

## PÉPTIDOS ANTIMICROBIANOS COMO REEMPLAZO EN LA ADMINISTRACIÓN DE ANTIBIÓTICOS PARA LAS PERSONAS DE LA TERCERA EDAD

### ANTIMICROBIAL PEPTIDES AS A REPLACEMENT IN THE ADMINISTRATION OF ANTIBIOTICS IN THE ELDERLY

Nathaly Marín Medina<sup>1</sup>

Roberto Ferro Escobar<sup>2</sup>

Orlando García<sup>3</sup>

#### Resumen

El envejecimiento de la población ha generado preocupaciones sobre la vulnerabilidad a enfermedades e infecciones en adultos mayores, aumentando la dependencia de antibióticos. Sin embargo, la resistencia y los efectos secundarios asociados a los antibióticos plantean desafíos. Para abordar esta problemática, se lleva a cabo una revisión de estudios recientes sobre el uso de péptidos antimicrobianos en la tercera edad. La metodología implica una exhaustiva búsqueda en bases de datos académicas, la selección de estudios relevantes, su evaluación crítica en cuanto a calidad y sesgo, y la extracción de datos clave. Los resultados de esta revisión muestran que, en un hospital de tercer nivel en Bogotá, el 13.8 % de las prescripciones incluían al menos un antibiótico, siendo los más prescritos la cefalexina, ciprofloxacina y amoxicilina. Además, se observó que la mayoría de las prescripciones carecían de información detallada sobre la vía de administración y la duración del tratamiento. Las implicaciones de este estudio son amplias. Los péptidos antimicrobianos ofrecen aplicaciones en medicina, dermatología, odontología, industria alimentaria y agricultura debido a su capacidad para combatir una variedad de microorganismos. A pesar de enfrentar desafíos logísticos, estos péptidos emergen como una alternativa prometedora a los antibióticos tradicionales, ya que poseen un amplio espectro de acción y mecanismos eficaces contra diferentes patógenos. Sin embargo, aún se requiere más investigación para entender completamente su eficacia y seguridad en la tercera edad, y se plantea la necesidad de abordar desafíos logísticos como el costo de producción y la susceptibilidad a la degradación.

**Palabras clave:** Péptidos antimicrobianos, población de la tercera edad, infecciones, alternativas a los antibióticos.

#### Abstract

The aging population has raised concerns about vulnerability to diseases and infections in older adults, leading to increased dependency on antibiotics. However, antibiotics resistance and associated side effects represent challenges. To address this issue, a review of recent studies on the use of antimicrobial peptides in the elderly is conducted. The methodology involves an exhaustive search in academic databases, selection of relevant studies, critical assessment regarding quality and bias, and extraction of key data. The results of this review show that, in

Recepción: 20 de Febrero de 2024 / Evaluación: 22 de Marzo de 2024 / Aprobado: 20 de Abril de 2024

<sup>1</sup>Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Email: nmmarinm@udistrital.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7844-2453>.

<sup>2</sup>PhD. En Ingeniería Informática, Pontificia de Salamanca campus Madrid, España. Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia Email: rferro@udistrital.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8978-538X>.

<sup>3</sup>PhD. Universidad Antonio Nariño, Colombia. Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia Email: ogarciah@udistrital.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4155-4515>.

a third-level hospital in Bogotá, 13.8% of prescriptions included at least one antibiotic, with the most prescribed being cephalexin, ciprofloxacin, and amoxicillin. Additionally, it was observed that most prescriptions lacked detailed information about the route of administration and treatment duration. The implications of this study are broad. Antimicrobial peptides offer applications in medicine, dermatology, dentistry, food industry, and agriculture due to their ability to combat a variety of microorganisms. Despite facing logistical challenges, these peptides emerge as a promising alternative to traditional antibiotics, possessing a broad spectrum of action and effective mechanisms against different pathogens. However, further research is needed to fully understand their efficacy and safety in the elderly, and addressing logistical challenges such as production costs and susceptibility to degradation is essential.

**Keywords:** Antimicrobial peptides, elderly population, infections, antibiotic alternatives.

### Introducción

El envejecimiento de la población es un fenómeno global que plantea desafíos significativos para la atención médica y la gestión de la salud. Conforme las personas envejecen, experimentan cambios biológicos que pueden hacerlas más vulnerables a enfermedades e infecciones, y esto, combinado con la alta prevalencia de condiciones médicas crónicas en la población mayor, ha aumentado la dependencia de antibióticos para el tratamiento de infecciones. Sin embargo, la resistencia a los antibióticos y los efectos secundarios en esta población plantean preocupaciones significativas (Brunetti et al., 2023).

En este contexto, los péptidos antimicrobianos emergen como una alternativa prometedora a los antibióticos en el tratamiento de infecciones en la población de la tercera edad. A medida que los adultos mayores se vuelven más vulnerables a enfermedades infecciosas debido a cambios biológicos y condiciones médicas crónicas, se resalta la eficacia de los péptidos antimicrobianos en el tratamiento de infecciones comunes, que incluyen infecciones respiratorias, urinarias, de piel y tejidos blandos, dentales, así como enfermedades crónicas y gastrointestinales (González García et al., 2017). La necesidad de explorar alternativas efectivas a los antibióticos tradicionales se hace evidente. Los péptidos antimicrobianos, una clase de moléculas con propiedades inmunoprotectoras, se presentan como un campo de investigación prometedor (Rivas-Santiago, et al., 2006).

Desde la perspectiva de la administración, como en la profilaxis antibiótica, se tiene en cuenta en este trabajo que los péptidos para los adultos mayores atiende principios básicos que tienen en cuenta la cantidad de dosis; aseguramiento de efectividad; la relación entre tasa de infección, beneficio esperable y riesgo eventos adversos. En este sentido, la tasa de uso inapropiado de administración puede generar pérdida de la eficacia de la intervención; o incertidumbre de los tiempos de administración incide en la calidad de profilaxis como un factor de riesgo independiente para el desarrollo de infecciones posteriores. Igualmente, la administración a destiempo se puede asociar con un aumento en la tasa de infección del sitio o en cirugía, como indica Dhole, S., Mahakalkar, C., Kshirsagar, S., & Bhargava, A. (2023).

Esta revisión se centra en la evaluación del potencial de los péptidos antimicrobianos como una alternativa viable y eficaz a los antibióticos en el tratamiento de infecciones en la población de la tercera edad. A través de la revisión de la literatura y la consideración de estudios previos, se busca comprender la eficacia y la seguridad de los péptidos antimicrobianos en este grupo demográfico particular, teniendo en cuenta las necesidades de una atención médica adaptada a la tercera edad. El objetivo de esta revisión es dar una visión de la investigación actual, resaltar las ventajas y limitaciones de los péptidos antimicrobianos

(Mahlapuu et al., 2020) y promover una discusión informada sobre su potencial administración y uso como tratamiento en la población mayor (González García et al., 2017).

## **Metodología de la revisión**

### **Identificación de la Literatura Relevante**

Se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura científica utilizando bases de datos académicas, incluyendo PubMed, Scopus y Web of Science. Se emplearon palabras clave específicas relacionadas con los péptidos antimicrobianos, su uso en la tercera edad y el tratamiento de infecciones en adultos mayores. Se limitó la búsqueda a estudios publicados en los últimos diez años para garantizar la relevancia actual.

### **Selección de Estudios**

Se revisaron los títulos y resúmenes de los estudios identificados en la búsqueda inicial. Los estudios relevantes que abordan directamente el tema de los péptidos antimicrobianos como alternativa a los antibióticos en adultos mayores se incluyeron en la revisión. Se aplicaron criterios estrictos de inclusión para garantizar la calidad y relevancia de los estudios seleccionados.

### **Evaluación de la Calidad y Riesgo de Sesgo**

Se realizó una evaluación crítica de la calidad y el riesgo de sesgo de los estudios incluidos. Se utilizaron herramientas estandarizadas de evaluación de calidad, como la escala de Newcastle-Ottawa para estudios observacionales y la herramienta Cochrane para ensayos clínicos controlados.

### **Extracción de Datos**

Se extrajeron datos clave de cada estudio seleccionado, incluyendo información sobre los péptidos antimicrobianos utilizados, los grupos demográficos de la tercera edad involucrados, las condiciones médicas tratadas y los resultados clínicos relevantes. Estos datos se organizaron en una base de datos o tabla para facilitar la comparación y síntesis.

### **Análisis y Síntesis de Resultados**

Se realizó un análisis sistemático de los resultados de los estudios incluidos, centrándose en la eficacia y seguridad de los péptidos antimicrobianos en comparación con los antibióticos tradicionales en adultos mayores. Se destacaron las tendencias, discrepancias y consistencias en la literatura existente. Se realizó una síntesis narrativa de los hallazgos.

### **Presentación de la Revisión**

Los resultados de la revisión se presentaron en un formato coherente en el artículo, incluyendo una discusión detallada de las implicaciones de los hallazgos y las limitaciones de la literatura existente. Se resaltaron las áreas de consenso y las falencias en la investigación.

### **Consideraciones Éticas**

Se garantizó que la revisión cumpla con las normas éticas y de integridad académica. Todas las fuentes utilizadas se citaron adecuadamente, y se evitó el plagio.

## Desarrollo

### Revisión de la Literatura

En este estudio se buscó calcular la prevalencia y describir las características de la prescripción de antibióticos en un hospital de tercer nivel en Bogotá. Se llevaron a cabo observaciones y análisis de las prescripciones, encontrando que el 13.8 % de las prescripciones incluían al menos un antibiótico (López Gutiérrez, et al., 2008). Los antibióticos más prescritos fueron cefalexina, ciprofloxacina y amoxicilina. También se observó la prescripción de combinaciones de dos o tres antibióticos en un porcentaje de casos. En términos de información en las prescripciones, se encontró que el 99 % de los antibióticos se prescribieron con nombres genéricos, el 86.3 % no incluyó información sobre la vía de administración y el 70.9 % no especificó la duración del tratamiento. En general, los prescriptores cumplen con las normas del hospital, pero se recomienda incluir la vía de administración y la duración del tratamiento en las prescripciones. Este estudio proporciona los primeros indicadores de consumo y prescripción en el hospital y establece un punto de referencia para futuras evaluaciones en este servicio de salud. Las palabras clave relacionadas con el estudio son farmacoepidemiología, estudio de utilización de medicamentos, estudios de consumo y antibióticos (González García et al., 2017).

En este estudio se exploró el uso de antibióticos en una población urbana de Cienfuegos (Cuba). De las 164 personas encuestadas, el 90.2 % había utilizado antibióticos en los últimos seis meses, con la amoxicilina siendo el antibiótico más común. La amigdalitis fue la razón principal para el uso de antibióticos, y la mayoría de los pacientes siguió las recomendaciones médicas. El 75.7 % utilizó antibióticos bajo prescripción médica, mientras que el 23.7 % se automedicó, siendo las mujeres y las personas con educación preuniversitaria y universitaria los grupos más propensos a la automedicación. Estos hallazgos subrayan la necesidad de campañas educativas para cambiar comportamientos relacionados con el uso irracional de antibióticos (Fernández Ruiz, et al., 2021).

La piel de los anfibios, como las ranas arbóreas neotropicales, es una fuente rica de péptidos antimicrobianos naturales (PAN). Estos péptidos han evolucionado en respuesta a la lucha entre los anfibios y los patógenos. En este estudio, se utilizaron técnicas de peptidómica, modelado molecular y análisis filogenético para investigar los PAN en estas ranas y cómo interactúan con las membranas bacterianas. Se encontró que todas las especies de ranas secretan una mezcla de péptidos, y se centraron en una familia de péptidos llamada "hylins". Descubrieron que, aunque estas hylins varían entre especies, comparten un motivo común de aminoácidos que desempeña un papel crucial en su capacidad para insertarse en las membranas bacterianas. Además, el estudio mostró que estos péptidos han evolucionado de manera convergente en diferentes familias, lo que destaca su importancia en las interacciones entre péptidos y membranas (Olascoaga-Del Ángel et al., 2018).

El descubrimiento y surgimiento de la penicilina representan uno de los hitos más significativos en la historia de la medicina (Sarrión Sos, & Castellano Estornell, 2019). Esta narrativa asombrosa de serendipia científica y esfuerzo colaborativo ha tenido un impacto duradero en la salud humana. Aquí está una descripción más detallada de este fascinante proceso:

1. El hallazgo de Alexander Fleming (1928): La historia comienza en 1928, cuando el científico escocés Alexander Fleming estaba realizando investigaciones en el Laboratorio St. Mary's de Londres. Durante sus experimentos, notó algo inusual en una placa de cultivo de bacterias *Staphylococcus* que había dejado en su mesa de trabajo. Un hongo del género *Penicillium* había contaminado accidentalmente la placa, y Fleming observó con sorpresa que las bacterias alrededor del hongo no crecían. Había un halo claro de inhibición alrededor del

Penicillium. Este fenómeno intrigó a Fleming y lo llevó a llamar a la sustancia responsable "penicilina". Pero, entonces, el potencial de la penicilina como revolucionario medicamento antimicrobiano aún no se había comprendido en su totalidad (Sarrión Sos, & Castellano Estornell, 2019).

2. El trabajo de Florey y Chain: Los avances decisivos en la historia de la penicilina se produjeron más de una década después, en la década de 1940, gracias al trabajo de Howard Florey y Ernst Boris Chain, quienes eran parte de un equipo de investigadores en la Universidad de Oxford. Comprendieron el potencial de la penicilina como medicamento y se embarcaron en su desarrollo. Florey y Chain realizaron experimentos para purificar la penicilina a partir del Penicillium y demostrar su eficacia como agente antimicrobiano.

3. Producción masiva y uso en la Segunda Guerra Mundial: La penicilina no solo se desarrolló, sino que también se produjo en cantidades significativas gracias al trabajo de Florey, Chain y su equipo. Durante la Segunda Guerra Mundial, la penicilina se convirtió en un recurso vital en el frente médico (Sarrión Sos, & Castellano Estornell, 2019). Se utilizó ampliamente para tratar a soldados heridos y pacientes con infecciones graves, lo que tuvo un impacto inmediato en la disminución de las tasas de mortalidad. La penicilina se consideraba un "milagro médico" y se elogiaba por su capacidad para tratar infecciones bacterianas de manera efectiva (Giraldo Granada, 2023).

4. Revolución en la medicina: El impacto de la penicilina fue extraordinario. Marcó el inicio de la era de los antibióticos y revolucionó la medicina al proporcionar una forma efectiva de combatir infecciones bacterianas. Antes de su descubrimiento, las infecciones bacterianas eran difíciles de tratar y a menudo resultaban en enfermedades graves o mortales. La penicilina cambió ese paradigma y mejoró drásticamente las tasas de supervivencia en pacientes con infecciones (Sarrión Sos, & Castellano Estornell, 2019).

5. Legado y desafíos actuales: El descubrimiento de la penicilina sentó las bases para la investigación y el desarrollo de otros antibióticos utilizados hoy. Sin embargo, la historia también destaca la importancia de utilizar los antibióticos de manera responsable y de abordar el problema de la resistencia a los antibióticos, que es un desafío continuo en la medicina moderna.

En resumen, el surgimiento de la penicilina es una historia apasionante de observación fortuita, esfuerzo científico y cooperación que transformó la medicina y la atención médica, y cuyo legado perdura hasta el día de hoy. Esta narrativa destaca cómo un simple descubrimiento en un laboratorio puede cambiar el mundo y mejorar la vida de millones de personas.

La prescripción de antibióticos en Colombia, tabla 1, puede variar con el tiempo y las necesidades médicas específicas de la población (López Gutiérrez, et al., 2008). Sin embargo, algunos de los antibióticos más prescritos en Colombia, basados en datos históricos, pueden incluir:

- Amoxicilina: Este antibiótico de amplio espectro se utiliza comúnmente para tratar infecciones bacterianas, como infecciones del tracto respiratorio superior, infecciones de oído y otras afecciones.

- Ciprofloxacina: Es un antibiótico de la familia de las fluoroquinolonas y se utiliza para tratar una variedad de infecciones, incluyendo infecciones urinarias y respiratorias.

- Cefalexina: Un antibiótico de la familia de las cefalosporinas que se prescribe para infecciones bacterianas como la faringitis estreptocócica y otras infecciones del tracto respiratorio.

- Azitromicina: Este antibiótico macrólido se utiliza en el tratamiento de infecciones respiratorias y de la piel, entre otras.

•Metronidazol: Se usa principalmente para infecciones parasitarias y ciertas bacterianas, especialmente las del tracto gastrointestinal.

•Trimetoprima/sulfametoxazol (TMP/SMX o cotrimoxazol): Un antibiótico combinado que se prescribe para una variedad de infecciones, incluyendo infecciones del tracto urinario y algunas infecciones respiratorias.

• Amikacina: Un antibiótico aminoglucósido utilizado en infecciones graves o resistentes.

**Tabla 1.** Prescripción de antibióticos en Colombia

Antibiótico	Porcentaje de prescripción
Cefalexina	18,2%
Ciprofloxacina	14,6%
Amoxicilina	12,0%
Nitrofurantoina	5,4%
Didoxacilina	5,4%
Claritromicina	4,8%
Trimetoprim sulfametoxazol	4,7%
Norfloxacina	4,0%
Penicilina benzatínica	3,4%
Azitromicina	3,1%
Otros (22 faltantes)	24,4%

*Nota.* Tomado de López Gutiérrez, J. J., Mena Bejarano, M., & Mora, E. (2008).

La resistencia a los antibióticos ha venido en aumento, con lo que se ve amenazada la capacidad de tratar algunas de las enfermedades infecciosas más mortíferas (WHO, 2014).

Enfermedades como la tuberculosis, que se creía bajo control, resultan cada vez más difíciles de tratar porque los medicamentos son menos eficaces, lo que hace que el arsenal de medicamentos disponibles se agote constantemente. Las enfermedades infecciosas provocan el 45 % de las defunciones en los países de bajos ingresos y casi una de cada dos muertes prematuras en todo el mundo (Olascoaga-Del Ángel et al., 2018).

La mayoría de estas muertes (90 % aproximadamente) se deben a no más de seis enfermedades: infecciones respiratorias agudas (principalmente neumonía), enfermedades diarreicas, VIH/SIDA, tuberculosis, paludismo y sarampión.

Los péptidos antimicrobianos (PAMs), son proteínas de origen natural que tienen propiedades antibióticas. Son componentes que se han conservado de la respuesta inmune innata en los distintos procesos evolutivos. Estos péptidos han sido fabricados por la naturaleza para actuar como medio de defensa en contra de enfermedades producidas por diversos microorganismos, presentan actividad contra bacterias tanto gram-positivas como gram-negativas, hongos y virus. Hay muchos péptidos antimicrobianos y una gran variedad de fuentes, los podemos encontrar en plantas, insectos, virus y mamíferos.

#### Mecanismos de Acción de Péptidos Antimicrobianos

Los Péptidos Antimicrobianos (PAMs), también conocidos como AMP (Antimicrobial Peptides), son moléculas proteicas presentes en diversos organismos, desde bacterias hasta seres humanos, se destacan por su diversidad evolutiva y ubicuidad. Su amplio espectro de actividad abarca bacterias, virus, hongos y parásitos y los convierte en herramientas versátiles para combatir infecciones, superando la limitación de muchos antibióticos tradicionales (Brunetti et al., 2023).

Los PAMs ejercen múltiples mecanismos de acción. Uno de los más comunes es la interacción con las membranas celulares de microorganismos, formando poros que conducen

a la lisis celular y la muerte del patógeno. Además, algunos PAMs penetran en las células, interfiriendo con la síntesis de ADN y proteínas cruciales para la replicación y función celular, lo que impide la reproducción y crecimiento bacteriano.

Estos péptidos desempeñan un papel esencial en la inmunidad innata, siendo fundamentales en la respuesta inmunológica ante la presencia de patógenos. En el ámbito médico, la investigación se centra en su potencial uso para desarrollar nuevos antibióticos y tratamientos antimicrobianos (Mahlapu et al., 2020), crucial en un contexto de creciente resistencia bacteriana a los antibióticos.

A pesar de enfrentar desafíos como susceptibilidad a la degradación y toxicidad, la investigación continua busca optimizar los PAMs para abordar infecciones resistentes a antibióticos y otros problemas de salud relacionados con patógenos (Sierra et al., 2017). En resumen, los PAMs representan una perspectiva prometedora, no solo por su versatilidad y amplio espectro de actividad, sino también por su capacidad de abordar desafíos críticos en la medicina actual, como la resistencia antimicrobiana (Mwangi, 2019).

**Ataque a las Membranas Bacterianas:** Los PAMs son conocidos por su habilidad para interactuar con las membranas de las bacterias. Su estructura, generalmente catiónica, se adhiere a las membranas bacterianas cargadas negativamente. Una vez unidos, los PAMs pueden provocar la formación de poros en la membrana. Estos poros permiten la fuga de componentes esenciales de la bacteria, como iones y proteínas, y finalmente resultan en la destrucción de la bacteria (Malmsten, 2016). Este mecanismo es efectivo contra una amplia gama de microorganismos, incluyendo bacterias gram-positivas y gram-negativas, hongos y algunos virus (Rivas-Santiago, et al., 2006).

**Interferencia con la Síntesis de ADN y Proteínas:** Algunos PAMs tienen la capacidad de penetrar en el interior de las bacterias. Una vez dentro, pueden interferir con la síntesis de ácidos nucleicos (ADN y ARN) y proteínas. Estos procesos son cruciales para la replicación y la función celular de las bacterias. Al interrumpirlos, los PAMs impiden la reproducción y el crecimiento de las bacterias, lo que finalmente conduce a su eliminación (Rivas-Santiago, et al., 2006; González García et al., 2017).

**Modulación del Sistema Inmunológico:** Los PAMs no solo actúan de manera directa contra los patógenos, sino que también desempeñan un papel en la modulación de la respuesta inmunológica del huésped. Estimulan la liberación de citocinas proinflamatorias y la activación de células inmunitarias, como los macrófagos y las células dendríticas. Esto refuerza la capacidad del sistema inmunológico para combatir la infección (Brunetti et al., 2023).

**Menor Probabilidad de Resistencia:** Una de las ventajas significativas de los PAMs es su menor probabilidad de provocar resistencia. A diferencia de los antibióticos tradicionales, donde las bacterias pueden desarrollar resistencia a través de mutaciones genéticas específicas, los PAMs ejercen múltiples acciones contra los patógenos. Esto hace que sea extremadamente difícil para las bacterias desarrollar resistencia específica a los PAMs (Brunetti et al., 2023).

### **Eficacia de Péptidos Antimicrobianos en Adultos Mayores**

En el contexto de la tercera edad, los PAMs se presentan como una opción terapéutica prometedora por varias razones:

**Mayor Vulnerabilidad a Infecciones:** Los adultos mayores suelen ser más vulnerables a las infecciones debido a cambios naturales en su sistema inmunológico y la presencia de condiciones médicas crónicas. Los PAMs, con su capacidad para combatir infecciones de múltiples maneras, pueden proporcionar una defensa adicional contra patógenos (Brunetti et al., 2023).

**Menos Probabilidad de Resistencia:** Dado que los PAMs tienen una menor probabilidad de provocar resistencia bacteriana, son especialmente útiles en una población donde la resistencia a los antibióticos es una preocupación creciente.

**Menos Efectos Secundarios:** Los PAMs pueden ser una alternativa más segura para los adultos mayores en comparación con algunos antibióticos que pueden tener efectos secundarios adversos (Jiménez et al., 2004).

**Amplio Espectro de Actividad:** Los PAMs tienen un amplio espectro de actividad, lo que significa que pueden combatir una variedad de microorganismos, incluyendo bacterias, hongos y virus, lo que es particularmente beneficioso en una población donde las infecciones pueden ser diversas.

Hay un nuevo trabajo científico de 2023 en el que participaron las investigadoras del IPEEC, la Lic. Silvana Aguilar y la Dra. Mariela Marani, donde se analizan péptidos antimicrobianos presentes en las ranas arborícolas neotropicales, publicado en la prestigiosa revista científica *Journal of Natural Products*.

En el trabajo se describe una familia de péptidos llamada hylins, con un motivo conservado que les permite interactuar con las membranas bacterianas. El mismo sirve como avance en la comprensión de la evolución y defensa inmunológica de los anfibios (González García et al., 2017).

Los péptidos antimicrobianos están en varios organismos y se producen en varios tejidos y lugares del cuerpo (Zasloff, 2002) y en diferentes partes de la naturaleza. Aquí hay algunos lugares donde se pueden encontrar péptidos antimicrobianos:

- En el cuerpo humano: Los péptidos antimicrobianos se producen en varias partes del cuerpo humano como parte de la respuesta inmunológica innata. Se encuentran en la piel, mucosas, saliva, lágrimas y otros fluidos corporales. Por ejemplo, la piel es una barrera importante contra las infecciones, y los péptidos antimicrobianos en la piel ayudan a proteger contra patógenos.

- En otros animales: Los péptidos antimicrobianos son comunes en la naturaleza y se encuentran en una variedad de animales, desde insectos hasta mamíferos. En animales, estos péptidos pueden encontrarse en la piel, saliva, glándulas sebáceas, y otros tejidos. Son parte importante de la defensa contra patógenos.

- En plantas: Las plantas también producen péptidos antimicrobianos como parte de su respuesta a las infecciones. Estos péptidos pueden encontrarse en hojas, tallos y raíces, y desempeñan un papel en la protección de las plantas contra microorganismos patógenos.

- En microorganismos: Algunas bacterias y otros microorganismos también producen sus propios péptidos antimicrobianos como una forma de competencia por recursos o para protegerse de otros microorganismos. Estos péptidos se conocen como bacteriocinas y son un ejemplo de péptidos antimicrobianos producidos por microorganismos.

- En el medio ambiente: Los péptidos antimicrobianos también pueden encontrarse en el medio ambiente, como en el suelo y el agua, debido a la presencia de microorganismos productores de estos compuestos.

Los péptidos antimicrobianos son moléculas ampliamente distribuidas en la naturaleza y se encuentran en varios organismos, incluyendo humanos, animales, plantas y microorganismos. Su función principal es la protección contra infecciones, y juegan un papel importante en la defensa del organismo y en la competencia en los ecosistemas naturales (Rivas-Santiago, et al., 2006; Olascoaga-Del Ángel et al., 2018).

## Aplicaciones

Los péptidos antimicrobianos tienen aplicaciones en una variedad de campos debido a su capacidad para combatir microorganismos patógenos, como bacterias, virus, hongos y otros microbios. Algunos de los lugares y áreas en los que los péptidos antimicrobianos pueden aplicarse incluyen:

- **Medicina:** Los péptidos antimicrobianos se utilizan en el desarrollo de nuevos tratamientos para infecciones bacterianas, virales y fúngicas. Pueden ser aplicados en la terapia de enfermedades infecciosas, heridas, quemaduras y otras afecciones médicas.
- **Dermatología:** Se utilizan en productos tópicos para el cuidado de la piel, como cremas y lociones antimicrobianas para tratar infecciones cutáneas, acné y afecciones dermatológicas.
- **Odontología:** Los péptidos antimicrobianos se investigan como tratamientos potenciales para infecciones dentales y como ingredientes en enjuagues bucales y pastas dentales para prevenir enfermedades de las encías y caries.
- **Alimentos:** Se emplean en la conservación de alimentos y el control de bacterias y patógenos en la industria alimentaria para prolongar la vida útil de los productos y garantizar la seguridad alimentaria.
- **Agricultura:** Los péptidos antimicrobianos se utilizan en la agricultura y la ganadería para controlar enfermedades y mejorar la salud de los cultivos y el ganado.
- **Textiles:** Se aplican en la fabricación de textiles antimicrobianos para la creación de ropa, ropa de cama y otros productos que ayudan a prevenir la proliferación de bacterias y malos olores.
- **Productos de higiene personal:** Se utilizan en productos como desodorantes, jabones y detergentes para ofrecer propiedades antimicrobianas.
- **Investigación científica:** Los péptidos antimicrobianos se emplean en la investigación en microbiología y biología celular para estudiar la interacción entre microorganismos y células hospedadoras.
- **Biotecnología:** Se investiga su uso en la producción de proteínas recombinantes y en la ingeniería genética para crear organismos modificados genéticamente con propiedades antimicrobianas.
- **Materiales biomédicos:** Se aplican en la fabricación de materiales biomédicos, como implantes y dispositivos médicos, para prevenir infecciones asociadas a la atención médica.
- **Control de infecciones hospitalarias:** Se emplean en la prevención y control de infecciones en entornos de atención médica, ayudando a reducir la propagación de patógenos en hospitales y clínicas.

En resumen, los péptidos antimicrobianos tienen aplicaciones en una amplia gama de campos, ya que pueden combatir microorganismos patógenos de manera efectiva. Su versatilidad los hace valiosos en la lucha contra infecciones y en la mejora de la seguridad en áreas como la medicina, la industria alimentaria, la agricultura y más.

## Seguridad y Efectos Secundarios

**Toxicidad Celular:** Algunos péptidos antimicrobianos pueden tener propiedades tóxicas para las células humanas, especialmente a concentraciones elevadas. La toxicidad celular es un aspecto crítico a considerar, especialmente en poblaciones más vulnerables, como las personas mayores, donde la tolerancia celular puede ser reducida (Chalé et al., 2014; Jiménez et al., 2004).

**Reacciones Alérgicas:** Aunque los PAM suelen tener menos propensión a desencadenar reacciones alérgicas en comparación con algunos antibióticos, aún existe la posibilidad de respuestas alérgicas en ciertos individuos.

**Interacciones Medicamentosas:** En el caso de personas mayores que pueden estar tomando múltiples medicamentos para condiciones crónicas, existe el riesgo de interacciones medicamentosas con los PAM. Esto subraya la importancia de evaluar la seguridad y las posibles interacciones con otros tratamientos (Jiménez et al., 2004).

**Degradación y Estabilidad:** Los PAM pueden ser susceptibles a la degradación en entornos específicos, lo que podría afectar su eficacia y seguridad. La estabilidad de estos péptidos en condiciones clínicas es un factor crítico a considerar.

**Costo y Accesibilidad:** Aunque no es un efecto secundario directo, el costo asociado con la producción y administración de péptidos antimicrobianos puede ser un factor limitante en términos de accesibilidad y viabilidad económica, especialmente en poblaciones de personas mayores.

Es importante señalar que la investigación sobre PAM está en desarrollo y la comprensión de sus efectos secundarios específicos, especialmente en la tercera edad, puede evolucionar con el tiempo (Jiménez et al., 2004). Cualquier consideración sobre el uso de PAM en adultos mayores debe ser respaldada por evidencia científica sólida y una evaluación cuidadosa de los riesgos y beneficios.

### **Consideraciones Especiales en la Tercera Edad**

El uso de péptidos antimicrobianos (PAM) como reemplazo a los antibióticos en la población de la tercera edad plantea consideraciones especiales que deben abordarse cuidadosamente:

**Tolerancia y Sensibilidad:** Las personas mayores pueden tener una menor tolerancia a ciertos tratamientos debido a cambios fisiológicos asociados con el envejecimiento. Es esencial evaluar la sensibilidad individual y la respuesta a los PAM, considerando la variabilidad en la respuesta biológica (Olascoaga-Del Ángel et al., 2018; Santos Cabrera, 2022).

**Interacciones Medicamentosas:** Dada la probabilidad de que los adultos mayores estén tomando múltiples medicamentos para condiciones crónicas, se debe prestar especial atención a posibles interacciones medicamentosas entre los PAM y otros tratamientos. La evaluación de la seguridad y eficacia en combinación con otros medicamentos es crucial (Cardoso et al., 2019).

**Estado de Salud General:** La salud general y las condiciones médicas preexistentes de las personas mayores deben considerarse al introducir PAM como alternativa a los antibióticos. Condiciones como enfermedades cardiovasculares, problemas renales o diabetes pueden afectar la respuesta a estos tratamientos.

**Toxicidad y Efectos Secundarios:** Dada la susceptibilidad potencial de los adultos mayores a efectos secundarios, la toxicidad celular y cualquier impacto adverso de los PAM deben evaluarse exhaustivamente. La monitorización cuidadosa durante el tratamiento es esencial (Chalé et al., 2014; Jiménez et al., 2004).

**Respuesta del Sistema Inmunológico:** La función inmunológica disminuida asociada con la edad podría influir en la respuesta a los PAM. Evaluar cómo estos péptidos interactúan con el sistema inmunológico en el contexto de la tercera edad es esencial para comprender su eficacia.

**Aspectos Éticos:** Consideraciones éticas, como el consentimiento informado y la participación activa de las personas mayores en decisiones sobre su atención médica, son fundamentales. La comunicación clara sobre los beneficios y riesgos de los PAM es esencial (Jiménez et al., 2004).

**Accesibilidad y Costo:** Factores como la accesibilidad a tratamientos con PAM y su costo deben abordarse, asegurando que estas alternativas sean prácticas y económicamente viables

para la población de la tercera edad (DePalma, 2015).

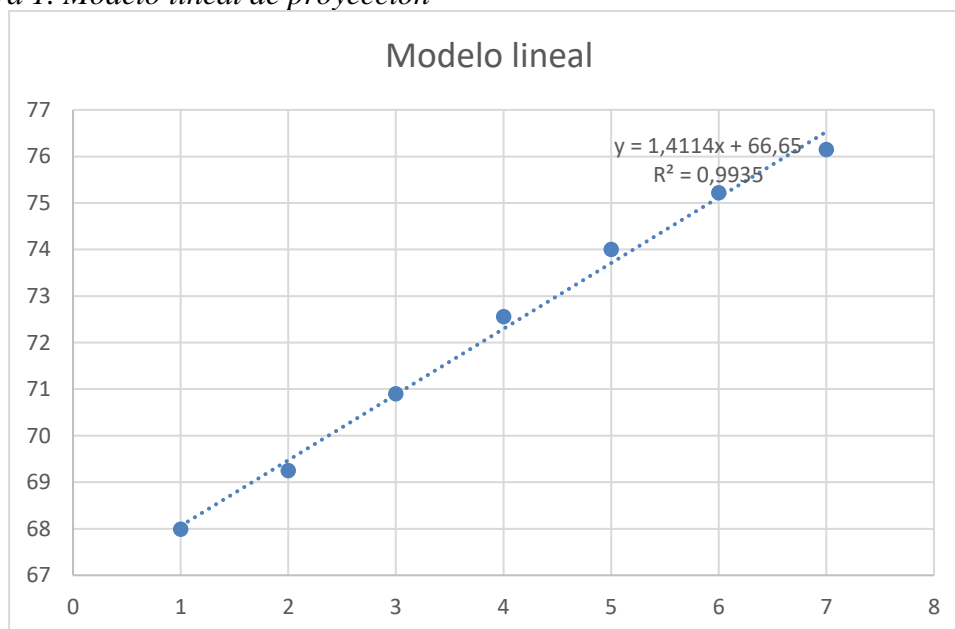
La implementación exitosa de PAM en adultos mayores como alternativa a los antibióticos requiere un enfoque integral que considere la salud individual, la respuesta biológica, y aspectos éticos y económicos. Además, es crucial que cualquier intervención en esta población esté respaldada por evidencia científica sólida y una atención médica personalizada.

**Tabla 2.** *Esperanza de vida de los colombianos*

	Año	EV
1	1985-1990	67,99
2	1990-1995	69,25
3	1995-2000	70,9
4	2000-2005	72,56
5	2005-2010	74
6	2010-2015	75,22
7	2015-2020	76,15

*Nota.* Tomado DANE. (2006). Conciliación Censal 1985-2005 y Proyecciones de Población 2005-2020.

*Figura 1. Modelo lineal de proyección*

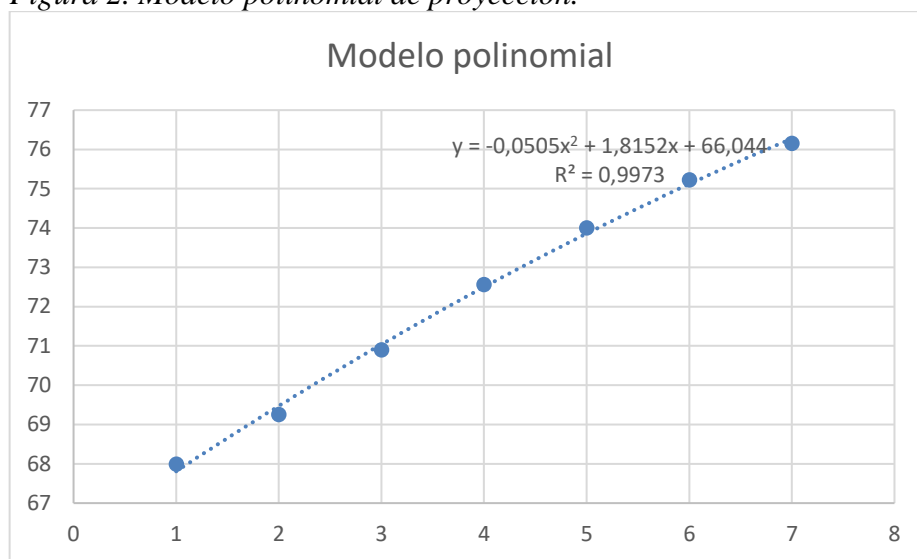


*Nota.* Elaboración propia

En este modelo la pendiente es de 1,4114 lo cual nos indica que cada cinco años la esperanza de vida de los colombianos aumentará en casi 1,5 años, lo cual es válido hasta una

cantidad determinada de años, no se tiene en cuenta fenómenos exteriores como epidemias, guerras, etc.

Figura 2. Modelo polinomial de proyección.



Nota. Elaboración propia

En este modelo, figura 2, se encontró una ecuación de segundo grado, donde el coeficiente de la variable elevada al cuadrado es negativa, la cual representa una curva cóncava hacia abajo, lo que indica que hay un máximo y luego empieza a descender muy lentamente, bastante adecuado a la realidad, además su coeficiente de determinación es casi uno, lo que nos indica que es el modelo adecuado a los datos obtenidos en la literatura, a continuación se proyectará la esperanza de vida para los siguientes años de acuerdo al modelo matemático encontrado.

Tabla 3. Proyección de la esperanza de vida con el modelo matemático encontrado

	Año	EV
1	1985-1990	67,99
2	1990-1995	69,25
3	1995-2000	70,9
4	2000-2005	72,56
5	2005-2010	74
6	2010-2015	75,22
7	2015-2020	76,15
8	2020-2025	77,3336
9	2025-2030	78,2903
10	2030-2035	79,146
11	2035-2040	79,9007
12	2040-2045	80,5544
13	2045-2050	81,1071
14	2050-2055	81,5588
15	2055-2060	81,9095

Nota. Elaboración propia

Los datos de la tabla 3 en rojo, son las proyecciones que arroja el modelo hasta el año 2060, en intervalos de cinco años; se observa que la edad sigue aumentando con una tasa de crecimiento muy lenta lo que nos indica que se estará llegando a un valor máximo y empezará a decrecer.

### Conclusiones

En conclusión, los péptidos antimicrobianos (PAM) emergen como una alternativa prometedora a los antibióticos convencionales para el tratamiento de infecciones en la población de la tercera edad. Su diversidad, acción de amplio espectro y mecanismos de interacción con membranas celulares reflejan una eficacia versátil contra una amplia variedad de patógenos. Aunque enfrentan desafíos logísticos, como el costo de producción y la susceptibilidad a la degradación, la investigación continua busca optimizar estos péptidos, destacando su potencial para el desarrollo de nuevas terapias en un momento crucial de creciente resistencia bacteriana a los antibióticos. La elección entre antibióticos y PAM dependerá de la infección específica y la evaluación médica individual, y aunque la producción a gran escala es costosa, la capacidad de los PAM para movilizar el sistema inmune resalta su potencial para contrarrestar daños y favorecer la reparación celular. En este contexto, comprender plenamente la eficacia, seguridad y dosificación de los PAM en la población anciana requiere esfuerzos continuos para aprovechar completamente su potencial y mejorar la salud y el bienestar de esta creciente demografía.

### Referencias bibliográficas

- Brunetti, A. E., Fuzo, C. A., Aguilar, S., Rivera-Correa, M., Marani, M. M., & Lopes, N. P. (2023). The Significance of Hypervariability and Conserved Motifs in Antimicrobial Peptides from Tree Frogs. *Journal of Natural Products*, 86(7), 1761–1769. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.3c00224>
- Cardoso, M. H., Orozco, R. Q., Rezende, S. B., et al. (2019). Computer-aided design of antimicrobial peptides: are we generating effective drug candidates? *Frontiers in Microbiology*, 10, 3097. <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2019.03097/full>
- Chalé, F. H., Ancona, D. B., & Campos, M. R. S. (2014). Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad; péptidos biológicamente activos. *Nutricion Hospitalaria* 29(1), 10–20. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.1.6990>
- DANE. (2006). Conciliación Censal 1985-2005 y Proyecciones de Población 2005-2020 [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/seriesp85\\_20/IndicadoresDemograficos1985-2020.xls](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/seriesp85_20/IndicadoresDemograficos1985-2020.xls)
- DePalma, A. (2015). Peptides: new processes, lower costs. *Genetic Engineering and Biotechnology News*, 35(13): 7-8. <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/gen.35.13.12?journalCode=gen>
- Dhole, S., Mahakalkar, C., Kshirsagar, S., & Bhargava, A. (2023). Antibiotic Prophylaxis in Surgery: Current Insights and Future Directions for Surgical Site Infection Prevention. *Cureus*, 15(10), e47858. <https://doi.org/10.7759/cureus.47858>
- Fernández Ruiz, D. R., Pérez Meneses, Z., Cuevas Pérez, O. L., Quirós Enríquez, M., Barrios Romero, B., & Dueñas Pérez, Y. (2021). Utilización de antibióticos en una población del municipio Cienfuegos. *Medisur*, 19(1), 54-62. <http://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/4603>

- Giraldo Granada, A. (2023). Ciencia, industria y de cómo la penicilina cambió el rumbo de la medicina durante la segunda guerra mundial. *Historias*, 7(7), 25-31. <https://journalasocol.org.asocolhistoria.org/index.php/historias/article/download/89/68>
- González García, M., San Juan Galán, J., Morales Vicente, F. E., & Otero González, A. J. (2017). Péptidos antimicrobianos: potencialidades terapéuticas. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 69(2), 01-13. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0375-07602017000200008&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0375-07602017000200008&script=sci_arttext)
- Jiménez, J., Giralt, E., & Albericio, F. (2004). Péptidos y la industria farmacéutica. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 2, 10-16. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/818822.pdf>
- López Gutiérrez, J. J., Mena Bejarano, M., & Mora, E. (2008). Estudio de utilización de antibióticos en el servicio de consulta externa de un hospital de tercer nivel de la ciudad de Bogotá. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 37(2), 224-240. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0034-74182008000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0034-74182008000200010&script=sci_arttext)
- Mahlapuu, M., Björn, C., Ekblom, J. (2020). Antimicrobial peptides as therapeutic agents: opportunities and challenges. *Critical Reviews in Biotechnology*, 40(7), 978-992. <https://doi.org/10.1080/07388551.2020.1796576>
- Malmsten, M. (2016). Interactions of antimicrobial peptides with bacterial membranes and membrane components. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 16(1), 16-24. <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/ctmc/2016/00000016/00000001/art00005>
- Mwangi, J., Hao, X., Lai, R., et al. (2019). Antimicrobial peptides: new hope in the war against multidrug resistance. *Zoological Research*, 40(6), 488-505. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6822926/>
- Olascoaga-Del Ángel, K. S., Sánchez-Evangelista, G., Carmona-Navarrete, I., Galicia-Sánchez, M. del C., Gómez-Luna, A., Islas-Arrollo, S. J., & Castañeda-Sánchez, J. I. (2018). Péptidos antimicrobianos, una alternativa prometedora para el tratamiento de enfermedades infecciosas. *Gaceta Medica de Mexico*, 154(6), 681-688. <https://doi.org/10.24875/GMM.18003445>
- Rivas-Santiago, B., Sada, E., Hernández-Pando, R., & Tsutsumi, V. (2006). Péptidos antimicrobianos en la inmunidad innata de enfermedades infecciosas. *Salud pública de México*, 48, 62-71. <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2006.v48n1/62-71/es>
- Santos Cabrera, I. A. (2022). Identificación de péptidos antimicrobianos producidos por *Bacillus* con capacidad de inhibir el crecimiento de aislados clínicos de *Staphylococcus aureus*. [Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California]. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/3823>
- Sarrión Sos, I., & Castellano Estornell, G. M. (2019). Descubrimiento de la penicilina. Alexander Fleming. Universidad Católica de Valencia. [https://riucv.ucv.es/bitstream/handle/20.500.12466/275/IMP\\_07.UCV\\_RevCiencia\\_Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riucv.ucv.es/bitstream/handle/20.500.12466/275/IMP_07.UCV_RevCiencia_Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sierra, J. M., Fuste, E., Rabanal, F., et al. (2017). An overview of antimicrobial peptides and the latest advances in their development. *Expert Opinion on Biological Therapy*, 17(6), 663-676. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14712598.2017.1315402>
- WHO. (2014). WHO's first global report on antibiotic resistance reveals serious, worldwide threat to public health. WHO South-East Asia. <https://www.who.int/southeastasia/news/detail/30-04-2014-who-s-first-global-report-on-antibiotic-resistance-reveals-serious-worldwide-threat-to-public-health>

Zasloff, M. (2002). Antimicrobial peptides of multicellular organisms. *Nature*, 415(6870), 389-395. <https://www.nature.com/articles/415389a>