muestras de leche cruda.
- Por último, el análisis microbiológico va a depender de cada país, debido a que no existe una norma internacional que establezca para basarse en el número de microorganismos que son permisibles para la leche cruda.

### *Referencias Bibliográficas*

1. Hernández-Porras EE, Rosero-Torres LE, Parra-Barrera EL, Guerrero-Montilla JA, Gómez-Rubio AL, Moreno J. Brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos estudiados mediante técnicas moleculares. Rev Salud Pública [Internet]. octubre de 2017 [citado 5 de mayo de 2023]; 19:671-8. Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/rsap/2017.v19n5/671-678/es/>
2. Staphylococcus aureus [Internet]. ELIKA Seguridad Alimentaria. [citado 21 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/staphylococcus-aureus/>
3. Torrens HR, Argilagos GB, Cabrera MS, Valdés JB, Sáez SM, Viera GG. Las enfermedades transmitidas por alimentos, un problema sanitario que hereda e incrementa el nuevo milenio. REDVET Rev Electrónica Vet. 2015;16(8):1-27.
4. Conferencia Internacional sobre Inocuidad de los Alimentos [Internet]. [citado 13 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/events/international-food-safety-conference>
5. Enfermedades transmitidas por alimentos - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [citado 21 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-transmitidas-por-alimentos>
6. Aguilera-Becerra AM, Urbano-Cáceres EX, Jaimes-Bernal CP. Bacterias patógenas en leche cruda: problema de salud pública e inocuidad alimentaria. Cienc Agric. 2014;11(2):83-93.

7. Foro Mundial FAO-OMS de Autoridades de Reglamentación sobre Inocuidad de los Alimentos [Internet]. [citado 5 de mayo de 2023]. Disponible en: [https://www.fao.org/3/y1956s/y1956s.htm#P42\\_5573](https://www.fao.org/3/y1956s/y1956s.htm#P42_5573)
8. Guevara-Freire D, Montero-Recalde M, Rodríguez A, Valle L, Avilés-Esquivel D. Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. Rev Investig Vet Perú [Internet]. enero de 2019 [citado 22 de marzo de 2023];30(1):247-55. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1609-91172019000100025&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1609-91172019000100025&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
9. Florentín Aponte CC. Perfil de resistencia in vitro a antimicrobianos de cepas causantes de mastitis aisladas de leche cruda bovina en establecimientos de pequeña y mediana producción. Mem Inst Investig En Cienc Salud [Internet]. junio de 2007 [citado 5 de mayo de 2023];5(1):19-25. Disponible en: [http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1812-95282007000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1812-95282007000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
10. Faría Reyes J, García Urdaneta A, Izquierdo Corser P, Allara Cagnasso M, Valera Leal K. Aislamiento de bacterias gram positivas de leche cruda con residuos de antimicrobianos. Arch Latinoam Nutr [Internet]. marzo de 2002 [citado 5 de mayo de 2023];52(1):68-73. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0004-06222002000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-06222002000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
11. Andresen S H. Mastitis: prevención y Control. Rev Investig Vet Perú [Internet]. julio de 2001 [citado 7 de mayo de 2023];12(2):55-64. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1609-91172001000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1609-91172001000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
12. nte\_inen\_009\_6r.pdf [Internet]. [citado 15 de mayo de 2023]. Disponible en: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_009\\_6r.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_009_6r.pdf)
13. nte-inen-iso-707compl.pdf [Internet]. [citado 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-iso-707compl.pdf>
14. NTE-INEN 1529-1-1R.pdf [Internet]. [citado 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-1-1R.pdf>
15. NTE-INEN 1529-2.pdf [Internet]. [citado 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-2.pdf>

16. compactdry-ec [Internet]. Compact-dry Latinoamérica. [citado 5 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://compact-dry.com/productos/compactdry-ec/>
17. compactdry-xsa [Internet]. Compact-dry Latinoamérica. [citado 5 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://compact-dry.com/productos/compactdry-xsa/>
18. Reglamento Técnico RTCR: 401-2006.pdf [Internet]. [citado 23 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos72430.pdf>
19. Pasachova Garzón J, Ramírez Martínez S, Muñoz Molina L. Staphylococcus aureus: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. *Nova*. 2019;17(32):25-38.
20. Garedew L, Berhanu A, Mengesha D, Tsegay G. Identification of gram-negative bacteria from critical control points of raw and pasteurized cow milk consumed at Gondar town and its suburbs, Ethiopia. *BMC Public Health* [Internet]. diciembre de 2012 [citado 7 de mayo de 2023];12(1):1-7. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/1471-2458-12-950>
21. Millán Y, Méndez A, Burguera M, Pimentel P, Araque M, Ramírez A. Determinación de enterobacterias y detección de genes de virulencia en *Escherichia coli* aislada en leche cruda. *Rev Soc Venez Microbiol*. 2018;38(2):58-63.
22. Vásquez FCM, Martínez GR, Mancera VMM, Ávila LEO, Vargas MR. Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). *Rev Med Vet*. 2007;(14):61-83.
23. Brousett-Minaya M, Torres Jiménez A, Chambi Rodríguez A, Mamani Villalba B, Gutiérrez Samata H. Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno -Perú. *Sci Agropecu* [Internet]. julio de 2015 [citado 21 de mayo de 2023];6(3):165-76. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2077-99172015000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2077-99172015000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
24. Lan XY, Zhao SG, Zheng N, Li SL, Zhang YD, Liu HM, et al. Short communication: Microbiological quality of raw cow milk and its association with herd management practices in Northern China. *J Dairy Sci* [Internet]. 1 de junio de 2017 [citado 22 de mayo de 2023];100(6):4294-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217303144>

25. Iñiguez Muñoz LE, Valencia Botín AJ, Anaya Esparza LM, Anzaldo Ortega RE, Pliego Sandoval JE, Reyes Nava LA, et al. Leche cruda de vaca destinada a la elaboración de productos artesanales: calidad microbiológica y fisicoquímica. 2022;
26. Lluquín Lascano JJ. Análisis microbiológico y resistencia a antibióticos de la leche cruda de bovino comercializada en el mercado San Alfonso de la ciudad de Riobamba. [Internet] [bachelorThesis]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2016 [citado 23 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4978>
27. Torres Segarra Silvia Monserrath, Pacheco Cárdenas Karla Estefanía. Staphylococcus aureus resistentes a meticilina en alimentos. Vive Rev. Salud [Internet]. 2021 Dic [citado 2023 Jul 10]; 4(12): 23-35. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2664-32432021000300023&lng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2664-32432021000300023&lng=es). <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i12.106>.

### Conflicto de intereses

Los autores deben declarar si existe o no conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

### Declaración de contribución de los autores

El artículo deberá acompañarse de una nota, que exprese la contribución de cada autor al estudio realizado.

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



## Pruebas de *screening* prenatal para la detección temprana de cromosopatías

### *Prenatal screening tests for early detection of chromosopathies*

- <sup>1</sup> Adriana Dennise Salazar Sánchez  <https://orcid.org/0000-0002-3401-7041>  
Faculta de Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio clínico, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.  
[asalazar1659@uta.edu.ec](mailto:asalazar1659@uta.edu.ec)
- <sup>2</sup> Carlos Fernando Yauli Flores  <https://orcid.org/0000-0001-7429-4361>  
Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio Clínico, Universidad Técnica de Ambato, Genomyc-Genética y Genómica, Centro Médico y Laboratorio clínico de Especialidades, Gerente, Ambato, Ecuador  
[cf.yauli@uta.edu.ec](mailto:cf.yauli@uta.edu.ec)



#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/05/2023

Revisado: 11/06/2023

Aceptado: 07/07/2023

Publicado: 20/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2620>

Cítese:

Salazar Sánchez , A. D., & Yauli Flores, C. F. (2023). Pruebas de screening prenatal para la detección temprana de cromosopatías. *Anatomía Digital*, 6(3), 132-152. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2620>



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

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

**Palabras claves:**

Anomalías cromosómicas, NIPS, primer trimestre, Segundo trimestre, trisomías.

**Keywords:**

Chromosomal abnormalities, NIPS, first trimester, second trimester, trisomies.

**Resumen**

**Introducción:** las pruebas de screening prenatal del primer y segundo trimestre permiten tamizar anomalías congénitas comunes (trisomía 21, 18 y 13) en embarazadas. **Objetivo:** describir la utilidad de las pruebas de screening prenatal del primer y segundo trimestre para la detección temprana de cromosomopatías. **Metodología:** se realizó una revisión sistemática, descriptiva, no participativa y no observacional utilizando bases de datos y registros científicos. Se siguieron las directrices de PRISMA y el enfoque PICO. Se seleccionaron 10 artículos originales y revisiones relevantes en inglés publicadas en los últimos cinco años. **Resultados:** se analizó 10 artículos originales sobre pruebas de tamizaje de cromosomopatías en el primer y segundo trimestre, incluyendo las pruebas de detección prenatal no invasivas (NIPS). En el primer trimestre, el 57% reportó valores de PAPP-A mayores de 0,5 MoM como normales, mientras que el 25% mostró valores atípicos de  $\beta$ -hCG libre en suero materno ( $>1,5$  MoM). En el segundo trimestre, el 25% destacó la eficiencia de combinaciones de marcadores. El 67% de las pruebas de detección prenatal no invasivas se centraron en el tamizaje de trisomías comunes y el 33% en aneuploidías sexuales y otras cromosomopatías. **Conclusión:** el personal de Salud y especialmente el área de Laboratorio clínico se ve involucrado en dar a conocer a las pacientes acerca de las ventajas y desventajas que cada una de las pruebas brinda; además promover el control prenatal desde la concepción. **Área de estudio general:** Medicina. **Área de estudio específica:** Laboratorio Clínico. **Tipo de estudio:** Artículo de revisión bibliográfica.

**Abstract**

**Introduction:** prenatal screening tests of the first and second trimesters allow screening for common congenital anomalies (trisomy 21, 18 and 13) in pregnant women. **Objective:** to describe the usefulness of prenatal screening tests in the first and second trimesters for the early detection of chromosomopathies. **Methodology:** a systematic, descriptive, non-participatory, and non-observational review was conducted using scientific databases and records. PRISMA guidelines and the PICO approach were followed. We selected ten original articles and

---

relevant reviews in English published in the last five years. **Results:** we reviewed ten original articles on chromosomal screening tests in the first and second trimesters, including noninvasive prenatal screening tests (NIPS). In the first trimester, 57% reported PAPP-A values greater than 0.5 MoM as normal, while 25% showed outliers of free  $\beta$ -hCG in maternal serum ( $>1.5$  MoM). In the second quarter, 25% highlighted the efficiency of marker combinations. 67% of non-invasive antenatal screening tests focused on screening for common trisomies and 33% on sexual aneuploidies and other chromosomal diseases. **Conclusion:** the health staff and especially the Clinical Laboratory area participates in informing patients about the advantages and disadvantages that each of the tests provides; and promote prenatal care from conception.

---

## Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), anualmente mueren 240 000 neonatos en los primeros 28 días de vida por trastornos congénitos. Estos trastornos son la segunda causa de mortalidad en niños menores de 28 días y menores de 5 años en las Américas, afectando a aproximadamente 1 de cada 33 bebés en todo el mundo y causando 3,2 millones de discapacidades al año (1).

Entre las anomalías cromosómicas más frecuentes se encuentra la trisomía 21 o Síndrome de Down, que afecta aproximadamente a 1 de cada 700 nacidos vivos. La trisomía 18 o Síndrome de Edward es la segunda trisomía autosómica más común al nacer, con una prevalencia de 1 en 3000 nacidos vivos. La trisomía 13 o Síndrome de Patau tiene una prevalencia al nacer de aproximadamente 1 en 6000 (2).

Las anomalías genéticas pueden ser causadas por diversos factores, entre los que se encuentran los genéticos, infecciosos, nutricionales, ambientales, o la edad materna. Sin embargo, determinar las causas exactas resulta difícil. Por lo tanto, las pruebas de screening prenatal para anomalías cromosómicas están diseñadas para evaluar el riesgo que una paciente embarazada tiene de tener un feto con un trastorno cromosómico. Existen una amplia variedad de pruebas de detección, cada una con sus ventajas y limitaciones relativas (2,3).

En el Laboratorio Clínico se realizan pruebas bioquímicas durante el primer y segundo trimestre de embarazo. Las pruebas del primer trimestre, conocidas como *First Trimester Screening (FTS)*, se llevan a cabo entre la semana 11 y la semana  $13 \pm 6$  días de gestación. Estas pruebas están diseñadas para evaluar el riesgo de desarrollar principalmente trisomía 21, trisomía 18 y, en menor frecuencia, trisomía 13. Las pruebas realizadas durante esta etapa incluyen la determinación de la gonadotropina coriónica humana  $\beta$  libre en suero materno (f $\beta$ -hCG) y la proteína plasmática A asociada al embarazo (PAPP-A). Además, se utilizan pruebas de imagenología, como la medición del grosor de translucencia nucal fetal (NT) mediante ultrasonido y la observación de la presencia o ausencia del hueso nasal fetal (NB) (4).

Además, se realizan pruebas de segundo trimestre o examen cuádruple/penta, que sirven para evaluar el riesgo de desarrollar trisomías 18 y 21. Estas pruebas se llevan a cabo entre la semana 15 y la semana  $22 \pm 6$  días de gestación. El examen cuádruple/penta está compuesto por la cuantificación de la alfafetoproteína materna (MS- AFP), estriol no conjugado (uE3), inhibina A dimérica (DIA) y hCG hiperglucosilada (4).

En la actualidad, la prueba prenatal no invasiva (NIPT) utiliza procedimientos basados en la tecnología Genética y tiene la ventaja de reducir el riesgo asociado al aborto espontáneo provocado por pruebas de diagnóstico invasivas. Esta prueba se basa en la secuenciación de ADN fetal libre de células (cffDNA), que se obtiene de una muestra de sangre periférica materna sin causar daño al feto (5–8).

Finalmente, se pretende describir la utilidad de las pruebas de screening prenatal de primer y segundo trimestre para la detección temprana de cromosopatías con el apoyo del Laboratorio Clínico y conocer las etapas específicas del embarazo donde se puede utilizar una variedad de pruebas prenatales.

### Metodología

Se realizó una revisión sistemática, descriptiva, no participativa, no observacional con enfoque en el área del Laboratorio Clínico. La búsqueda de la información se realizó en las bases de datos PubMed, ScienceDirect y Medline y otros registros adicionales siguiendo las directrices de la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) y utilizando el enfoque PICO (*Patient, Intervention, Comparison, Outcome*), para establecer la Población de interés: Mujeres embarazadas, Intervención: Pruebas de screening prenatal, Comparación: Comparar la utilidad y efectividad entre las pruebas prenatales convencionales y la prueba no invasiva (NIP), Resultados: Detección temprana de cromosopatías. Lo cual fue fundamental para plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida las pruebas de screening prenatal pueden detectar de forma temprana las cromosopatías?

Además, los términos de búsqueda y operadores booleanos que se utilizaron son: (*screening tests*) AND (*first trimester tests*), (*Trisomy 21*) OR (*Down's Syndrome*), (*prenatal tests*) AND (*Second trimester tests*), (*NIFP*) OR (*Noninvasive prenatal testing*), (*invasive prenatal testing*).

### **Criterios de selección**

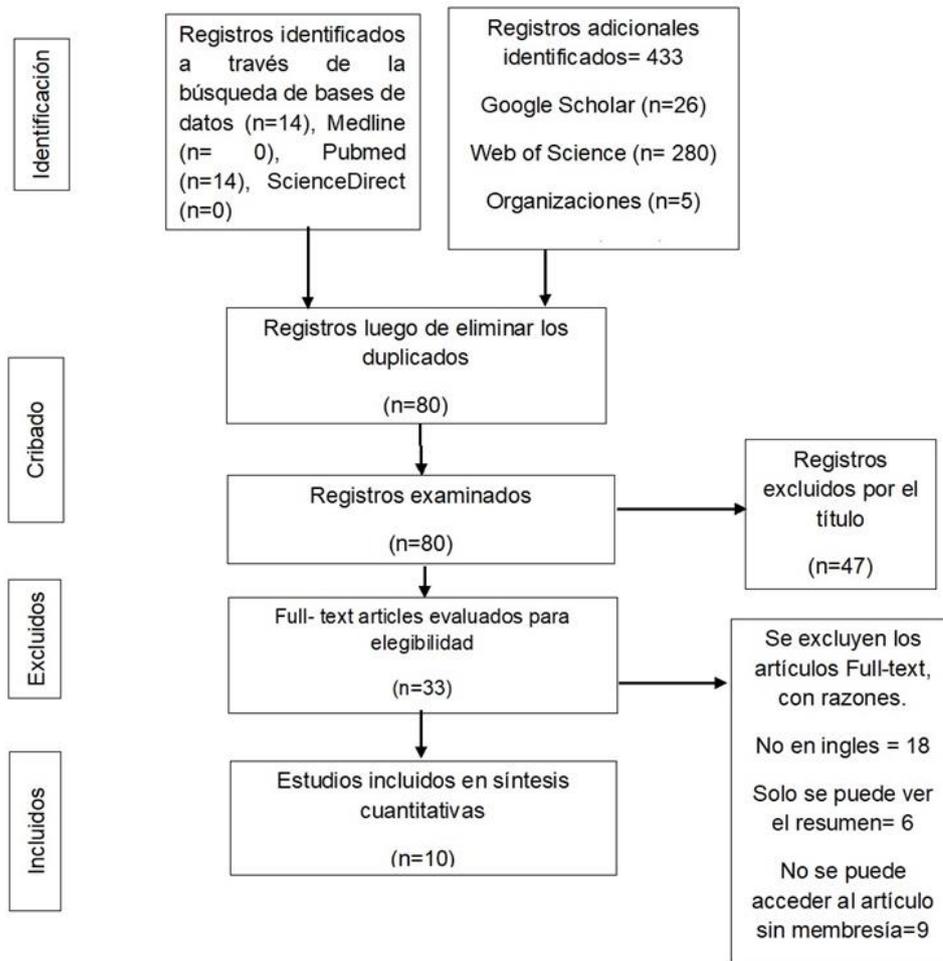
Se utilizó artículos científicos originales, revisiones sistemáticas y reportes de casos clínicos, que se obtuvieron de bases de datos como: *Pub Med*, *Medline*, *ScienceDirect* e información de revistas de alto impacto como: *Nature*, Revista Europea de Obstetricia y Ginecología y Biología Reproductiva y organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), El Colegio Estadounidense de Obstetras y Ginecólogos y el Colegio Americano de Genética. También se utilizó otros registros adicionales como *Google Scholar* y *Web of Science*. Además, entre otros criterios de selección que se aplicó en la búsqueda de información relevante en idioma inglés de los últimos cinco años.

### **Criterios de exclusión**

Los criterios de exclusión que se tomaron en cuenta para la búsqueda de la información son:

- Los estudios realizados con muestras no humanas.
- Las publicaciones realizadas con más de cinco años atrás.
- Información en español, chino, portugués, mandarín, entre otros.
- Uso de sitios web con inteligencia artificial.
- Capítulos de libros.

**Figura 1. Flujograma PRISMA**



**Resultados**

En la figura 1, se presenta el proceso de búsqueda llevado a cabo para la selección de los artículos científicos. La recopilación de información se realizó de manera sistemática, encontrando un total de 447 artículos. Posteriormente, se excluyeron 367 al eliminar duplicados y aquellos que no cumplían con los criterios de elegibilidad. Después de evaluar el texto completo de los artículos restantes, se excluyeron 33 artículos adicionales por razones tales como: estar escritos en un idioma distinto al inglés, disponer únicamente del resumen y no poder acceder a ciertos artículos debido a la falta de membresía. Finalmente, se incluyeron 10 artículos en el estudio.

**Pruebas prenatales de primer trimestre y segundo trimestre**

En la tabla 1, se presenta una síntesis de los resultados obtenidos en siete artículos originales relacionados con las pruebas prenatales realizadas durante el primer y segundo

trimestre del embarazo. La muestra objetivo consistió en mujeres gestantes de grupos de alto riesgo, bajo riesgo y un grupo con un aparente estado de salud normal, con edades comprendidas entre 18 y 45 años. El 80% de los autores sugirieron que las pruebas del primer trimestre se deben realizar entre las 11 y 13 semanas  $\pm 6$  días de gestación, mientras que el 20% optó por realizarlas entre las semanas 12 y 14  $\pm 6$  días. En cuanto a los valores de PAPP-A, el 57% de los artículos reportó valores normales mayores de 0,5 MoM, mientras que el 43% obtuvo valores inferiores.

En cuanto al análisis de  $\beta$ -hCG libre en suero materno, el 75% de los casos se encontró dentro del rango, mientras que el 25% presentó valores atípicos mayores a 1,5 MoM. En la prueba de translucencia nucal (NT), el 83% de los casos presentó valores normales, mientras que el 17% mostró valores atípicos.

Por otro lado, las pruebas de segundo trimestre se realizaron en promedio entre las 15 y 26 semanas  $\pm 6$  días. Se observó que el 75% de los artículos reportaron niveles disminuidos de alfa feto proteína (AFP), mientras que solo el 25% de los artículos incluyó la determinación de estriol no conjugado (uE3). Además, el otro 25% de los estudios se centraron en el análisis de la prueba triple que mide las concentraciones séricas de hCG, AFP y uE3 y la prueba cuádruple que mide hCG, AFP, DIA y uE3, adicionalmente la prueba cuádruple más sonograma genético.

### **Pruebas no invasivas**

En la Tabla N°2, se presentan los resultados más relevantes obtenidos en tres estudios diferentes sobre pruebas no invasivas (NIPS). El 75% de las mujeres embarazadas que participaron en los estudios se clasificaron como de alto riesgo para anomalías cromosómicas, mientras que el 25% fueron consideradas de bajo riesgo. La edad de las gestantes varió entre 32 y 45 años. En un 67% de las investigaciones se realizó un análisis del valor predictivo positivo, la tasa de detección y sensibilidad para la detección de las trisomías más comunes, mientras que el 33% de los estudios se enfocaron en la sensibilidad de las NIPS para detectar aneuploidías sexuales y otros tipos de cromosomopatías.

**Tabla 1.** Pruebas de detección prenatal del primer y segundo trimestre

Autor/Año de publicación	Tipo de estudio	Edad gestacional	Muestra	Método	Resultados
Ziolkowska et al. 2019 <sup>(9)</sup>	Original, Prospectivo	11a13 semanas+6 días	251 mujeres embarazadas de 18 a 46 años.	Ensayo inmunofluorométrico  Ecografía	Grupo I: Cariotipo normal β-hCG libre=1.97 MoM PAPP-A = 0.69 ± 0.45 MoM NT=2.2 mm ± 0.93 MoM Grupo II: Alto riesgo para T21 β-hCG libre = 2.89 MoM PAPP-A =0.53 ± 0.28 MoM NT= 3.9 mm ± 1.89 Valor de corte para β-hCG libre = 2.17 MoM Valor de corte para PAPP-A=0.46 MoM
Harfsheno et al. 2023 <sup>(10)</sup>	Original, Transversal	11a13 semanas+6 días  12 a14 semanas	2 100 mujeres embarazadas >35 y ≤ 35 años de alto y bajo riesgo	Ensayo automatizado de inmunofluorescencia de resolución temporal  Ultrasonido	Grupo alto riesgo para T13: βhCG libre= 0.42 MoM PAAP-A=0.31MoM Grupo de bajo riesgo para T13: βhCG libre= 1.02 MoM PAAP-A= 1.22MoM NT= 5.96 mmMoM grupo de alto riesgo para T13 NT= 1.61 mm MoM grupo de bajo riesgo para T13

**Tabla 1.** Pruebas de detección prenatal del primer y segundo trimestre (continuación)

Autor/Año de publicación	Tipo de estudio	Edad gestacional	Muestra	Método	Resultados
Prodan et al. 2022 <sup>(11)</sup>	Original, Retrospectivo	11 a13 semanas	2 418 mujeres embarazadas de 34 ± 39 años. De las cuales 2 255 son embarazos euploides y 163 casos de trisomía 21	No especifica	Grupo euploide: β-hCG libre =1.05 MoM PAPP-A =1.01MoM NT=1.8 mm Grupo aneuploide: β-hCG libre = 2.30 MoM PAPP-A=0.59 MoM NT=2.9mm
Chen, Ning et al. 2022 <sup>(12)</sup>	Original, Reporte de caso clínico	12 semanas +2 días  16 a 21 semanas+2 días	Una paciente embarazada de 29 años de bajo riesgo	Pruebas combinadas  Pruebas bioquímicas  Ultrasonido	PAPP-A =0.31 MoM β-hCG libre=4.21 ng/mL (0.07 MoM) NT= 2,60 mm (1.95 MoM) AFP= 3.52 MoM β-hCG libre= 0.11 MoM Presenta características estructurales para T18: Cabeza de fresa, múltiples quistes bilaterales del plexo coroideo, labio y paladar hendido y comunicación auriculoventricular.

**Tabla 1.** Pruebas de detección prenatal del primer y segundo trimestre (continuación)

Autor/Año de publicación	Tipo de estudio	Edad gestacional	Muestra	Método	Resultados
Ozdemir et al. 2022 <sup>(13)</sup>	Original, Retrospectivo	11 a 13 semanas+6 días  15 a 20 semanas	250 mujeres embarazadas de 29 a 34 años  103 embarazadas	Pruebas bioquímicas combinadas  Ensayo completamente automatizado  Inmunoensayo estándar	PAPP-A =1.07 MoM  β-hCG libre= 1.08 MoM    AFP=0.93MoM uE3=0.89 MoM
Chen, Chen et al. 2022 <sup>(14)</sup>	Original, Retrospectivo	15 a 20 semanas+6 días	731 922 mujeres embarazadas de 28 a 41 años	ELISA de un solo paso con doble anticuerpo  DELFLIA	AFP: Control=1.01 MoM GrupoT21=0.87 MoM GrupoT18= 0.53 MoM β-hCG libre Control= 0.98 MoM  , β-hCG libreT21= 2.34 MoM β-hCG libre T18= 0.16 MoM AFPL2: Control=0.83 MoM GrupoT21=1.48 MoM GrupoT18=1.46 MoM AFPL3: Control= 0.85MoM GrupoT21=1,73 MoM GrupoT18=1.66 MoM
Sablok et al. 2021 <sup>(15)</sup>	Original, Retrospectivo	16 a 22 semanas	3 175 embarazos únicos de alto riesgo	Sonograma genético y múltiples pruebas bioquímicas	Prueba triple: OAPR= 1:40.2 Prueba cuádruple: OAPR=1:30.1 Prueba cuádruple +sonograma genético: OAPR=1:6

T21: trisomía 21, T18: trisomía 18, T13: trisomía 13, MoM: múltiplos de la mediana, PAPP-A: proteína plasmática A asociada al embarazo, fβhCG: gonadotropina coriónica humana β libre, AFP: alfafetoproteína, uE3: estriol no conjugado, NT: translucencia nucal fetal, ELISA: ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas, DELFIA: Perkin-Elmer, Wallac; OARP: probabilidades de verse afectado dado un riesgo positivo.

**Tabla 2.** Pruebas de detección prenatal no invasivas

Autor/Año de publicación	Tipo de estudio	Edad gestacional	Muestra	Método	Resultados
Gou et al. 2021 <sup>(16)</sup>	Original, Retrospectivo	12 a 23 semanas	20 439 mujeres embarazadas	Kit de aislamiento de ácido nucleico Secuenciación de semiconductores PCR	VPP = 23.1 %.
Walter et al. 2022 <sup>(17)</sup>	Original, Retrospectivo	10 a 13 semanas+6 días	2 168 mujeres embarazadas de 32 ± 38 años		Grupo I: Bajo riesgo e intermedio VP para T21= 4 para VP para T18= 3 VP para Trisomía 21 y monosomía X =1
Zhang et al. 2022 <sup>(7)</sup>	Original, Prospectivo	12 a 26 semanas +6 días	68 763 mujeres embarazadas de alto riesgo de 18 ± 45 años	Kit de ácido nucleico circulante Kit de extracción de ADN	Grupo bajo riesgo: Tasa de detección: 91.30% Especificidad:99.82 VPP:32.81% Grupo alto riesgo: Tasa de detección: 99.16% Especificidad: 99.81 % VPP: 31.81%

PCR: reacción en cadena de la polimerasa, VPP: valor predictivo positivo, ADN: ácido desoxirribonucleico, NIPT: pruebas prenatales no invasivas, VP: valor positivo

### Discusión

En los últimos años, ha habido un auge de las pruebas prenatales debido a las altas tasas de niños que nacen con defectos congénitos graves y son una de las causas de la mortalidad infantil. Se estima que alrededor de 8 millones de niños nacen cada año en todo el mundo con defectos congénitos graves, y 3 millones mueren antes de cumplir los

5 años. En América Latina, las anomalías congénitas son responsables del 20 % de las muertes neonatales en los primeros 28 días de vida (18). Por lo tanto, la necesidad de contar con pruebas de laboratorio e imagenología para detectar las anomalías cromosómicas ha dado lugar al desarrollo de múltiples pruebas prenatales que son de suma importancia en el Área de la Salud.

En los años 60 las pruebas prenatales para detectar aneuploidías se basaban principalmente en la edad materna avanzada (19). Sin embargo; actualmente se conoce que este criterio no es un factor de riesgo adecuado para la detección de otras aneuploidías, como las anomalías en los cromosomas sexuales, las triploidías, etc. (5,12). Posteriormente se fueron implementando otras pruebas de Laboratorio Clínico e Imagen. A partir de la década de 1990, se empezó a utilizar marcadores séricos maternos en el primer trimestre de embarazo para medir las concentraciones de gonadotropina coriónica humana beta libre ( $\beta$ -hCG) y la proteína plasmática asociada al embarazo (PAPP-A) en el suero materno (9).

Estos marcadores serológicos se combinaron con la prueba de translucencia nuchal fetal (NT) y dieron lugar a las pruebas triples y cuádruples. Varios estudios han demostrado que estas pruebas tienen una alta tasa de detección, alrededor del 80% al 90% para trisomía 21 en el primer trimestre del embarazo, con alrededor del 5 % de falsos positivos (9,13).

De acuerdo con las recomendaciones de la Fundación de Medicina Fetal, las pruebas del primer trimestre se sugiere realizarlas entre las 11 y 13 semanas  $\pm$  6 días de gestación, aunque algunos investigadores Chen, Ning et al. (12) y Harfsheno et al. (10), han utilizado un rango de 11 a 14 semanas en promedio para sus estudios (14,20).

En el laboratorio clínico, se analizan marcadores bioquímicos como la gonadotropina humana coriónica beta  $\beta$ -hCG y la PAPP-A en el primer trimestre del embarazo. La  $\beta$ -hCG es una de las primeras moléculas que secreta el embrión y se puede detectar a partir de los 10 días luego de la implantación, no obstante, el nivel más alto de concentración alcanza desde la semana 10 a la 11. A partir de la semana 12, los niveles de beta  $\beta$ -hCG se equilibran y alcanzan concentraciones de 1 MoM en embarazos euploides (21,22). La PAAP-A es una proteasa que se secreta en la placenta específicamente en las células del sincitiotrofoblasto, luego se transporta a la circulación sanguínea materna y la concentración incrementa a medida que transcurre el tiempo de embarazo (13).

En el área de la Imagenología, los marcadores ultrasonográficos desempeñan un papel fundamental en la detección de anomalías cromosómicas. Entre ellos, la translucencia nuchal fetal (NT) es el más importante. Consiste en un espacio de líquido presente en la parte dorsal del cuello fetal, cuyo tamaño es de 3.0 mm, 3.5 mm o mayor al percentil 99 para la longitud cráneo-rabadilla se correlaciona con aneuploidías fetales, como las

trisomías, así como con malformaciones estructurales, como las anomalías cardíacas (2,23,24).

En base a estas consideraciones, en un estudio prospectivo se analizó los marcadores bioquímicos en 251 mujeres embarazadas con un mayor riesgo de trisomía 21. El procedimiento se llevó a cabo entre la semana 11 y la semana  $13 \pm 6$  días de gestación. Los resultados determinaron que un valor de PAPP-A por debajo del umbral aumenta la sensibilidad del marcador y la probabilidad de trisomía 21; mientras que un valor de  $\beta$ -hCG por encima del umbral, como se observa en la tabla 1, incrementa las posibilidades de detección de aneuploidías. Además, se demostró que no todos los casos con trisomía 21 presentan un aumento de la translucencia nucal fetal (NT). Por lo tanto, el autor afirma que las pruebas serológicas no deben realizarse de forma independiente de las pruebas de ultrasonografía en el primer trimestre de embarazo (9).

Sin embargo Harfsheno et al. (10) y Ozdemir et al. (13), respaldan la asociación de valores bajos de PAPP-A y  $\beta$ -hCG libre con un bajo peso al nacer, muerte fetal, parto prematuro y el riesgo de trisomías, entre otros. Por su parte Harfsheno et al. (10) afirmaron en su investigación que no existe una relación significativa entre los marcadores serológicos y las pruebas de translucencia nucal fetal (NT) durante el primer trimestre de embarazo.

Con respecto a las pruebas de segundo trimestre, el cribado se basa en la determinación de la concentración de alfafetoproteína (AFP). La alfafetoproteína es una glicoproteína albuminoide que se produce en el saco vitelino, el hígado fetal y el sistema digestivo del feto. Se sintetiza en el hígado fetal y sus niveles aumentan hasta la semana 20, alcanzando su concentración máxima en la semana 28. Posteriormente, se estabiliza y se mantiene constante hasta la semana 32. El feto excreta la alfafetoproteína en forma de orina en el líquido amniótico, y luego se transporta al suero materno mediante un proceso de difusión (25).

En un estudio retrospectivo realizado por Chen, Chen et al. (14), se incluyeron 731 922 mujeres embarazadas para analizar la combinación de AFP y sus variantes electroforéticas AFP-L2 y AFP-L3, junto con la prueba de  $\beta$ -hCG libre como marcadores serológicos en el segundo trimestre de embarazo. Los resultados mostraron que AFP-L2 y AFP-L3 tenían valores de umbral óptimos más altos para la detección de trisomía 21 y 18. Sin embargo, AFP-L3 demostró tener una mayor sensibilidad y especificidad para las trisomías. Se observó que los valores de AFP en mujeres embarazadas con trisomía 21 y 18 eran más bajos en comparación con el grupo control, lo que indica una falta de efectividad en la detección de trisomías. Además, se encontraron concentraciones elevadas de  $\beta$ -hCG libre en los casos de trisomía 21 en comparación con el grupo control, mientras que las concentraciones se redujeron en mujeres embarazadas con trisomía 18. Por lo tanto, la combinación de  $\beta$ -hCG libre con las variantes AFP-L2 y AFP-L3 puede mejorar la detección (tabla 1).

En un informe de caso clínico presentado por Chen, Ning et al. (12), se estudió a una mujer embarazada aparentemente sana, pero con un antecedente de un aborto médico hace un año atrás. Las pruebas del primer trimestre se realizaron en la semana  $12\pm 2$  días, y los resultados de los marcadores bioquímicos y la ultrasonografía fueron normales. Sin embargo, en el cribado combinado del segundo trimestre realizado en la semana 16, se encontró una concentración elevada de alfafetoproteína. Esto podría indicar defectos en el tubo neural del feto, como anencefalia o espina bífida (23).

Posteriormente, en la semana 21 de gestación se realizó una ecografía y se observaron características morfológicas asociadas a aneuploidías, como se describe en la Cuadro 1. Debido a esto, la paciente se sometió a un procedimiento invasivo llamado amniocentesis que confirmó la presencia de trisomía 18 en el feto. Según las directrices de ACOG para la detección de anomalías cromosómicas en el feto, se recomienda realizar una ecografía en el segundo trimestre a todas las pacientes para evaluar posibles defectos estructurales fetales, ya que estos pueden ocurrir con o sin aneuploidía fetal. Idealmente, esta ecografía debe llevarse a cabo entre las semanas 18 y 22 de gestación (2).

En relación con las pruebas cuádruples, el Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos establece que deben realizarse entre la semana 15 y la  $22\pm 6$  días, aunque este rango puede variar en cada laboratorio clínico. Estas pruebas consisten en el análisis de las concentraciones gonadotropina coriónica humana (hCG), alfafetoproteína (AFP), inhibina dimérica A (DIA) y estriol no conjugado (uE3), junto con la asociación de los factores maternos como la edad, el peso, la raza y la presencia de diabetes pregestacional para calcular un riesgo estimado basado en estas características. El objetivo es evaluar el riesgo de trisomía 21. Las pruebas cuádruples no requieren de una ecografía y tienen una tasa de detección del 80% y una tasa de falsos positivos del 5% (2).

En un estudio retrospectivo realizado por Sablok et al. (15), se incluyeron 3 175 mujeres embarazadas para analizar las probabilidades de afección fetal por Síndrome de Down, mediante el uso de las pruebas triple, cuádruple y cuádruple en combinación con ecografía en el segundo trimestre. Los resultados mostraron que la prueba cuádruple tenía una precisión del 82,1%. Sin embargo, la combinación de la prueba cuádruple con la ecografía obtuvo una mayor precisión del 90.6% y una mayor probabilidad de riesgo positivo (OAPR) en comparación con las demás pruebas, como se muestra en la tabla 1. Por lo tanto, esta combinación puede reducir la necesidad de realizar procedimientos invasivos.

Con los avances tecnológicos en el campo de la Genética, en el 2011 se introdujeron las pruebas de detección no invasivas (NIPS). Estas pruebas se basan en la secuenciación del genoma completo del ADN fetal libre de células que circula en el plasma materno. Generalmente, se centran en la detección de trisomías autosómicas comunes, como la trisomía 21, trisomía 18 y trisomía 13. Sin embargo, también tienen la capacidad de

detectar aneuploidías en los cromosomas sexuales, como el Síndrome de Turner (45, X), el Síndrome de Klinefelter, el Síndrome Triple X y el Síndrome 47, XYY (7).

En los últimos años, se han realizado estudios de validez clínica enfocados en las pruebas de detección prenatal no invasivas (NIPS), demostrando su efectividad en la detección de trisomías en comparación con las pruebas convencionales. Una de las ventajas de las NIPS es que se pueden realizar a partir de las 8 a 10 semanas de gestación, lo cual reduce la necesidad de someterse a procedimientos invasivos para el diagnóstico (11, 26). Entre las limitantes de estas pruebas se encuentran los altos costos y las tasas de detección de falsos positivos y falsos negativos (7,26,27).

En un estudio prospectivo acerca de las pruebas no invasivas NIPS, se incluyeron 68 763 mujeres embarazadas divididas en grupos de alto y bajo riesgo para anomalías cromosómicas. Los procedimientos se realizaron entre las 13 y 19 semanas  $\pm 6$  días de gestación, y los resultados demostraron que las NIPS tienen una mayor tasa de detección, valor predictivo positivo y sensibilidad en los grupos de alto riesgo, como se observa en la tabla 2. Sin embargo, también se evidenciaron casos con resultados falsos positivos y falsos negativos en ambos grupos, lo cual representa una limitación para esta prueba (7). Estas discrepancias pueden deberse a diferentes causas, como los fallos en la toma de muestra, fallos experimentales, fallos en el sistema bioinformático y la influencia del peso materno (28). Según White et al. por cada kg de aumento en el peso materno hay una disminución del 1,2 % en las probabilidades de tener obtener un buen resultado (29). Además Gou et al. (16) y Walter et al. (17), sugieren la implementación de NIPS con un enfoque de detección contingente en cribado de primer trimestre junto con la ultrasonografía e informar a las pacientes acerca de las limitaciones de NIPS.

En un nuevo análisis clínico sobre la implementación nacional de las NIPS en el programa de detección holandés denominado TRIDENT-2, se incluyeron 149318 mujeres embarazadas y se determinó la solidez y confiabilidad de las pruebas de detección prenatal no invasivas del genoma completo (GW-NIPS) para la detección de las trisomías más comunes. Además, se demostró la capacidad de detectar otro tipo de anomalías congénitas diferentes a las trisomías comunes, como las trisomías autosómicas raras y las aberraciones cromosómicas estructurales (30).

### Conclusiones

- Las pruebas prenatales deben estar disponibles para todas las mujeres embarazadas, independientemente de su edad y los factores de riesgo subyacentes. Es importante tener en cuenta que las pruebas son de detección por lo cual, evalúan el riesgo que tiene un feto de tener algún tipo de anomalía congénita. Además, un resultado normal en las pruebas serológicas y de ultrasonografía en el primer trimestre no garantiza completamente un feto

sano, por lo tanto, es fundamental continuar con las pruebas prenatales hasta el segundo trimestre para una mejor detección.

- Varios estudios han demostrado que las pruebas de detección prenatales no invasivas tienen un impacto positivo en la población gestante, ya que puede reducir el uso de procedimientos invasivos. Además, las NIPS pueden brindar información genética de otros tipos de anomalías genéticas aún no estudiadas a profundidad. Sin embargo, dentro sus limitaciones esta prueba puede generar resultados erróneos que pueden llevar a tomar decisiones erróneas. Un resultado positivo significa que el feto tiene mayor riesgo de presentar una anomalía congénita, pero no significa que el feto tenga algún tipo de anomalía congénita. La precisión y desempeño aún no han sido evaluadas en todos los países por lo cual aún no han sido autorizadas.
- El personal de Salud y especialmente el área de Laboratorio clínico se ve involucrado en dar a conocer a las pacientes acerca de las ventajas y desventajas que cada una de las pruebas brinda; además promover el control prenatal desde la concepción.

### Conflicto de intereses

Los autores afirman no tener conflicto de intereses.

### Declaración de contribución de los autores

La conceptualización del diseño, adquisición de los datos, el análisis e interpretación de los datos, la redacción del trabajo, la revisión crítica y la aprobación final de la versión a ser publicada, fue responsabilidad de los dos autores.

### *Referencias Bibliográficas*

1. Pan American Health Organization. PAHO/WHO | Congenital anomalies are the second-leading cause of death in children under 5 in the Americas [Internet]. 2015 [cited 2023 May 29]. Available from: [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10487:2015-anomalias-congenitas-segunda-causa-muerte-ninos-menores-5-anos-americas&Itemid=0&lang=en#gsc.tab=0](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10487:2015-anomalias-congenitas-segunda-causa-muerte-ninos-menores-5-anos-americas&Itemid=0&lang=en#gsc.tab=0)
2. The American College of Obstetrician sand Gynecologists and Gynecologists. ACOG PRACTICE BULLETIN Clinical Management Guidelines for Obstetrician-Gynecologists Screening for Fetal Chromosomal Abnormalities [Internet]. 2020. Available from: <http://journals.lww.com/greenjournal>

3. World Health Organization. Congenital disorders [Internet]. 2023 [cited 2023 May 29]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/birth-defects>
4. Krstić N, Običan SG. Current landscape of prenatal genetic screening and testing [Internet]. Vol. 112, Birth Defects Research. John Wiley and Sons Inc.; 2020 [cited 2023 May 21]. p. 321–31. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31633301/>
5. Carbone L, Cariati F, Sarno L, Conforti A, Bagnulo F, Strina I, et al. Non-Invasive Prenatal Testing: Current Perspectives and Future Challenges. 2020 [cited 2023 May 21]; Available from: <https://www.mdpi.com/2073-4425/12/1/15>
6. Samura O. Update on noninvasive prenatal testing: A review based on current worldwide research. Journal of Obstetrics and Gynecology Research [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2023 May 21];46(8):1246–54. Available from: <https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jog.14268>
7. Zhang Y, Xu H, Zhang W, Liu K. Non-invasive prenatal testing for the detection of trisomy 13, 18, and 21 and sex chromosome aneuploidies in 68,763 cases. Front Genet [Internet]. 2022 Sep 15 [cited 2023 May 23];13. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9522523/>
8. Scharf A. First trimester screening with biochemical markers and ultrasound in relation to non-invasive prenatal testing (NIPT). J Perinat Med [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2023 May 29];49(8):990–7. Available from: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/jpm-2021-0243/html>
9. Ziolkowska K, Dydowicz P, Sobkowski M, Tobola-Wrobel K, Wysocka E, Pietryga M. The clinical usefulness of biochemical (free  $\beta$ -hCG, PAPP-A) and ultrasound (nuchal translucency) parameters in prenatal screening of trisomy 21 in the first trimester of pregnancy. Ginekol Pol [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2023 May 27];90(3):161–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30950006/>
10. Harfsheno M, Barati M, Roohandeh A. First Trimester Screening Tests Pregnancy and Trisomy 13 Syndrome, Sex Chromosome Aneuploidy in Iran: A Cross-Sectional Study. Int J Fertil Steril [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2023 May 27];17(1):34–9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9807894/>

11. Prodan NC, Wiechers C, Geipel A, Walter A, Siegmann HJ, Kozlowski P, et al. Universal Cell Free DNA or Contingent Screening for Trisomy 21: Does It Make a Difference? A Comparative Study with Real Data. *Fetal Diagn Ther* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2023 May 27];49(3):85–94. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35339997/>
12. Chen Y, Ning W, Chen Y, Huai L, Huang A. Ultrasound findings in prenatal diagnosis of trisomy 18 associated with elevated levels of maternal serum alpha-fetoprotein Case report. 2022 [cited 2023 May 27]; Available from: [https://journals.lww.com/md-cases/\\_layouts/15/oaks.journals/downloadpdf.aspx?an=02200519-202210000-00003](https://journals.lww.com/md-cases/_layouts/15/oaks.journals/downloadpdf.aspx?an=02200519-202210000-00003)
13. Ozdemir S, Sahin O, Acar Z, Demir GZ, Ermin E, Aydin A. Prediction of Pregnancy Complications with Maternal Biochemical Markers Used in Down Syndrome Screening. *Cureus* [Internet]. 2022 Mar 13 [cited 2023 May 27]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9003626/>
14. Chen Y, Chen Y, Ning W, Zhang W, Li L, Wang X, et al. Diagnostic value of maternal alpha-fetoprotein variants in second-trimester biochemical screening for trisomy 21 and 18. *Sci Rep* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2023 May 27];12(1). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9365830/>
15. Sablok A, Sharma A, Ahmed C, Kaul A. Performance of second-trimester maternal biochemistry screening (quadruple test vs. triple test) for trisomy 21: An Indian experience. *Indian Journal of Medical Research* [Internet]. 2021 Nov 1 [cited 2023 May 29];154(5):716–22. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9210531/>
16. Gou L, Suo F, Wang Y, Wang N, Wu Q, Hu S, et al. Clinical value for the detection of fetal chromosomal deletions/duplications by noninvasive prenatal testing in clinical practice. *Mol Genet Genomic Med* [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2023 May 27];9(6). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8222853/>
17. Walter A, Simonini C, Gembruch U, Flöck A, Strizek B, Geipel A. First Trimester Screening - Current Status and Future Prospects After Introduction of Non-invasive Prenatal Testing (NIPT) at a Tertiary Referral Center. *Geburtshilfe Frauenheilkd* [Internet]. 2022 Sep 30 [cited 2023 May 23];82(10):1068–73. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9525146/>

18. Naciones Unidas. Los defectos congénitos causan hasta un 21% de las muertes de menores de 5 años en América Latina | Noticias ONU [Internet]. 2020 [cited 2023 May 30]. Available from: <https://news.un.org/es/story/2020/03/1470491>
19. Antonarakis SE, Skotko BG, Rafii MS, Strydom A, Pape SE, Bianchi DW, et al. Down syndrome. *Nat Rev Dis Primers* [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2023 May 24];6(1). Available from: <https://www.nature.com/articles/s41572-019-0143-7>
20. The Fetal Medicine Foundation. The Fetal Medicine Foundation [Internet]. [cited 2023 May 24]. Available from: <https://fetalmedicine.org/research/assess/trisomies>
21. D’hauterive SP, Close R, Grیدهlet V, Mawet M, Nisolle M, Geenen V. Human Chorionic Gonadotropin and Early Embryogenesis: Review [Internet]. Vol. 23, *International Journal of Molecular Sciences*. MDPI; 2022 [cited 2023 May 21]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35163303/>
22. Markova D, Kagan O, Hoopmann M, Abele H, Coughlan C, Abecia E, et al. Impact of preimplantation genetic testing for aneuploidies (PGT-A) on first trimester biochemical markers—PAPP-A (placenta-associated plasma protein) and free  $\beta$ -hCG (human chorionic gonadotropin). *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine* [Internet]. 2022 [cited 2023 Jun 21];35(25):6097–103. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14767058.2021.1906857?journalCode=ijmf20>
23. Yoshizato T, Kozuma Y, Horinouchi T, Shinagawa T, Yokomine M, Ushijima K. Diagnosis of Fetal Abnormalities during the First Trimester. *Kurume Med J* [Internet]. 2019 Jun 30 [cited 2023 May 24];66(2):MS662002. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34135197/>
24. Kagan KO, Sonek J, Kozłowski P. Antenatal screening for chromosomal abnormalities [Internet]. Vol. 305, *Archives of Gynecology and Obstetrics*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2022 [cited 2023 May 27]. p. 825–35. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00404-022-06477-5>
25. Aboughalia H, Bastawrous S, Revzin M V., Delaney SS, Katz DS, Moshiri M. Imaging findings in association with altered maternal alpha-fetoprotein levels during pregnancy [Internet]. Vol. 45, *Abdominal Radiology*. Springer; 2020 [cited 2023 May 24]. p. 3239–57. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32221672/>

26. Dungan JS, Klugman S, Darilek S, Malinowski J, Akkari YMN, Monaghan KG, et al. Noninvasive prenatal screening (NIPS) for fetal chromosome abnormalities in a general-risk population: An evidence-based clinical guideline of the American College of Medical Genetics and Genomics (ACMG). *Genetics in Medicine* [Internet]. 2023 Feb 1 [cited 2023 Jun 21];25(2). Available from: [https://www.gimjournal.org/article/S1098-3600\(22\)01004-8/fulltext](https://www.gimjournal.org/article/S1098-3600(22)01004-8/fulltext)
27. Soukxaphone B, Lindsay C, Langlois S, Little J, Rousseau F, Reinharz D. Non-invasive prenatal testing for the prenatal screening of sex chromosome aneuploidies: A systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy studies [Internet]. Vol. 9, *Molecular Genetics and Genomic Medicine*. John Wiley and Sons Inc; 2021 [cited 2023 May 27]. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mgg3.1654>
28. Lin Y, Liang D, Li H, Luo CY, Hu P, Xu ZF, et al. Two factors affecting the success rate of the second non-invasive prenatal screening after initial no-call result: experience from a single tertiary center in China. *Chin Med J (Engl)* [Internet]. 2021 Jun 20 [cited 2023 May 27];134(12):1416–21. Available from: [https://journals.lww.com/cmj/Fulltext/2021/06200/Two\\_factors\\_affecting\\_the\\_success\\_rate\\_of\\_the.7.aspx](https://journals.lww.com/cmj/Fulltext/2021/06200/Two_factors_affecting_the_success_rate_of_the.7.aspx)
29. White K, Wang Y, Kunz LH, Schmid M. Factors associated with obtaining results on repeat cell-free DNA testing in samples redrawn due to insufficient fetal fraction. *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2023 May 29];33(23):4010–5. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14767058.2019.1594190>
30. Van Prooyen Schuurman L, Sistermans EA, Van Opstal D, Henneman L, Bekker MN, Bax CJ, et al. Clinical impact of additional findings detected by genome-wide non-invasive prenatal testing: Follow-up results of the TRIDENT-2 study. *Am J Hum Genet* [Internet]. 2022 Jun 2 [cited 2023 May 29];109(6):1140–52. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9247828/>

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

