



Volumen 8 Número 1,
Enero-Abril de 2026
ISSN impreso: 2661-6963
ISSN electrónico: 2806-5514

ceus

REVISTA ESTUDIANTIL
CIENCIA ESTUDIANTIL UNIDAD DE SALUD



Volumen 8 Número 1
ISSN impreso: 2661-6963
ISSN electrónico: 2806-5514



**Revista Estudiantil CEUS
(Ciencia Estudiantil Unidad de Salud)**

ISSN impreso: 2661-6963

ISSN electrónico: 2806-5514

Dirección de investigación y publicaciones
Av. de Las Américas y Humboldt

Código Postal 010101, Cuenca-Ecuador
killkana.investigacion@ucacue.edu.ec

Central telefónica:

+593 (7) 2-830-751

+593 (7) 2-824-365

+593 (7) 2-826-563

<http://www.ucacue.edu.ec>
<https://ceus.ucacue.edu.ec>

Volumen 8, Número 1

Publicación cuatrimestral

DOI: <https://doi.org/10.26871/ceus.v8i1>

**Jefa de Divulgación Científica y Publicaciones
Universidad Católica de Cuenca**

Lucía Eugenia Abad Quevedo, Mgtr

Editora de la revista

Dra. Karla María Cumbe Guerrero, Mgs.

Diseño, diagramación y maquetación

David Urgilés Morocho

English texts revision/edition

Departamento de Idiomas de la Universidad Católica
de Cuenca

Versión digital



EDUNICA
EDITORIAL UNIVERSITARIA CATÓLICA

Directora en Jefe

Dra. Karla María Cumbe Guerrero, Mgs.
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
<https://orcid.org/0000-0002-5087-2558>

Comité Científico Interno

Ing. Carlos José Martínez Santander, Ph.D.
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
<https://orcid.org/0000-0002-5186-6379>

Lcda. Carem Francelys Prieto Fuenmayor, Ph.D.
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
<https://orcid.org/0000-0002-7752-932X>

Md. Tamara Cristina Matute Sánchez, Mgs.
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
<https://orcid.org/0000-0002-0061-872X>

Comité Científico Externo

Nacional

Dr. Enmanuel Isidoro Guerrero Quiroz, Ph.D.
Universidad de Cuenca, Ecuador.
<https://orcid.org/0000-0002-7976-1771>

Dr. Carlos Eduardo Morales Villavicencio, Ph.D.
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.
<https://orcid.org/0000-0002-9848-508X>

Internacional

Dra. María Eugenia Peresutti, Ph.D.
Instituto Universitario Italiano de Rosario, Argentina.
<https://orcid.org/0009-0006-2149-4670>

Dr. César Augusto Restrepo Valencia, Ph.D.
Hospital de Caldas, Colombia.
<https://orcid.org/0000-0002-2006-8366>

Dr. Mauricio Arvizu Hernández, Ph.D.
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición
Salvador Zubirán, México.
<https://orcid.org/0000-0001-5749-2059>

Dr. César Felipe Ploneda Valencia, Ph.D.
Hospital Civil de Guadalajara Dr Juan I Menchaca,
Universidad de Colima Facultad de Medicina, México.
<https://orcid.org/0000-0003-3436-3304>

Contenido

- VI** Editorial
Programación metabólica temprana y nutrición durante los primeros 1000 días: una estrategia estructural para modificar la carga futura de las enfermedades crónicas
Early metabolic programming and nutrition during the first 1000 days: a structural strategy to modify the future burden of chronic diseases
-
- 1** **Manejo integral de una úlcera por presión sacra estadio IV infectada mediante desbridamiento quirúrgico y terapia de presión negativa: reporte de un caso**
Comprehensive Management of an Infected Stage IV Sacral Pressure Injury Using Surgical Debridement and Negative Pressure Wound Therapy: A Case Report
-
- 3** **Intervenciones de enfermería en la prevención de peritonitis en adultos jóvenes en diálisis peritoneal**
Nursing interventions in the prevention of peritonitis in young adults undergoing peritoneal dialysis
-
- 12** **Resistencia antimicrobiana en enterobacterias por aguas residuales en Latinoamérica: una revisión sistemática**
Antimicrobial resistance in enterobacteria from wastewater in Latin America: a systematic review
-
- 37** **Actualización integral sobre la lesión de Colapso Avanzado Escafolunar y Colapso Avanzado Sin Unión del Escafoide: una Revisión de alcance**
Comprehensive update on Advanced Scapholunate Collapse and Advanced Non-Union Scaphoid Collapse: A Scope Review
-
- 50** **Factores sociodemográficos, antropométricos y clínico-funcionales asociados al riesgo de caídas en adultos mayores de una parroquia rural del Ecuador**
Sociodemographic, anthropometric, and clinical-functional factors associated with the risk of falls in older adults in a rural parish in Ecuador
-

Editorial

Programación metabólica temprana y nutrición durante los primeros 1000 días: una estrategia estructural para modificar la carga futura de las enfermedades crónicas

Early metabolic programming and nutrition during the first 1000 days: a structural strategy to modify the future burden of chronic diseases

Recepción: 17 de julio de 2026 | Aprobación: 22 de julio de 2026 | Publicación: 20 de agosto de 2026

Karla Cumbe-Guerra  
kcumbe@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca

DOI: <https://doi.org/10.26871/ceus.v8i1.314>

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) representan uno de los principales desafíos para la salud pública mundial y son responsables de aproximadamente el 74 % de las muertes (1). Durante décadas, las estrategias preventivas se orientaron al control de factores de riesgo en la adolescencia y la adultez; sin embargo, la evidencia demuestra que gran parte de la susceptibilidad cardiometabólica se establece mucho antes. Los primeros 1000 días de vida, desde la concepción hasta los dos años de edad, constituyen un periodo de elevada plasticidad biológica en el que la nutrición condiciona el desarrollo futuro del organismo (2,3).

Este concepto, sustentado por la teoría de los Orígenes del Desarrollo de la Salud y la Enfermedad (DOHaD), explica que las adaptaciones inducidas por un ambiente nutricional desfavorable durante la gestación favorecen la supervivencia fetal, pero incrementan el riesgo de obesidad, hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad cardiovascular en etapas posteriores de la vida (4,5). La programación metabólica comprende modificaciones persistentes en la estructura y la función de órganos y sistemas, originadas durante periodos críticos del desarrollo.

La disponibilidad o el exceso de nutrientes durante la gestación y los primeros meses

de vida influyen en la organogénesis, la maduración inmunológica, el desarrollo cerebral y la regulación endocrina del metabolismo energético. Estas adaptaciones alteran la función pancreática, el metabolismo hepático, la adipogénesis y la sensibilidad a la insulina, lo que sienta las bases biológicas para diversas enfermedades cardiometabólicas (5,6).

Estos cambios están mediados principalmente por mecanismos epigenéticos, entre ellos la metilación del ADN, las modificaciones de las histonas y la regulación por microARN, capaces de modificar la expresión génica sin alterar la secuencia del ADN (6). La disponibilidad materna de proteínas, folatos, vitamina B12, colina y ácidos grasos esenciales participa en estos procesos, mientras que la obesidad, la diabetes gestacional y las deficiencias nutricionales modifican el ambiente fetal e incrementan el riesgo cardiometabólico (3,6,7). La denominada hipótesis del desajuste explica que un organismo adaptado a la restricción nutricional intrauterina presenta mayor susceptibilidad a obesidad y diabetes cuando posteriormente se expone a ambientes con abundante disponibilidad energética (5).

La lactancia materna y una alimentación complementaria adecuada constituyen intervenciones esenciales para consolidar un desarrollo metabólico saludable gracias a sus efectos sobre la respuesta inmunológica, la expresión génica y el microbioma intestinal (8,9). La serie Breastfeeding in the 21st Century estimó que una cobertura casi universal de la lactancia materna evitaría más de 820 000 muertes infantiles al año y reduciría el riesgo futuro de obesidad, diabetes tipo 2, hipertensión y dislipidemia (10). Al mismo tiempo, el Global Burden of Disease Study 2021 confirma que las ECNT continúan siendo la principal causa de mortalidad mundial, mientras que la OMS, UNICEF y el Banco Mundial advierten que la malnutrición persiste en millones de niños menores de cinco años,

ya sea por retraso del crecimiento, emaciación o exceso de peso (1,10).

América Latina enfrenta la doble carga de la malnutrición, caracterizada por la coexistencia de desnutrición, deficiencias de micronutrientes, sobrepeso y obesidad. Ecuador refleja esta realidad, la Encuesta Nacional sobre Desnutrición Infantil reporta que aproximadamente uno de cada cinco niños menores de dos años presenta retraso en talla, situación que coexiste con el incremento del exceso de peso infantil y con marcadas desigualdades en el acceso a una alimentación saludable (11). Este escenario respalda el fortalecimiento de políticas públicas orientadas a la nutrición materna, la protección de la lactancia, una alimentación complementaria basada en evidencia y la promoción de entornos alimentarios saludables (3,4,12).

La nutrición durante los primeros 1000 días constituye una intervención biológica capaz de modificar la trayectoria de la salud desde el inicio de la vida. Invertir en la salud materna, la lactancia y la alimentación temprana no solo mejora el crecimiento infantil, sino que también reduce el riesgo futuro de enfermedades crónicas y fortalece el desarrollo humano. La prevención comienza antes del nacimiento; asumir este principio implica orientar las decisiones clínicas y las políticas públicas hacia la protección de esta etapa decisiva del desarrollo.

Finalmente, la evidencia científica confirma que en esta etapa de vida constituyen una oportunidad irrepetible para modificar el riesgo de enfermedades crónicas a lo largo de la vida. Reconocer la nutrición temprana como un determinante biológico de la salud implica trascender el enfoque asistencial y priorizar estrategias preventivas basadas en evidencia. Fortalecer la atención preconcepcional, la nutrición materna, la protección de la lactancia materna y la alimentación complementaria adecuada debe convertirse en una prioridad para los sistemas de salud. Solo mediante

políticas públicas integrales, articuladas con la práctica clínica y la investigación, será posible reducir la carga futura de las enfermedades no transmisibles y promover generaciones con mejores oportunidades de desarrollo, salud y bienestar.

Referencias Bibliográficas

1. GBD 2021 Diseases and Injuries Collaborators. *Global burden of 288 causes of death and life expectancy decomposition, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021*. Lancet. 2024;403:2100-2132.
2. Barker DJP. *The developmental origins of adult disease*. J Am Coll Nutr. 2004;23(6 Suppl):588S-595S.
3. Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, de Onis M, et al. *Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries*. Lancet. 2013;382(9890):427-451.
4. Bhutta ZA, Das JK, Rizvi A, Gaffey MF, Walker N, Horton S, et al. *Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost?* Lancet. 2013;382(9890):452-477.
5. Gluckman PD, Hanson MA, Cooper C, Thornburg KL. *Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease*. N Engl J Med. 2008;359(1):61-73.
6. Hanson MA, Gluckman PD. *Early developmental conditioning of later health and disease: physiology or pathophysiology?* Physiol Rev. 2014;94(4):1027-1076.
7. Fleming TP, Watkins AJ, Velazquez MA, Mathers JC, Prentice AM, Stephenson J, et al. *Origins of lifetime health around the time of conception*. Lancet. 2018;391(10132):1842-1852.
8. Victora CG, Bahl R, Barros AJD, França GVA, Horton S, Krasevec J, et al. *Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect*. Lancet. 2016;387(10017):475-490.
9. World Health Organization. *WHO guideline for complementary feeding of infants and young children 6–23 months of age*. Geneva: WHO; 2023.
10. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, Moubarac JC, Louzada MLC, Rauber F, et al. *Ultra-processed foods: what they are and how to identify them*. Public Health Nutr. 2019;22(5):936-941.
11. UNICEF, World Health Organization, World Bank Group. *Joint Child Malnutrition Estimates: Levels and Trends in Child Malnutrition. 2025 edition*. New York: UNICEF; 2025.
12. Instituto Nacional de Estadística y Censos. *Encuesta Nacional sobre Desnutrición Infantil (ENDI) 2022–2023*. Quito: INEC; 2023.
13. Shekar M, Kakietek J, Dayton Eberwein J, Walters D. *An Investment Framework for Nutrition: Reaching the Global Targets for Stunting, Anemia, Breastfeeding, and Wasting*. Washington DC: World Bank; 2017.
14. Global Nutrition Report. *2024 Global Nutrition Report: Actions on equitable nutrition for human and planetary health*. Bristol: Development Initiatives; 2024.

Manejo integral de una úlcera por presión sacra estadio IV infectada mediante desbridamiento quirúrgico y terapia de presión negativa: reporte de un caso

Comprehensive Management of an Infected Stage IV Sacral Pressure Injury Using Surgical Debridement and Negative Pressure Wound Therapy: A Case Report

Recepción: 17 de julio de 2026 | **Aprobación:** 22 de julio de 2026 | **Publicación:** 20 de agosto de 2026

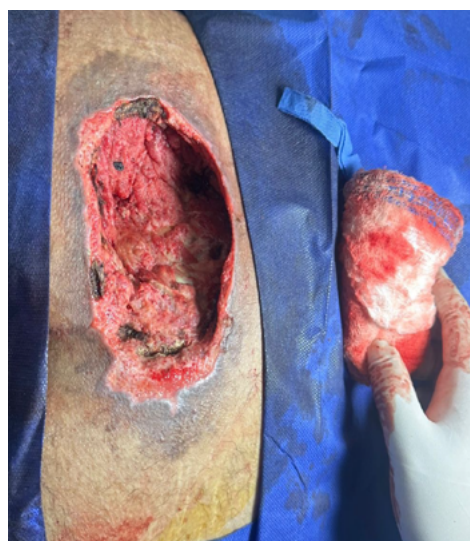
Marco Ruben Orellana Barros



marcoreba2009@hotmail.com

Clínica San Juan Bautista de el Valle

DOI: <https://doi.org/10.26871/ceus.v8i1.316>





Úlcera por presión sacra estadio IV

Paciente masculino de 21 años de edad con antecedente de accidente de motocicleta que ocasionó fractura cervical con lesión medular y cuadriplejía, quien durante el período de hospitalización desarrolló neumonía intrahospitalaria y posteriormente presentó una úlcera por presión sacra estadio IV de aproximadamente 15cm de diámetro. La lesión evolucionó con necrosis tisular, exudado y signos clínicos compatibles con infección profunda, por lo que requirió hospitalización y valoración por cirugía general.

La evaluación clínica y los estudios complementarios evidenciaron leucocitosis con neutrofilia, elevación de los reactantes de fase aguda y compromiso de tejidos blandos, sin evidencia clínica inicial de osteomielitis. Se instauró tratamiento con antibioticoterapia intravenosa de amplio espectro, control metabólico e hidroelectrolítico, cambios posturales, soporte nutricional, desbridamientos quirúrgicos seriados con lavado exhaustivo y obtención de muestras para cultivo microbiológico. Posteriormente, se implementó la terapia de presión negativa (VAC), lo que favoreció la disminución del exudado, el control de la carga bacteriana y la estimulación del tejido de granulación.

La secuencia fotográfica documenta la evolución de la herida desde el desbridamiento quirúrgico hasta la instauración del sistema

VAC, observándose una adecuada granulación, una reducción progresiva del tejido desvitalizado y la ausencia de complicaciones locales durante la hospitalización. El paciente presentó una evolución clínica favorable, con resolución del proceso infeccioso, mejoría de los parámetros inflamatorios y alta hospitalaria para seguimiento ambulatorio. Este caso resalta la importancia del abordaje multidisciplinario temprano, del desbridamiento quirúrgico oportuno y de la terapia de presión negativa como estrategias fundamentales para optimizar la cicatrización y disminuir la morbilidad asociada a las úlceras por presión complejas en pacientes con lesión medular.

Intervenciones de enfermería en la prevención de peritonitis en adultos jóvenes en diálisis peritoneal

Nursing interventions in the prevention of peritonitis in young adults undergoing peritoneal dialysis

Recepción: 20 de mayo de 2026 | Aprobación: 7 de julio de 2026 | Publicación: 20 de agosto de 2026

Guamán Quezada Andrés Eugenio  
aegq3000@hotmail.com
Universidad Iberoamericana del Ecuador

Muñoz Mantilla Adriana Lucía 
luadrii28@gmail.com
Universidad Iberoamericana del Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.26871/ceus.v8i1.298>

Resumen

La peritonitis asociada a la diálisis peritoneal constituye una de las principales complicaciones infecciosas en pacientes con enfermedad renal crónica, afectando la continuidad del tratamiento y aumentando la morbimortalidad. El objetivo del presente estudio fue analizar las intervenciones de enfermería orientadas a la prevención de la peritonitis en adultos jóvenes sometidos a diálisis peritoneal. Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica, mediante la búsqueda en bases de datos como PubMed, Scopus, SciELO y Redalyc, considerando estudios publicados entre 2020 y 2025 en idioma español e inglés. Los resultados evidencian que los principales factores de riesgo incluyen la técnica inadecuada en la manipulación del catéter, deficiencias en la higiene, baja adherencia terapéutica y limitada educación en salud. Entre las intervenciones más efectivas se identifican la educación estructurada al paciente, la aplicación de técnicas asépticas, la estandarización de protocolos y el seguimiento continuo. Se concluye que el rol de enfermería es fundamental en la prevención de la peritonitis, mediante un enfoque integral que fortalezca el autocuidado, la adherencia terapéutica y la vigilancia clínica.

Palabras clave: Peritonitis; diálisis peritoneal; enfermería; prevención; adherencia terapéutica

Abstract

Peritonitis associated with peritoneal dialysis is one of the main infectious complications in patients with chronic kidney disease, affecting treatment continuity and increasing morbidity and mortality. The aim of this study was to analyze nursing interventions aimed at preventing peritonitis in young adults undergoing peritoneal dialysis. A narrative literature review was conducted using databases such as PubMed, Scopus, SciELO, and Redalyc, considering studies published between 2020 and 2025 in Spanish and English. The results show that the main risk factors include inadequate catheter handling techniques, poor hygiene, low therapeutic adherence, and limited health education. The most effective interventions identified include structured patient education, aseptic techniques, standardized protocols, and continuous follow-up. It is concluded that nursing plays a fundamental role in preventing peritonitis through a comprehensive approach that strengthens self-care, adherence, and clinical monitoring.

Keywords: Peritonitis; peritoneal dialysis; nursing; prevention; treatment adherence

1. Introducción

Los pacientes que presentan daño renal estructural o funcional durante un período mayor a tres meses son diagnosticados con enfermedad renal crónica en estadio terminal, cuyo tratamiento principal es la terapia de reemplazo renal mediante diálisis, la cual permite prolongar la vida del paciente. Existen dos modalidades principales: hemodiálisis y diálisis peritoneal. Esta última está indicada especialmente en pacientes hemodinámicamente inestables, con accesos vasculares difíciles, en adultos jóvenes que optan por tratamiento domiciliario, en personas que residen en zonas alejadas de centros de hemodiálisis y en aquellos con insuficiencia cardíaca (1, 19).

El tratamiento de diálisis peritoneal consiste en la inserción de un catéter en la cavidad abdominal y la posterior infusión de soluciones dializantes con diferentes concentraciones de glucosa. Las concentraciones bajas se utilizan en pacientes con equilibrio hídrico estable, las medias en casos de retención leve a moderada de líquidos y las altas en pacientes con sobrecarga hídrica severa. La glucosa actúa como un agente osmótico que facilita el transporte de agua desde el torrente sanguíneo hacia el dializado (2, 20).

A pesar de ello, la peritonitis relacionada con la diálisis peritoneal sigue siendo la complicación infecciosa más seria de este tratamiento. Su importancia clínica se debe a su relación con la pérdida de la técnica de diálisis, así como al aumento de hospitalizaciones y gastos en los sistemas de salud. En este marco, los estándares internacionales establecen como meta una tasa de peritonitis de $\leq 0,40$ episodios por paciente al año, subrayando la educación, la formación y la reevaluación constante del paciente y sus cuidadores como elementos esenciales en su prevención (3, 21).

En estudios recientes llevados a cabo en España, se estima que la enfermedad renal crónica afecta a alrededor del 10% al 15% de la población, y se prevé que aumente de forma gradual en los próximos años. Más de 68.000 pacientes se encuentran en tratamiento renal sustitutivo, con aproximadamente 7.300 nuevos casos anuales. A nivel global, se estima que por cada millón de habitantes existen más de 2.400 pacientes en tratamiento de reemplazo renal, lo que evidencia la magnitud del problema de salud pública (4, 22).

En Latinoamérica, la terapia de reemplazo renal predominante es la hemodiálisis. Se

estima que cerca de medio millón de personas reciben este tipo de tratamiento, mientras que solo alrededor del 9% accede a diálisis peritoneal, lo que evidencia una importante brecha en el acceso a esta modalidad terapéutica (5, 23). Además, el trasplante renal no ocupa el primer lugar en muchos países debido a limitaciones en políticas de donación de órganos, a diferencia de países como España, donde esta opción terapéutica tiene mayor prevalencia (6, 24).

En Ecuador, durante el año 2022 se registraron aproximadamente 21.394 pacientes con enfermedad renal crónica, con un incremento significativo en la demanda de terapia de reemplazo renal. En el mismo período se reportaron más de 3.000 nuevos pacientes en diálisis, superando las tasas recomendadas por la Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión (SLANH), lo que evidencia un problema creciente de salud pública (6, 25).

A nivel global, se ha identificado que los pacientes jóvenes con bajos niveles de educación presentan una comprensión limitada de los regímenes terapéuticos, lo que impacta negativamente en la adherencia al tratamiento. La alfabetización en salud se convierte en un elemento clave para mejorar la comprensión de las indicaciones médicas, facilitar la toma de decisiones y reducir complicaciones. Estudios recientes han demostrado que la falta de educación continua en pacientes sometidos a tratamiento domiciliario favorece conductas inadecuadas y aumenta el riesgo de complicaciones (7, 26).

Por otra parte, la diálisis peritoneal ofrece múltiples beneficios en comparación con la hemodiálisis, incluyendo una mejor preservación de la función renal residual, mayor estabilidad hemodinámica y menor riesgo de infecciones virales transmitidas por sangre, como hepatitis, así como menor exposición a infecciones respiratorias como SARS-CoV-2 (8, 27).

Dentro del grupo de pacientes en diálisis peritoneal, los adultos jóvenes representan un grupo de interés con una vulnerabilidad particular condicionada por factores psicosociales, laborales y conductuales propios de su etapa de vida. A diferencia de otros grupos etarios, las demandas del entorno social, la inserción laboral activa y la búsqueda de independencia funcional suelen interferir de manera significativa en las exigencias del tratamiento domiciliario, lo que puede generar una menor priorización del autocuidado y una percepción distorsionada de la gravedad de la enfermedad. Esta transición biológica y social incrementa significativamente el riesgo de cometer errores o descuidos en la técnica de intercambio de soluciones y en el mantenimiento de la asepsia, elevando su susceptibilidad al desarrollo de complicaciones infecciosas. En consecuencia, la vulnerabilidad en este grupo no radica únicamente en aspectos clínicos, sino en la compleja adaptación de su ritmo de vida activo a las limitaciones de una patología crónica, haciendo indispensable que las intervenciones de enfermería aborden este contexto personal para asegurar una adherencia terapéutica efectiva (31).

En este contexto, la prevención de la peritonitis no solo mejora los desenlaces clínicos, sino que también contribuye a la sostenibilidad de los sistemas de salud, especialmente en jóvenes, quienes se encuentran en una etapa productiva y socialmente activa. Por ello, surge la interrogante: ¿Cuáles son las intervenciones de enfermería en la prevención de peritonitis en adultos jóvenes sometidos a diálisis peritoneal? Dado este panorama, el papel del profesional de enfermería se vuelve indispensable, ya que el proceso educativo, la normalización de procedimientos, la identificación temprana de signos de infección y el seguimiento constante son esenciales para disminuir la frecuencia de peritonitis. En esta línea, el objetivo del presente estudio es examinar las acciones de enfermería enfocadas

en la prevención de peritonitis en adultos jóvenes que están en diálisis peritoneal, aportando evidencia significativa para su uso en entornos clínicos en Ecuador y Latinoamérica.

2. Metodología

Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica con el objetivo de analizar las intervenciones de enfermería en la prevención de la peritonitis en adultos jóvenes sometidos a diálisis peritoneal. Para asegurar la precisión, la organización metodológica se dividió en los siguientes apartados:

2.1. Estrategia de búsqueda y bases de datos

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en bases de datos reconocidas internacionalmente, incluyendo PubMed, Scopus, SciELO y Redalyc. Adicionalmente, se consultaron manuales técnicos y directrices oficiales de organismos internacionales y nacionales de salud pública como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP) (16, 17).

Se utilizaron descriptores en español e inglés como "peritonitis", "diálisis peritoneal", "enfermería", "prevención" y "adherencia terapéutica", combinados mediante operadores booleanos AND y OR con el fin de optimizar el alcance de la búsqueda (5, 22).

2.2. Criterios de inclusión y exclusión

Para la delimitación de la muestra, se aplicaron los siguientes filtros conceptuales y cronológicos:

Criterios de inclusión: artículos originales y de revisión publicados en un horizonte temporal comprendido entre 2020 y 2025, redactados en idioma español e inglés, que contarán con acceso a texto completo y demostrarán una relevancia e impacto directo con la práctica de enfermería (11, 15).

Criterios de exclusión: se excluyeron sistemáticamente estudios duplicados entre bases de datos, investigaciones metodológicas centradas exclusivamente en población pediátrica o geriátrica, y aquellos manuscritos cuya temática careciera de relación directa con el objetivo central del estudio (5, 24).

2.3. Procedimiento de selección de estudios y número de artículos identificados

El proceso de cribado se ejecutó de forma secuencial y sistemática:

Fase de identificación inicial: a través de las ecuaciones de búsqueda en las diferentes bases de datos, se recolectó un universo preliminar de documentos potenciales.

Fase de depuración: se eliminaron los registros duplicados y se procedió a la lectura selectiva de títulos y resúmenes para descartar literatura no pertinente.

Fase de elegibilidad: se realizó la lectura crítica y a texto completo de los artículos pre-seleccionados. Tras constatar el cumplimiento de los criterios de inclusión, se seleccionó un total de 35 artículos científicos para conformar el cuerpo formal de las referencias de este estudio.

El análisis de la información se realizó mediante técnicas de lectura crítica y síntesis temática. Los hallazgos y evidencias clave extraídos de la literatura seleccionada se procesaron de forma cualitativa, organizando el desarrollo del contenido final en tres categorías analíticas: factores de riesgo, intervenciones de enfermería e impacto clínico en el paciente.

3. Resultados

La peritonitis asociada a la diálisis peritoneal sigue siendo una de las complicaciones infecciosas más comunes y significativas en este tipo de tratamiento. Su aparición afecta directamente la continuidad del tratamiento, aumenta el riesgo de hospitalización y puede llevar al retiro definitivo del catéter peritoneal.

3.1. Factores de riesgo y complicaciones comunes

- **Errores en el procedimiento domiciliario:** la revisión de la literatura científica indica que muchos episodios infecciosos se vinculan con errores durante el procedimiento en casa, sobre todo en la manipulación del sistema y el incumplimiento de prácticas de asepsia (1, 2, 28).
- **Técnica de intercambio e higiene:** entre los factores de riesgo más comunes está la técnica inapropiada en el cambio de soluciones de diálisis. La falta de higiene de las manos, el uso inadecuado de mascarillas y la contaminación del catéter facilitan la entrada de gérmenes en la cavidad peritoneal. Asimismo, se ha encontrado que los pacientes con bajo nivel de educación en salud tienen más dificultades para entender las instrucciones de tratamiento y llevar a cabo correctamente el procedimiento en el hogar (5, 8, 29).
- **Estado clínico y comorbilidades:** otro elemento clave es el estado de salud del paciente. Varios estudios indican que la diabetes mellitus aumenta notablemente el riesgo de peritonitis debido a los cambios inmunológicos y metabólicos que conlleva la enfermedad. También, afecciones como la anemia y un estado inflamatorio persistente se han relacionado con una mayor probabilidad en la adquisición a infecciones, aumentando la probabilidad de desarrollar complicaciones peritoneales (9, 10, 30).
- **Entorno familiar y social:** además de los aspectos clínicos, hay factores relacionados con el ambiente familiar y social que impactan el desarrollo de peritonitis. Algunos pacientes realizan el procedimiento en lugares inadecuados con higiene deficiente o sin la debida asistencia de familiares y cuidadores; estas

circunstancias pueden provocar errores en la técnica de diálisis y reducir la adherencia al tratamiento. En adultos jóvenes, el trabajo y la vida social también pueden obstaculizar el adecuado cumplimiento de las prácticas de autocuidado (11, 31).

3.2. Intervenciones clave del profesional de enfermería

- **Educación estructurada y continua:** frente a estos retos, las intervenciones de enfermería son clave para prevenir infecciones. La educación estructurada es una de las iniciativas más relevantes en los programas de diálisis peritoneal, ya que ayuda a aumentar el entendimiento del paciente sobre el procedimiento, mejora la adherencia al tratamiento y reduce errores en el cuidado dentro del hogar. La evidencia científica muestra que los pacientes que reciben formación continua tienen menor frecuencia de peritonitis y obtienen mejores resultados clínicos (7, 12, 32). El proceso educativo debería ir más allá del entrenamiento inicial, es esencial la reevaluación periódica de la técnica para detectar fallos y reforzar conocimientos sobre el manejo del catéter, las medidas de bioseguridad y el reconocimiento temprano de signos y síntomas de infección. Varios autores enfatizan que el acompañamiento constante por parte del personal de enfermería aumenta la seguridad del paciente y promueve el autocuidado en el hogar (13, 33).
- **Aplicación rigurosa de la asepsia:** dentro de las acciones para prevenir, es crucial aplicar rigurosamente técnicas asépticas al intercambiar soluciones de diálisis. El correcto lavado de manos, el uso apropiado de guantes y mascarillas, y la desinfección adecuada del área de trabajo son medidas fundamentales para disminuir el riesgo de contaminación del sistema peritoneal. El aprendizaje de

protocolos estandarizados ha demostrado reducir la variabilidad en la práctica clínica y elevar la calidad de la atención (14, 15, 34).

- **Seguimiento clínico y signos de alerta:** una función clave del enfermero es el seguimiento clínico y la vigilancia constante del paciente. Las visitas a domicilio, la supervisión de las técnicas y la evaluación de signos tempranos de infección permiten identificar posibles complicaciones de manera oportuna. Los signos de alarma más frecuentes incluyen la turbidez del líquido de diálisis, dolor abdominal y fiebre. Reconocer estos síntomas de forma temprana favorece una intervención rápida y disminuye el avance hacia infecciones graves, lo que implicaría el retiro del catéter y la suspensión del tratamiento (3, 16, 35).
- **Apoyo psicosocial y adherencia al tratamiento:** el apoyo emocional y social es un aspecto destacado en el cuidado integral. Muchos pacientes sienten ansiedad, estrés y experimentan cambios significativos en su vida debido a su dependencia de la diálisis. La asistencia ofrecida por el personal de enfermería ayuda a fortalecer la motivación, mejorar la adherencia al tratamiento y facilitar la adaptación del enfermo a la enfermedad crónica (17).
- **Necesidades en el contexto latinoamericano:** es necesario potenciar el proceso educativo por parte de enfermería en los programas de diálisis peritoneal para reducir las complicaciones infecciosas y mejorar la atención. No obstante, hay poca evidencia regional sobre el impacto específico de estas acciones, lo que resalta la necesidad de llevar a cabo nuevas investigaciones que se enfoquen en el contexto local y en las características particulares de la población atendida (6, 18).

4. Conclusiones

El análisis desarrollado en la presente revisión bibliográfica permitió establecer que las intervenciones de enfermería desempeñan un papel fundamental en la prevención de la peritonitis en adultos jóvenes sometidos a diálisis peritoneal, constituyéndose como un eje central en la calidad del cuidado y la seguridad del paciente. A partir de la evidencia revisada, se confirma que la educación estructurada, la supervisión continua y la aplicación rigurosa de protocolos de bioseguridad son estrategias determinantes para disminuir la incidencia de infecciones peritoneales. En este sentido el rol de enfermería no se limita a la ejecución de procedimientos técnicos, sino que abarca funciones educativas, preventivas y de acompañamiento, orientadas a fortalecer el autocuidado y la adherencia terapéutica, así de esta manera, se evidencia que una intervención enfermera oportuna y sistemática impacta de forma directa en la reducción de complicaciones y en la mejora de los resultados clínicos.

Asimismo, se concluye que en la población de adultos jóvenes existen particularidades que influyen en la efectividad de las intervenciones de enfermería, tales como factores psicosociales, laborales y conductuales que pueden afectar la adherencia al tratamiento. En este grupo etario, la percepción de la enfermedad, la independencia funcional y las demandas del entorno social pueden generar una menor priorización del autocuidado, incrementando el riesgo de errores en la técnica de diálisis, en este contexto, las intervenciones de enfermería deben ser individualizadas, considerando las características específicas de cada paciente, con el fin de lograr una mayor efectividad en la prevención de la peritonitis. Por lo tanto, un enfoque integral hacia el paciente se establece como un aspecto fundamental en la práctica de enfermería.

Finalmente, se encontró que la aplicación de estrategias educativas continuas junto

con un seguimiento clínico regular facilitan la identificación temprana de posibles problemas en la técnica de diálisis peritoneal, permitiendo su corrección a tiempo y previniendo el desarrollo de complicaciones infecciosas. Los datos examinados sugieren que aquellos pacientes que cuentan con asistencia constante del equipo de enfermería muestran niveles de adherencia al tratamiento más altos y presentan una incidencia inferior de peritonitis. Por lo tanto, se subraya que potenciar el papel de la enfermería en los programas de diálisis peritoneal es una medida fundamental para elevar la calidad de la atención y la vida de los pacientes.

5. Recomendaciones

Conforme a los hallazgos alcanzados y alineado con el objetivo principal del estudio, se recomienda fortalecer el rol del equipo de enfermería en los programas educativos de diálisis peritoneal. Es indispensable el involucramiento activo en la creación y ejecución de tácticas destinadas a prevenir la peritonitis.

Las acciones de enfermería deben contemplar planes educativos que sean organizados, continuos y adaptados, centrados en ampliar el entendimiento del paciente sobre su tratamiento y garantizar que realice adecuadamente la técnica de diálisis en su hogar, considerando que la gran mayoría de los pacientes no tienen un conocimiento amplio sobre salud. Además, se sugiere integrar enfoques educativos novedosos que faciliten el aprendizaje y la adherencia, especialmente en jóvenes adultos.

Asimismo, se propone establecer sistemas de monitoreo constante bajo la supervisión de enfermería, que abarque evaluaciones periódicas de la técnica de diálisis, observación de signos de infección y un contacto constante con el paciente. Este tipo de asistencia permitirá detectar a tiempo posibles fallas en el procedimiento

y llevar a cabo intervenciones adecuadas para prevenir problemas.

También, se considera fundamental incluir apoyo psicológico y social dentro del cuidado de enfermería, para abordar factores que puedan incidir en la adherencia al tratamiento, sobre todo en jóvenes adultos, ya que por su ritmo de vida afecta de manera directa a su contexto personal y social.

Por otro lado, se sugiere unificar protocolos de enfermería fundamentados en evidencia científica para el manejo de la diálisis peritoneal, garantizando la aplicación consistente de medidas de bioseguridad y disminuyendo la variabilidad en la práctica clínica. Dichos protocolos deben revisarse periódicamente y comunicarse a todo el personal de salud para asegurar su correcta aplicación en todos los pacientes.

Finalmente, se aconseja fomentar el desarrollo de estudios en el entorno ecuatoriano y latinoamericano que permitan valorar el efecto de las intervenciones de enfermería en la prevención de la peritonitis, buscando generar evidencia local que apoye la toma de decisiones y contribuya a la mejora de la calidad del cuidado.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

7. Financiamiento

El estudio no contó con financiamiento externo.

8. Consideraciones éticas

Se respetaron los principios éticos de la investigación científica, garantizando el uso adecuado de la información y la correcta citación de las fuentes.

9. Referencias Bibliográficas

- Li PK, Chow KM, Cho Y, Fan S, Figueiredo AE, Harris T et al. ISPD peritonitis guideline recommendations: 2022 update. *Perit Dial Int.* 2022;42(2):110-153. <https://doi.org/10.1177/08968608221080586>
- Szeto CC, Li PK. Peritoneal dialysis-associated peritonitis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2019;14(7):1100-1105. <https://doi.org/10.2215/CJN.01020119>
- Piraino B, Bernardini J. Peritonitis prevention in peritoneal dialysis. *Kidney Int.* 2020;98(2):297-305. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.03.021>
- Brown EA, Blake PG, Boudville N. International Society for Peritoneal Dialysis practice recommendations. *Perit Dial Int.* 2020;40(4):333-348. <https://doi.org/10.1177/0896860820937957>
- Nopsopon T, Pongpirul K. Effectiveness of interventions in preventing peritonitis. *BMC Nephrol.* 2022;23:150. <https://doi.org/10.1186/s12882-022-02752-3>
- Jose M, Johnson D, Mudge D, Tranaeus A, Voss D, Walker R, et al. Peritoneal dialysis practice in Australia and New Zealand: a call to action. *Nephrology (Carlton).* 2011 Jan;16(1):19-29. doi: 10.1111/j.1440-1797.2010.01390.x
- Figueiredo AE, Bernardini J, Bowes E. ISPD guideline for training patients. *Perit Dial Int.* 2020;40(3):244-253. <https://doi.org/10.1177/0896860819895363>
- García-García G. Epidemiology of peritoneal dialysis in Latin America. *Nefrologia.* 2021;41(3):250-258. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2020.10.004>
- Cusumano AM. Hemoglobin levels and infection risk. *Clin Nephrol.* 2020;93(4):180-187. <https://doi.org/10.5414/CN109942>
- Torres C. Anemia and infections in dialysis. *Rev Med Chil.* 2021;149(5):670-678. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872021000500670>
- Fernández-Labadía R. Adherence in peritoneal dialysis. *Enferm Nefrol.* 2024;27(1):15-22. <https://doi.org/10.37551/S2254-28842024002>
- Villanueva Morán A. Autocuidado en diálisis peritoneal. *Rev Enferm.* 2023;46(2):90-96. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Guachi Guanín J, Morocho Titumaita M. Educación en pacientes con DP. *Rev Salud.* 2022. <https://repositorio.uta.edu.ec/>
- Franco V, Cho Y, Htay H, Figueiredo AE, Pascoe EM, Tse KC, et al. Global variation in clinical management of peritoneal dialysis-associated peritonitis. *Kidney Int Rep.* 2025;10(2):415-424. Disponible en: [https://www.kireports.org/article/S2468-0249\(24\)02033-3/fulltext](https://www.kireports.org/article/S2468-0249(24)02033-3/fulltext)
- Moral M. Protocolos de enfermería en nefrología. *Enferm Clin.* 2024. <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2023.10.005>
- World Health Organization. Infection prevention guidelines. 2021. <https://www.who.int/publications>
- Organización Panamericana de la Salud. Enfermedad renal crónica. 2021. <https://www.paho.org>
- Guiney H, Walker R, Broadbent J, Caspi A, Goodin E, Kokaua J, et al. Kidney-Function Trajectories From Young Adulthood to Midlife: Identifying Risk Strata and Opportunities for Intervention. **Kidney Int Rep.** 2022 Oct; 8 (1): 51-63. doi: 10.1016/j.ekir.2022.10.005
- Blake PG, Jain AK. Home dialysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2020;15(7):1004-1012. <https://doi.org/10.2215/CJN.15211219>
- See EJ, Johnson DW. Peritonitis outcomes. *Kidney Int Rep.* 2021;6(6):1404-1412. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2021.03.883>
- Kitterer D, et al. Risk factors for peritonitis. *Nephrol Dial Transplant.* 2021;36(5):880-887. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfaa256>

22. Ye H. Peritoneal dialysis infection prevention. *Front Med.* 2022;9:842345. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.842345>
23. Abdelmounir EB, Haddiya I. Quality improvement in hemodialysis: a systematic review. *Tunis Med.* 2025 May 5; 103 (5): 531-537. doi: 10.62438/tunismed.v103i5.5567
24. Wang Q. Risk factors systematic review. *Int Urol Nephrol.* 2021. <https://doi.org/10.1007/s11255-021-02817-5>
25. Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP). *Actualización, caracterización y análisis de supervivencia de los pacientes en Terapia Sustitutiva Renal en el Ecuador, según el Registro Nacional de Diálisis y Trasplante (REDT)*. Dirección Nacional de Calidad de los Servicios de Salud (DNCE). Corte a Noviembre de 2022. Quito, Ecuador.
26. Chow KM. Diabetes and PD infection. *Kidney Int.* 2021. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2021.02.023>
27. Szeto CC. Exit-site infections. *Perit Dial Int.* 2021. <https://doi.org/10.1177/0896860821997987>
28. Bernardini J, Piraino B. Patient training importance. *Perit Dial Int.* 2020. <https://doi.org/10.1177/0896860819895363>
29. Lo WK. PD infection control. *Kidney Int Supp.* 2020. <https://doi.org/10.1016/j.kisu.2020.02.001>
30. Li PK. Global PD outcomes. *Lancet.* 2021. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00325-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00325-5)
31. Pecoits-Filho R. Latin America dialysis. *Clin Kidney J.* 2021. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfab017>
32. Bello AK. Global kidney health. *Lancet.* 2022. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00217-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00217-4)
33. Kalantar-Zadeh K. CKD global burden. *Nat Rev Nephrol.* 2021. <https://doi.org/10.1038/s41581-021-00418-0>
34. Jager KJ. Dialysis epidemiology. *Nat Rev Nephrol.* 2020. <https://doi.org/10.1038/s41581-020-0269-5>
35. Klinger AS. Quality improvement dialysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2020. <https://doi.org/10.2215/CJN.12341019>

Resistencia antimicrobiana en enterobacterias por aguas residuales en Latinoamérica: una revisión sistemática

Antimicrobial resistance in enterobacteria from wastewater in Latin America: a systematic review

Recepción: 12 de mayo de 2026 | Aprobación: 1 de julio de 2026 | Publicación: 20 de agosto de 2026

Paulina Antonella Ochoa Robles 
antoor2721@gmail.com
Estudiante de Medicina, Universidad del Azuay, Ecuador

María Antonia Corral Bermeo 
antoniacorralb8827@gmail.com
Estudiante de Medicina, Universidad del Azuay, Ecuador

Carlota Valentina Torres Macías  
tcarlota2006@gmail.com
Estudiante de Medicina, Universidad del Azuay, Ecuador

Mariana Isabel Freire Cárdenas 
marianafreirec@gmail.com
Estudiante de Medicina, Universidad del Azuay, Ecuador

Christopher Mateo Minchala Castro 
mateominch@gmail.com
Estudiante de Medicina, Universidad del Azuay, Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.26871/ceus.v8i1.297>

Resumen

Objetivo: Analizar la asociación entre la descarga de aguas residuales y la presencia de resistencia antimicrobiana en enterobacterias en cuerpos de agua superficiales de América Latina. **Métodos:** Se realizó una revisión sistemática de estudios observacionales y microbiológicos (2020–2026) en PubMed, Scopus, Web of Science y LILACS; se incluyeron estudios en América Latina que evaluaran resistencia antimicrobiana en enterobacterias asociadas a aguas residuales. **Resultados:** La síntesis narrativa identificó a *E. coli* como microorganismo destacado en todos los diferentes cuerpos de agua, con perfiles MDR del 91–100 %. Los genes blaCTX-M, blaKPC, blaNDM y mcr-1 fueron encontrados en efluentes hospitalarios, PTAR y aguas de riego agrícola,

confirmando rutas de diseminación hacia la cadena alimentaria. Los métodos de tratamiento convencional demostraron ser insuficientes para eliminar ARGs de mayor importancia clínica crítica.

Conclusiones: Las aguas residuales de América Latina representan una vía activa de transmisión para la resistencia antimicrobiana, con ARGs críticos presentes incluso en medios de consumo humano. Se necesita incorporar vigilancia ambiental de ARGs en los sistemas epidemiológicos nacionales, actualizar marcos regulatorios e invertir en saneamiento avanzado bajo el enfoque One Health.

Registro del artículo: Revisión sistemática disponible en la base de datos de PROSPERO (CRD420261360509). Disponible en: <https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/view/CRD420261360509>

Palabras clave: Aguas residuales; beta-Lactamasas enterobacteriaceae; resistencia a los antimicrobianos; revisión sistemática.

Abstract

Objective: To analyze the association between wastewater discharge and the presence of antimicrobial resistance in enterobacteria in surface water bodies in Latin America.

Methods: A systematic review of observational and microbiological studies was conducted using PubMed, Scopus, Web of Science, and LILACS. Studies conducted in Latin America that evaluated antimicrobial resistance in enterobacteria associated with wastewater discharge were included (2020-2026).

Results: The narrative synthesis identified *E. coli* as a prominent microorganism across all water bodies studied, exhibiting multidrug-resistant (MDR) profiles ranging from 91% to 100%. The blaCTX-M, blaKPC, blaNDM, and mcr-1 genes were detected in hospital effluents, wastewater treatment plants (WWTPs), and agricultural irrigation waters, confirming dissemination pathways into the food chain. Conventional treatment methods were found to be insufficient for the removal of antimicrobial resistance genes (ARGs) of critical clinical importance.

Conclusions: Wastewater in Latin America represents an active transmission pathway for antimicrobial resistance, with critical antimicrobial resistance genes (ARGs) detected even in environments associated with human consumption. There is an urgent need to integrate environmental surveillance of ARGs into national epidemiological monitoring systems, update regulatory frameworks, and invest in advanced sanitation technologies under the One Health approach.

Registration: This systematic review was registered in the PROSPERO database (CRD420261360509). Available at: <https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/view/CRD420261360509>

Keywords: Antimicrobial resistance; beta-lactamases; Enterobacteriaceae; systematic review; wastewater.

Introducción

La resistencia antimicrobiana constituye una crisis ecológica y sanitaria de alcance global, reconocida por la Organización Mundial de la Salud como una de las principales amenazas para la salud pública del siglo XXI. Más allá del ámbito clínico, este fenómeno ha adquirido un alcance ambiental crítico, donde los sistemas hídricos actúan como reservorios y vías de dispersión de bacterias resistentes y genes de resistencia antimicrobiana. En este ámbito, la interacción entre actividad humana, uso indiscriminado de antibióticos y deficiencias en el tratamiento de aguas residuales establece un escenario beneficioso para el incremento del problema.

Los efluentes hospitalarios, urbanos e industriales representan canales clave en la diseminación de bacterias multirresistentes hacia ríos, lagos y océanos. Esto se debe mayormente a que las plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales no están diseñadas para eliminar por completo microorganismos resistentes ni material genético como los genes de resistencia antimicrobiana. La evidencia científica demuestra que estas infraestructuras pueden actuar como verdaderos “reactores biológicos”, facilitando la selección y concentración de patógenos críticos como *Escherichia coli* productora de betalactamasas de espectro expandido, asociados a infecciones de difícil tratamiento.

El impacto de este fenómeno supera lo microbiológico para convertirse en un problema sistémico con implicaciones ecológicas, clínicas y sociales. Los cuerpos de agua contaminados funcionan como reservorios del llamado resistoma ambiental, desde donde los genes de resistencia pueden volver a incorporarse en poblaciones humanas y animales a través del consumo de agua, la irrigación de cultivos, la pesca o el contacto recreativo. La detección de genes de resistencia a antibióticos de último recurso, como los

carbapenémicos, en sedimentos y aguas superficiales de diferentes regiones del mundo demuestra que la resistencia antimicrobiana ha dejado de ser un problema limitado al entorno hospitalario.

Desde una visión integral, este entorno requiere ser abordado bajo el enfoque de One Health, que reconoce la interdependencia entre la salud humana, animal y ambiental. Por esta razón, se vuelve indispensable fortalecer la vigilancia epidemiológica ambiental, modernizar los sistemas de tratamiento de aguas mediante tecnologías avanzadas y establecer regulaciones más estrictas sobre la liberación de contaminantes farmacológicos en los ecosistemas.

En este contexto, la realización de una revisión sistemática es clave para sintetizar la evidencia disponible sobre la resistencia antimicrobiana en enterobacterias asociada a la exposición a aguas residuales en América Latina, haciendo posible comprender la dimensión del problema y orientar medidas de minimización con impacto en la salud pública, el medio ambiente y la sostenibilidad económica.

Pregunta a desarrollar:

PICO:

P (Población): cuerpos de agua superficiales en América Latina (ríos, lagos, aguas receptoras)

I (Intervención/exposición): descarga de aguas residuales urbanas u hospitalarias

C (Comparación): cuerpos de agua sin influencia directa de descargas de aguas residuales

O (Outcome): prevalencia de enterobacterias productoras de ESBL y/o portadoras de genes de resistencia antimicrobiana

Pregunta PICO:

En cuerpos de agua superficiales en América Latina, ¿la descarga de aguas residuales

urbanas u hospitalarias, en comparación con cuerpos de agua sin influencia de estas descargas, se asocia con una mayor prevalencia de enterobacterias productoras de beta-lactamasas de espectro extendido (ESBL) y/o portadoras de genes de resistencia antimicrobiana?

Metodología

Registro de la revisión sistemática

Esta revisión sistemática fue registrada en la base de datos PROSPERO bajo el número de registro CRD420261360509, disponible en: <https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/view/CRD420261360509>. El registro se realizó previo al inicio de la extracción y síntesis de datos.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda sistemática de la literatura científica basada en los componentes de la pregunta PICO, con el objetivo de identificar estudios relacionados con la resistencia antimicrobiana en enterobacterias asociada a la exposición a aguas residuales en América Latina.

La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos **PubMed**, **SciELO**, **LILACS** y **HINARI**, seleccionadas por su cobertura en ciencias de la salud y literatura regional. Para la construcción de la estrategia se emplearon descriptores controlados del **DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud)** y del **MeSH (Medical Subject Headings)**, complementados con términos libres, con el fin de maximizar la sensibilidad de la búsqueda. La búsqueda se limitó a artículos publicados entre 2020 y 2026, en idioma inglés, español y portugués, con el propósito de garantizar la accesibilidad y relevancia de la evidencia recopilada.

Los términos de búsqueda principales fueron los siguientes: ("Antimicrobial Resistance") AND ("Wastewater" OR

"Sewage") AND ("Enterobacteriaceae") AND ("Latin America" OR "South America")

La búsqueda se ajustó según el tesoro de cada base de datos consultada, utilizando tanto MeSH como el DeCS para establecer relaciones entre los conceptos clave de población, exposición y resultado.

Síntesis de resultados:

Debido a las diferencias entre los estudios incluidos en términos de diseño, tipo de matriz hídrica, técnicas microbiológicas y definición de resistencia, se realizó una síntesis descriptiva de los hallazgos. Estos se agruparon considerando el tipo de microorganismo identificado, patrones de resistencia, la fuente hídrica evaluada, mecanismos de diseminación y factores contextuales asociados.

Criterios de elegibilidad:

Criterios de inclusión

Se incluyeron estudios originales con datos primarios, de diseño observacional, tales como estudios transversales, de cohorte y de casos y controles, así como investigaciones microbiológicas realizadas en América Latina (2020–2026) que evaluaran resistencia antimicrobiana en enterobacterias aisladas de aguas residuales o cuerpos de agua influenciados por perfiles de susceptibilidad, detección fenotípica de resistencia o identificación de genes asociados, incluyendo ESBL y carbapenemasas. No se aplicaron restricciones de idioma.

Criterios de exclusión

Se excluyeron estudios sin datos primarios, revisiones, editoriales y cartas, así como investigaciones clínicas o en animales sin vínculo con el ambiente acuático, estudios fuera de América Latina, sin evaluación de resistencia antimicrobiana o sin acceso a texto completo.

También se eliminaron registros duplicados o con información insuficiente.

Selección de estudios

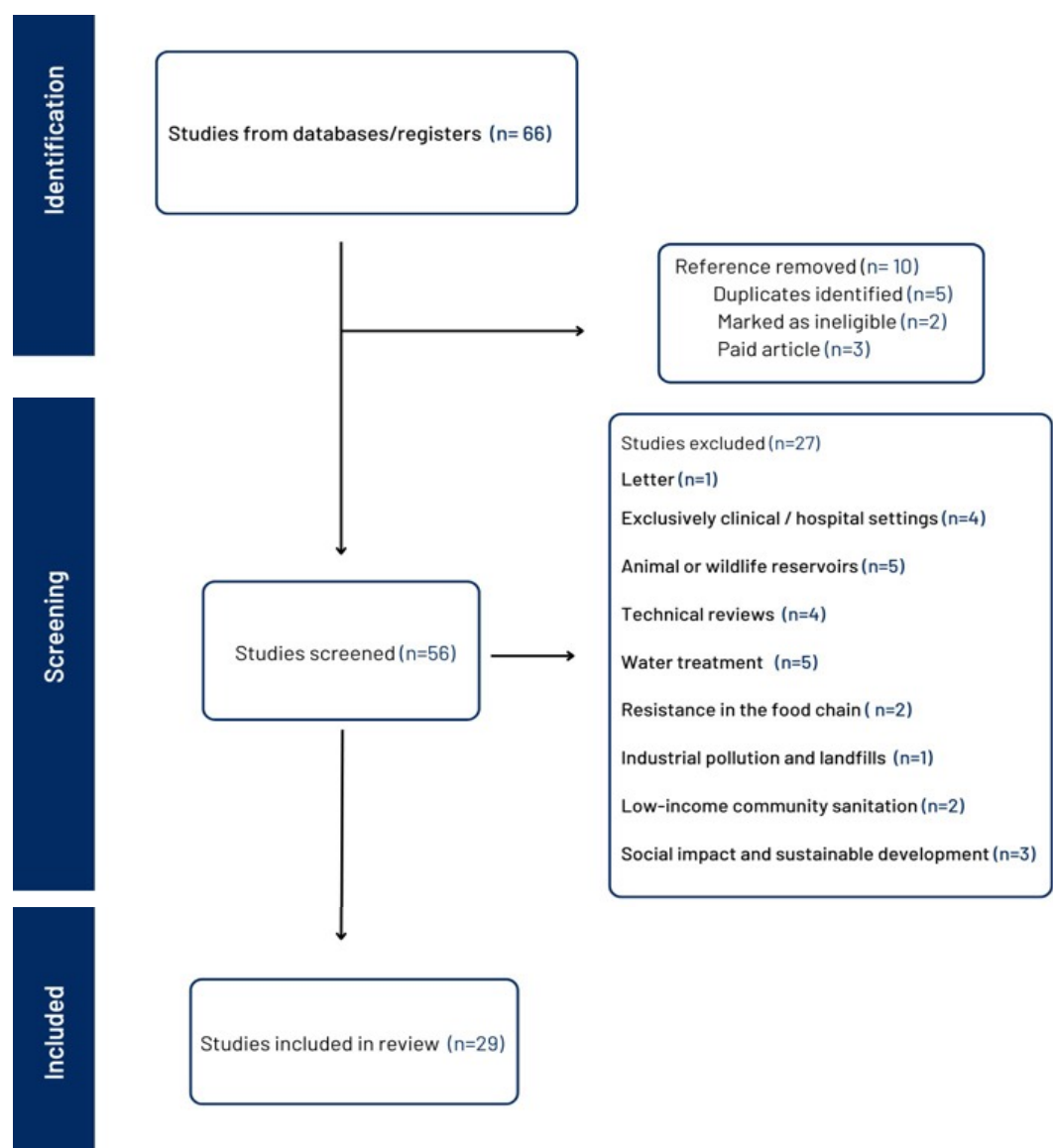
Los registros identificados a partir de las bases de datos fueron importados a la plataforma Rayyan para su gestión, organización y eliminación de duplicados. Posteriormente, dos revisores realizaron de manera independiente el cribado inicial mediante la evaluación de títulos y resúmenes, aplicando los criterios de elegibilidad previamente establecidos. Teniendo en consideración la finalidad de reducir el sesgo de selección, las decisiones se llevaron a cabo de manera independiente y ciega dentro de las plataformas. Existieron discrepancias entre los revisores, sin embargo, fue resuelto mediante discusión y consenso. Los estudios considerados potencialmente relevantes fueron recuperados en texto completo y evaluados detalladamente con la finalidad de determinar su inclusión. El proceso se llevó a cabo con las recomendaciones de la guía PRISMA, garantizando transparencia, reproducibilidad y rigor metodológico.

Evaluación de calidad metodológica

La calidad metodológica de los estudios incluidos fue evaluada mediante la Escala Newcastle-Ottawa (NOS), la cual evalúa los siguientes dominios: criterios relacionados con la representatividad y el tamaño de la muestra, la claridad en la medición de la exposición a aguas contaminadas, la precisión de identificación microbiológica de enterobacterias y la metodología empleada para la determinación de resistencia antimicrobiana, a nivel fenotípico y genotípico.

La evaluación fue realizada de manera independiente por los revisores, con la finalidad de asegurar la validez y la fiabilidad de los resultados. De la misma manera, se valoró la concordancia entre el diseño de estudio y la adaptación de los métodos de análisis. Con estos elementos, todos los estudios fueron clasificados según su riesgo de sesgo en: bajo (7-9 estrellas), moderado (4-6 estrellas) o alto (0-3 estrellas), permitiendo una interpretación profunda y crítica de la evidencia incluida.

Figura 1. Evaluación de la calidad de información



RESULTADOS

Tabla 1: Artículos incluidos

Titulo del documento	Autor(es)	País	Diseño del estudio	Fecha del estudio
Prevalence and Differential Plasmid Versus Chromosomal Distribution of Ribosome-Targeting Antibiotic Resistance Genes in <i>Escherichia coli</i> Isolates from River and Untreated Wastewater Environments	Medina-Sánchez, J.R. ; Salvatierra, M.	Panamá	Estudio observacional transversal analítico con análisis microbiológico y genómico	2026

Ampicillin- and Multidrug-Resistant <i>Escherichia coli</i> and <i>Enterococcus</i> spp. in Costa Rican Wastewater and Surface Water	Brodrick, E.A. ; González-Fernández, A.	Costa Rica	Estudio observacional, transversal y analítico-descriptivo	2025
Environmental health of water bodies from a Brazilian Amazon Metropolis based on a conventional and metagenomic approach	Siqueira, J.A.M. ; Teixeira, D.M.	Brazil	Estudio observacional, transversal, descriptivo-analítico con enfoque metagenómico ambiental	2024
Multidrug-resistant Enterobacteriaceae that produce antimicrobial resistance genes isolated from hospital effluents in Peru	Estheysi, E.-G. ; Wong, O.I.	Peru	Estudio observacional, transversal, descriptivo-analítico con enfoque microbiológico y molecular	2025
Urban wastewater overflows as hotspots for dissemination of bacteria producing extended-spectrum β -lactamases and carbapenemases in the Suquia River, Argentina.	Ruiz SE ; Morandini FN	Argentina	Estudio observacional experimental de campo con análisis microbiológico y molecular	2025
Hospital Wastewater as a Reservoir of Contaminants of Emerging Concern: A Study Report from South America, Chile	Aguilar-Rangel, E.J. ; Paredes-Cárcamo, F.	Chile	Estudio observacional transversal descriptivo	2025
Hospital effluents as a reservoir of beta-lactamase-and carbapenemase-producing enterobacteriaceae	Soriano-Moreno, D.R. ; Yareta, J.	Perú	Estudio transversal descriptivo	2021
Antimicrobial sensitivity profile of isolated <i>Escherichia coli</i> strains from surface water samples of the Carioca River-RJ, Brazil	da Silva, T.S.M. ; Abrantes, J.A.	Brazil	Estudio observacional transversal descriptivo	2022
Genomic characterization of a WHO critical priority isolate <i>Enterobacter kobei</i> ST2070 harboring OXA-10, KPC-2, and CTX-M-12 recovered from a water irrigation channel in Ecuador.	Corrales-Martínez J ; Jaramillo K	Ecuador	Estudio observacional transversal descriptivo con análisis genómico (WGS)	2024

Extended-Spectrum Beta-Lactamase Producing- <i>Escherichia coli</i> Isolated From Irrigation Waters and Produce in Ecuador.	Montero L ; Irazabal J	Ecuador	Estudio observacional transversal analítico	2021
Occurrence of <i>Klebsiella pneumoniae</i> ST244 and ST11 extensively drug-resistant producing KPC, NDM, OXA-370 in wastewater, Brazil.	Montenegro K ; Flores C	Brazil	Descriptive cross-sectional study	2023
Multidrug resistance and diversity of resistance profiles in carbapenem-resistant Gram-negative bacilli throughout a wastewater treatment plant in Colombia	Rodríguez, E.A. ; Garzón, L.M.	Colombia	Cross-sectional descriptive observational study	2020
Metallo-beta-lactamase-producing <i>Escherichia coli</i> in the sewage of Mexico City: where do they come from?	Lüneberg K ; Amábile-Cuevas CF	Mexico	Environmental observational study	2022
Antimicrobial Resistance Patterns and Clonal Distribution of <i>E. coli</i> , <i>Enterobacter spp.</i> and <i>Acinetobacter spp.</i> Strains Isolated from Two Hospital Wastewater Plants	Galarde-López, Miguel ; Velazquez-Meza, Maria Elena	Mexico	Cross - sectional	2022
Urban wastewater overflows as hotspots for dissemination of bacteria producing extended-spectrum β -lactamases and carbapenemases in the Suquía River, Argentina	Ruiz, Susana Eugenia ; Morandini, Fabrizio Nicolas	Argentina	Environmental observational study	2025
Plasmid and integron-associated antibiotic resistance in <i>Escherichia coli</i> isolated from domestic wastewater treatment plants	Mendoza-Guido, Bradd ; Rivera-Montero, Luis	Costa Rica	Observational study with whole-genome sequencing (WGS)	2025
Emerging contaminants and antibiotic resistance in the different environmental matrices of Latin America	Reichert, Gabriela, Hilgert, Stephan, Fuchs, Stephan, Azevedo, Júlio César Rodrigues	América Latina (Brasil, México, Argentina, Chile, Colombia)	Estudio observacional transversal descriptivo	2019

The occurrence of antimicrobial residues and antimicrobial resistance genes in urban drinking water and sewage in Southern Brazil	Ramalho, Rafaela, Mezzomo, Lisiane Cervieri, Machado, William, da Silva Morais Hein, Camila, Müller, Camila Zanfelize, da Silva, Thaisla Cristiane Borella, Jank, Louise, Lamas, Alex Elias, da Costa Ballestrin, Rogério Antônio, Wink, Priscila Lamb, Lima, Anderson Araújo de, Corção, Gertrudes, Martins, Andreza Francisco	Brasil	Estudio observacional transversal analítico	2022
Determination of Phylogroups, Pathotypes and Antibiotic Resistance Profiles of <i>E. coli</i> Isolates from Freshwater and Wastewater in the City of Panama	Rodríguez Guevara, Gabriela A., Michelangelli, Emmanuel, Medina-Sánchez, Juan R., Mejía-Meléndez, Fermín, Espino, Carmen Indira, Moreno P., José E., Martínez Torres, Alex O., Querol-Audí, Jordi	Panamá	Estudio observacional transversal analítico	2025
Evaluating Antibiotic Resistance in Urban Rivers and Coral Reefs of Belize: Evidence for Hotspots and a Potential Screening Tool	Galdamez, Ileana A., Jimenez, Karina, Cira, Marisol, Osborn, Katie, Ayad, Mariam, Lee, Christine M., Patel, Kai, Galdamez, Bryan A., Sloan, Ashlyn, Shenkiryk, Alexis, Cason, Taylor, Gomez, Nicole Auil, Phillips, Myles, Rosado, Samir, Rosado, Andria, Mishra, Deepak R., Cherrington, Emil A., Griffin, Robert, Jay, Jennifer A.	Belice	Estudio observacional transversal descriptivo	2026
Hospital sewage in Brazil: a reservoir of multidrug-resistant carbapenemase-producing Enterobacteriaceae	Gonçalves, D.L.D.R., Chang, M.R., Nobrega, G.D., Venancio, F.A., Higa Júnior, M.G., Fava, W.S.	Brasil	Estudio observacional transversal analítico	2024

Genomic surveillance of multidrug-resistant <i>Escherichia coli</i> and <i>Klebsiella</i> in clinical and wastewater isolates from a paediatric hospital in Lima, Peru	Ayzanoa, B., Castillo-Vilcahuam an, C., Salvatierra, G., Dávila-Barclay, A., Cuicapuza, D., Huancachoque, J., Calderón, M., Rizo-Patrón, E., Santillán-Salas, C., Gilman, R.H., Tsukayama, P.	Perú	Estudio observacional transversal analítico comparativo	2026
Resistencia bacteriana a antibióticos en ambientes acuáticos: origen e implicaciones para la salud pública	Rodríguez E, Jiménez JN	Colombia	Revisión narrativa de tema (bibliográfica)	2023
Aminoglycoside resistance in domestic sewage and clinical <i>Escherichia coli</i> isolates	De Oliveira Gomes B, Lima WG, Vargas Farias D, De Paiva MC	Brasil	Estudio observacional transversal comparativo	2022
High clonal diversity of multidrug-resistant and extended spectrum beta-lactamase-producing <i>Escherichia coli</i> in a wastewater treatment plant	Aristizábal-Hoyos AM, Rodríguez EA, Arias L, Jiménez JN	Colombia	Estudio observacional longitudinal (6 muestreos)	2019
Concern levels of beta-lactamase-producing Gram-negative bacilli in hospital wastewater: hotspot of antimicrobial resistance in Latin-America	Aristizabal-Hoyos AM, Rodríguez EA, Torres-Palma RA, Jiménez JN	Colombia	Nota técnica observacional descriptiva (2 muestreos por sitio)	2022
Lack of wastewater treatment in a small town drives the spread of ESBL-producing <i>Escherichia coli</i> in irrigation waters	VanderYacht T, Salinas L, Remerleitch T, Walas N, Ho T, Trueba G, Graham JP	Ecuador / Estados Unidos	Estudio observacional transversal de cuenca hidrográfica (reporte técnico)	2024
Detection of carbapenemases in Enterobacterales and other Gram-negative bacilli recovered from hospital and municipal wastewater in Mexico City	Urzua-Abad MM, Aquino-Andrade A, Castelan-Vega JA, Merida-Vieyra J, Ribas-Aparicio RM, Belmont-Monroy L, Jimenez-Alberto A, Aparicio-Ozores G	México	Estudio observacional descriptivo (muestreo prospectivo)	2024

<i>Citrobacter</i> spp. and <i>Enterobacter</i> spp. as reservoirs of carbapenemase blaNDM and blaKPC resistance genes in hospital wastewater	Duran-Bedolla J, Téllez-Sosa J, Bocanegra-Ibarras P, Schilmann A, Bravo-Romero S, Reyna-Flores F, Villa-Reyes T, Barrios-Camacho H	México	Estudio observacional descriptivo con análisis de transferencia plasmídica	2024
---	--	--------	--	------

Tabla 2: Resultado obtenidos

Estudio	Tipo de agua	Microorganismos predominantes	Patrones de resistencia	Factores asociados
Galarde-López et al., 2022	Aguas residuales hospitalarias (crudas y tratadas)	<i>E. coli</i> (73.1%); <i>Acinetobacter</i> spp.; <i>Enterobacter</i> spp.	MDR; BLEE (<i>bla</i> CTX-M, <i>bla</i> KPC); resistencia a β-lactámicos, fluoroquinolonas, carbapenémicos	Persistencia post-tratamiento (WWTP); presión selectiva hospitalaria; diseminación clonal
Ruiz et al., 2025	Aguas residuales urbanas + ríos (Suquía, Argentina)	<i>E. coli</i> (predominante); <i>Enterobacter</i> spp.; <i>Klebsiella</i> spp.; <i>Citrobacter</i> spp.; <i>Aeromonas</i> spp.	MDR; BLEE (<i>bla</i> CTX-M); carbapenemasas (<i>bla</i> KPC, <i>bla</i> NDM); co-resistencia a ciprofloxacino, TMP-SMX, gentamicina	Descargas urbanas; desbordamiento de aguas residuales; transferencia horizontal de genes
Lüneberg et al., 2022	Aguas residuales municipales urbanas (Ciudad de México)	<i>E. coli</i> resistente a carbapenémicos	MDR; <i>bla</i> NDM-5; resistencia a carbapenémicos + co-resistencia (sulfonamidas, trimetoprim, tetraciclina, ciprofloxacino)	Plásmidos conjugativos (~145 kb), integrones, transposones; uso de aguas para irrigación
Mendoza-Guido et al., 2025	Aguas residuales domésticas – influente/efluente PTAR (Costa Rica)	<i>E. coli</i> MDR (8 aislados); filogrupos A y B1; ST205, ST448, ST540, ST2530	MDR (100%); BLEE (<i>bla</i> TEM-1, <i>bla</i> CTX-M-115); <i>sul</i> 1, <i>sul</i> 2, <i>dfr</i> A, <i>tet</i> A, <i>tet</i> B; <i>qnr</i> S1; mutaciones <i>gyr</i> A/ <i>par</i> C	ARGs en plásmidos (77%); integrones clase 1; plásmidos <i>IncH</i> , <i>IncFIB</i> ; genes de virulencia (<i>ompT</i> , <i>hlyF</i>)
Rodríguez et al., 2020	Aguas residuales domésticas, industriales y hospitalarias (Colombia)	<i>Aeromonas</i> spp. (41%); <i>Enterobacter</i> spp. (27%); <i>Klebsiella</i> spp. (8%); <i>Citrobacter</i> spp.; <i>E. coli</i>	MDR (91%); <i>bla</i> KPC-2 (100%); resistencia a carbapenémicos (IMP 100%, MEM 98%); ciprofloxacino (44–65%); 21 perfiles	Mezcla de efluentes humanos, veterinarios e industriales; concentraciones subinhibitorias; PTAR como reservorio

Montenegro et al., 2023	Aguas residuales municipales, industriales y hospitalarias – PTAR (Brasil)	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (18/98); ST11, ST37, ST147, ST244, ST281; CC11 predominante	MDR (39%); XDR (61%); <i>bla</i> KPC (55%), <i>bla</i> NDM (27.8%), <i>bla</i> OXA-370 (11.1%); ≥2 carbapenemasas (42.8%); resistencia universal a ertapenem	Incremento de antibióticos (COVID-19); tratamiento secundario insuficiente; plásmidos IncR, IncFII
Medina et al., 2026 (Panamá)	Agua superficial (río Juan Díaz) + aguas residuales urbanas sin tratar (WWTP)	<i>E. coli</i> (99 aislados: 50 río, 49 WWTP)	Aminoglucósidos (80.8%); tetraciclina (37.4%); cloranfenicol (18.2%); tet(A) (86.5%), floR (83.3%), mphA (78%); primer reporte tet(M) en Panamá	Río: ARGs en plásmidos; WWTP: ARGs cromosómicos (9/12); descarga sin tratamiento como vía de diseminación
Brodrick et al., 2025 (Costa Rica)	Aguas residuales hospitalarias, WWTP y estuario receptor	<i>E. coli</i> (116 aislados); <i>Enterococcus</i> spp. (58 aislados); subgrupos: resistentes a ampicilina y MDR	<i>E. coli</i> : tetraciclina (75%), TMP-SMX (59%); perfil AMP+TET+SXT frecuente <i>Enterococcus</i> : AMP+TET+CIP o AMP+TET+ERY	Efluente sin desinfección; aguas hospitalarias con mayor presión antibiótica
Siqueira et al., 2024 (Brasil)	Canales de drenaje urbanos; cuerpos de agua con impacto antropogénico	473 familias bacterianas; 83 familias virales; indicadores de contaminación ambiental	63 ARGs; resistencia a 13 clases de antimicrobianos; 5 mecanismos de resistencia	Falta de políticas ambientales; deficiente educación ambiental; contaminación química (Cd, Fe, Mn)
Estheysi et al., 2025 (Perú)	Efluentes hospitalarios (pre-descarga al alcantarillado)	Enterobacterias Gram negativas; <i>Salmonella enterica</i> ; <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> ; bacterias MDR	BLEE (<i>bla</i> TEM, <i>bla</i> CTX-M, <i>bla</i> SHV); AmpC (<i>bla</i> AmpC); carbapenemasas (<i>bla</i> KPC, <i>bla</i> NDM, <i>bla</i> IMP)	Uso excesivo de antibióticos; ausencia de tratamiento adecuado; vigilancia epidemiológica deficiente
Ruiz et al., 2025 (Argentina) – Laguna Salía	Aguas residuales urbanas; río Suquía; Laguna Salía; estuarios	<i>E. coli</i> (predominante); <i>Enterobacter</i> spp.; <i>Klebsiella</i> spp.; <i>Citrobacter</i> spp.; <i>Aeromonas caviae</i>	BLEE (<i>bla</i> CTX-M); carbapenemasas (<i>bla</i> KPC-2, <i>bla</i> NDM-1); plásmidos IncU, IncA/C2; MDR generalizada	Desbordamiento en calles; descarga directa al río; carga fecal 10 ⁸ MPN/100 mL; fallos en alcantarillado

Aguilar-Rangel et al., 2025 (Chile)	Aguas residuales hospitalarias sin tratamiento	<i>Aeromonas</i> spp. (7 cepas, predominante); <i>K. pneumoniae</i> (3); <i>E. coli</i> (1); <i>Pseudomonas</i> spp. (1); <i>Enterococcus faecium</i> (1)	MDR (40%); 121 ARGs en 31 clases; cefalosporinas (11.6%), penams (10.76%), macrólidos (9.89%); inactivación enzimática y bombas de eflujo	Ausencia de tratamiento; ARGs en plásmidos e integrones; paracetamol detectado (277.4 µg/L)
Soriano-Moreno et al., 2021 (Perú)	Aguas residuales hospitalarias sin tratamiento	32 cepas: <i>Enterobacter cloacae</i> (30%), <i>E. coli</i> (25%), <i>Citrobacter freundii</i> (20%); 20 enterobacterias (62.5%)	MDR (100%); BLEE (<i>bla</i> TEM, predominante); carbapenemasas (<i>bla</i> KPC, <i>bla</i> IMP)	Ausencia de tratamiento; mayor carga en hospital nivel III
Silva et al., 2022 (Brasil)	Aguas superficiales urbanas con influencia hospitalaria y doméstica (Río Carioca, 5 puntos)	<i>E. coli</i> (100% puntos positivos); 99.9% muestras positivas para coliformes	Sin BLEE ni carbapenemasas; resistencia fenotípica a AMP, CIP, LEV, TMP-SMX solo en punto más impactado (punto 5)	Descarga de efluentes sin tratamiento; saneamiento deficiente
Corrales-Martínez et al., 2024 (Ecuador)	Agua de riego agrícola (canal de irrigación, Cayambe)	60 aislados Enterobacteriaceae; 1 <i>Enterobacter kobei</i> ST2070 productor de carbapenemasa	MDR; BLEE (<i>bla</i> CTX-M-12); carbapenemasas (<i>bla</i> OXA-10, <i>bla</i> KPC-2); <i>aac</i> (6)-Ib, <i>sul</i> 2, <i>dfr</i> A14, <i>fos</i> A, <i>msr</i> (E), <i>mph</i> (A)	Aguas residuales urbanas y ganadería; riesgo de diseminación a cadena alimentaria
Montero et al., 2021 (Ecuador)	Aguas de riego agrícola y productos frescos (17 provincias)	<i>E. coli</i> (165 aislados); 96/165 (58%) fenotipo BLEE, 58% procedentes de agua de riego	MDR (94%); <i>bla</i> CTX-M (96%); CTX-M-55 (64%), CTX-M-65 (18%); <i>bla</i> TEM (92%), <i>bla</i> SHV (28%); <i>mcr</i> -1 en 3 aislados	Aguas residuales sin tratamiento para riego; elementos móviles; falta de infraestructura en Ecuador
Reichert et al., 2019 (América Latina)	Agua potable, superficial y residuales urbanas (Brasil, México, Argentina, Chile, Colombia)	No especificados a nivel de especie; presencia de ARGs	ARGs priorizados: tetraciclina, amoxicilina, norfloxacin, ampicilina, imipenem	Sistemas de tratamiento ineficientes; WWTP como fuente principal; ausencia de listas de contaminantes prioritarios

Ramalho et al., 2022 (Brasil)	Agua potable pre/post-tratamiento; aguas residuales STP y SPP (invierno y verano)	No se identificaron especies específicas; ARGs en 100% de aguas residuales, sin variación estacional	Carbapenemasas (<i>bla</i> NDM-1, <i>bla</i> KPC-2); BLEE (<i>bla</i> TEM, <i>bla</i> CTX-M); <i>mcr-1</i> (100% muestras STP/SPP)	Tratamiento insuficiente; uso excesivo de antibióticos; transferencia por bacteriófagos y elementos móviles
Rodríguez Guevara et al., 2025 (Panamá)	Agua superficial urbana (Río Matasnillo) y aguas residuales crudas (WWTP Juan Díaz)	<i>E. coli</i> predominante; río: 100% filogrupo A; WWTP: 72% A, 12% D, 6% B2; patotipos ETEC (12%) y EHEC (18%) en WWTP	WWTP: MDR (94%); alta resistencia a cefalosporinas; 41% intermedia a carbapenémicos; <i>qnrB19</i> en río; quinolonas bajas en río (8%)	Contaminación fecal urbana e industrial; descarga sin tratamiento; diseminación de <i>qnrB19</i> por plásmidos
Galdamez et al., 2026 (Belice)	18 sitios: cuenca río Belice, costa, arrecifes BBRRS, Atolón Glover's Reef (ago-sep 2022)	ESBL-EC en sitios con altos ARGs; metagenómica: bacterias fecales (<i>Bacteroides</i> , <i>Faecalibacterium</i>) y de agua dulce	qPCR: <i>sul1</i> , <i>sul2</i> , <i>tetA</i> , <i>ermF</i> , <i>bla</i> SHV, <i>int1</i> en 18 sitios; 17 clases ARGs; máximos en Haulover Creek y zonas costeras; presentes incluso en arrecifes remotos	Niveles altos cerca de lagunas de tratamiento; ARGs en ecosistemas remotos (arrecifes)
Gonçalves et al., 2024 (Brasil)	Efluentes hospitalarios (n=42) y no hospitalarios (n=16); muestreo mensual 6 meses	CRE: <i>K. pneumoniae</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> y otras Enterobacteriaceae; 16 productores de carbapenemasa (todos hospitalarios)	MDR; <i>bla</i> KPC-2 (100% de 16 aislados); resistencia a carbapenémicos, cefalosporinas, pip/tazo, CIP, aminoglucósidos; 2 aislados pan-resistentes (incl. CZA y C/T)	Efluentes hospitalarios sin tratamiento; regulación deficiente; diseminación de <i>bla</i> KPC-2 por clones y plásmidos
Ayzanoa et al., 2026 (Perú)	Aguas residuales hospitalarias (26 muestras, 113 aislamientos) y urocultivos/hemocultivos UCI pediátrica	<i>E. coli</i> (113) y <i>Klebsiella</i> spp. (44); mayor diversidad en aguas residuales (H=3.45 vs 2.95); ST compartidos: ST88, ST101	<i>E. coli</i> : más BLEE en clínicos; carbapenemasas y <i>mcr-1</i> solo en aguas residuales/orina; <i>Klebsiella</i> : carbapenemasas solo en aguas residuales	Infraestructura limitada; alto uso de antibióticos en UCI; stewardship insuficiente; transferencia horizontal de genes
Rodríguez E & Jiménez JN, 2023	Múltiple: residuales urbanas, hospitalarias, agrícolas, recreativas y potable	<i>E. coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Acinetobacter</i> spp.; <i>K. pneumoniae</i> ; <i>Aeromonas</i> spp.	BLEE (<i>bla</i> CTX-M, <i>bla</i> TEM, <i>bla</i> SHV); carbapenemasas (<i>bla</i> KPC, <i>bla</i> NDM, <i>bla</i> OXA-48); ARGs: quinolonas, tetraciclinas, sulfonamidas	Uso excesivo de antibióticos; ausencia de tratamiento; actividades agrícolas, ganaderas y acuicultura; efluentes farmacéuticos

De Oliveira Gomes et al., 2022	Aguas residuales domésticas y muestras clínicas (urocultivos hospitalarios)	<i>E. coli</i> (aislados clínicos y ambientales); UPEC predominante en muestras clínicas	Resistencia a aminoglucósidos (amikacina, gentamicina, neomicina); BLEE (ESBL); AME: <i>aph</i> (3'), <i>aac</i> (3'), <i>aac</i> (6')-I	Uso indiscriminado de aminoglucósidos; ungüentos de neomicina (Brasil); presión selectiva clínica; transferencia vía plásmidos/transposones
Aristizábal-Hoyos et al., 2019 (PTAR Colombia)	Aguas residuales urbanas – PTAR: afluyente, aireación, lodo recirculado, efluente final	<i>E. coli</i> (83%); <i>Citrobacter freundii</i> (11%); <i>Enterobacter cloacae</i> (4%); <i>K. pneumoniae</i> (1%)	BLEE: <i>bla</i> CTX-M-g1 (35.8%), <i>bla</i> TEM (43.8%), <i>bla</i> SHV (3.6%), <i>bla</i> CTX-M-g9 (8.8%); AmpC: LAT/BIL/CMY (78.3%), ACT/MIR (17.4%); sin carbapenemasas	Tratamiento biológico insuficiente; concentraciones subinhibitorias en PTAR; presión selectiva continua
Aristizabal-Hoyos et al., 2022 (HWW Colombia)	Aguas residuales hospitalarias (UCI, UCE, hospitalización) – PTAR hospitalaria (Hospital B)	<i>Citrobacter freundii</i> (21.1%); <i>E. coli</i> (16.7%); <i>K. pneumoniae</i> (13.3%); 33.3% identificado del total	MDR (97.7%); >50% resistentes a ≥9 categorías; BLEE: <i>bla</i> TEM (48.3%), <i>bla</i> CTX-M-g1 (10.8%); carbapenemasas: <i>bla</i> KPC (88.7%), <i>bla</i> NDM (5.2%), <i>bla</i> VIM (1.9%)	Sin PTAR en mayoría de hospitales colombianos; resistencia endémica; alto uso de antibióticos de amplio espectro; descarga directa a alcantarillado
VanderYacht et al., 2024 (Ecuador)	Agua superficial glacial para riego; upstream (sin contaminación) y downstream (post-descarga urbana); lechuga irrigada	<i>E. coli</i> (principal); <i>Enterobacter cloacae</i> (4 casos, <i>bla</i> ACT-12); 2 no-Enterobacterales con ARGs a carbapenémicos	BLEE: <i>bla</i> CTX-M-65 (29%), <i>bla</i> CTX-M-14b (14.7%), <i>bla</i> CTX-M-8 (11.8%), <i>bla</i> TEM; 91.7% ≥1 gen β-lactámico; <i>bla</i> OXA-427 en lechuga	Solo 31% de aguas residuales tratadas en Ecuador; urbanización sin infraestructura sanitaria; agua contaminada para riego
Urzua-Abad et al., 2024 (México)	Aguas residuales municipales (canales) y hospitalarias (hospital pediátrico), Ciudad de México	<i>Aeromonas</i> sp. (n=10); <i>K. pneumoniae</i> (n=8, Canal 1); <i>E. coli</i> (n=7, Canal 2); <i>Enterobacter</i> spp. (n=5); <i>Pseudomonas putida</i> (n=6); <i>Citrobacter</i> spp.; primeros reportes de carbapenemasas en <i>Lelliottia</i> , <i>Kluyvera</i> , <i>Shewanella</i>	MDR (100% Enterobacterales); carbapenem-resistentes (92%); <i>bla</i> KPC (55%), <i>bla</i> NDM (12%), <i>bla</i> VIM-2 (12%), <i>bla</i> OXA-48 (4%); BLEE: <i>bla</i> TEM (24%), <i>bla</i> CTX-M-1 (18%), <i>bla</i> SHV (8%)	4 hospitales en Canal 1 vs 1 en Canal 2; resistencia endémica a carbapenémicos en México; efluentes sin tratamiento; vigilancia AMR insuficiente

Duran-Bedo Ila et al., 2024 (México)	Aguas residuales hospitalarias brutas – 5 hospitales COVID-19 (distintos estados de México)	<i>E. coli</i> (32.9%); <i>Enterobacter</i> spp. (24.6%); <i>Citrobacter</i> spp. (14.4%) = 71.9% total; <i>K. pneumoniae</i> ; <i>Acinetobacter</i> spp.; <i>Pseudomonas</i> spp.	BLEE: <i>bla</i> TEM (33.1%), <i>bla</i> CTX-M (25.4%), <i>bla</i> SHV (5.3%), <i>bla</i> OXA-48 (1.1%); carbapenemasas: <i>bla</i> KPC (25.4%), <i>bla</i> NDM (8.8%); <i>bla</i> NDM predomina en <i>Enterobacter</i> spp. (91% en <i>E. cloacae</i> / <i>xiangfangensis</i>); co-producción <i>bla</i> NDM+ <i>bla</i> OXA-48	Uso continuo de antibióticos; concentraciones subletales en efluentes; plásmidos IncFII (110 kb); hospitalización COVID-19
---	---	--	--	---

Síntesis narrativa

1.1 Microorganismos predominantes en matrices acuáticas

Escherichia coli emergió como el microorganismo predominante en la totalidad de los estudios analizados, independientemente del tipo de matriz hídrica. Las prevalencias oscilaron entre 25 % en efluentes hospitalarios peruanos(1) y 73,1 % en aguas residuales hospitalarias de México(2), constituyendo además el principal indicador de contaminación fecal en matrices superficiales y de riego. En segundo plano, con frecuencias considerables, se identificaron *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter* spp., *Aeromonas* spp. y *Citrobacter* spp. En Colombia, *Aeromonas* spp. (41 %) precedió a *E. coli* en matrices que mezclan efluentes domésticos, industriales y hospitalarios(3), evidenciando perfiles polimicrobianos vinculados a la heterogeneidad de los aportes orgánicos. Los análisis metagenómicos han permitido ampliar de manera considerable este panorama. En Brasil, Siqueira et al.(4) reportaron la presencia de 473 familias bacterianas en canales de drenaje urbano, mientras que Aguilar-Rangel et al.(5) identificaron 56 familias de genes de resistencia en aguas residuales hospitalarias sin tratamiento en Chile. Asimismo, Urzua-Abad et al.(6) documentaron por primera vez la detección de

carbapenemasas en *Shewanella putrefaciens*, *Lelliottia amnigena* y *Kluyvera cryocrescens* en canales que reciben efluentes hospitalarios en Ciudad de México. Este hallazgo amplía el rango de posibles hospederos de genes de resistencia considerados de importancia crítica.

1.2 Patrones de resistencia antimicrobiana y genes de resistencia identificados

Las beta-lactamasas de espectro extendido (BLEE) representaron el mecanismo de resistencia reportado con mayor frecuencia en los diferentes países y matrices analizados, observándose un predominio del gen *bla*CTX-M. Este patrón fue descrito en estudios realizados en Argentina(7), Brasil(8), Colombia(9), Costa Rica(10), Ecuador(11,12), México(2), Panamá(13,14) y Perú(1,15). En Ecuador, Montero et al.(11) hallaron que el 96 % de los aislados BLEE portaban *bla*CTX-M, con las variantes CTX-M-55 (64 %) y CTX-M-65 (18%) como dominantes; esta última fue también la más frecuente en aguas de riego agrícola de Perú(16). El gen *bla*TEM apareció como co-portador en la mayoría de los estudios(8,9,16), y *bla*SHV con menor frecuencia relativa.

Las carbapenemasas representaron el hallazgo de mayor alarma clínica y epidemiológica. El gen *bla*KPC fue el más frecuentemente reportado, con distribución en Brasil(18,19), Colombia(3, 20), México(6,17) y

Perú(18). En Brasil, Montenegro et al.(19) documentaron que el 55 % de los aislados de *K. pneumoniae* en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) portaban *blaKPC*, con un 42,8 % co-produciendo dos o más carbapenemasas simultáneamente. Gonçalves et al.(20) hallaron *blaKPC-2* en el 100 % de los 16 aislados productores de carbapenemasa en efluentes hospitalarios, dos de los cuales resultaron pan-resistentes, incluyendo resistencia a ceftazidima/avibactam y ceftolozan/tazobactam. Las metalo-beta-lactamasas *blaNDM* se documentaron en México (NDM-5 en plásmidos de ~145 kb)(21), Brasil(8,19), Argentina(7) y Colombia(23); su co-producción con *blaOXA-48* en *Enterobacter* spp. de hospitales COVID-19 en México configura escenarios de pandeterminancia terapéutica(17). Con menor frecuencia se reportaron *blaVIM* (México(6), Colombia(22)), *blaIMP* (Colombia(23), Perú(18)) y *blaOXA-370* (Brasil(19)). La multirresistencia (MDR) fue prácticamente universal —91–100 % en la mayoría de estudios—; el 61 % de los aislados de *K. pneumoniae* en Brasil fueron XDR(19). El gen *mcr-1*, conferidor de resistencia a polimixinas (último recurso terapéutico), fue detectado en Ecuador(11) y en el 100 % de las muestras de PTAR en Brasil(8). Adicionalmente, se identificaron genes de resistencia a sulfonamidas (*su1*, *su2*), trimetoprim (*dfrA*), tetraciclinas (*tetA*, *tetB*, *tetM*) y aminoglucósidos en múltiples matrices y países(10,13,14).

1.3 Tipo de fuente hídrica y carga diferencial de resistencia

Los estudios que compararon distintas matrices hídricas evidenciaron una jerarquía de contaminación en términos de carga de genes de resistencia antimicrobiana (ARGs) y microorganismos resistentes. Las aguas residuales hospitalarias sin tratar mostraron consistentemente los perfiles más complejos: MDR en el 100 % de los aislados en Perú(1) y Colombia(23), con predominio de

carbapenemasas. Ayzanoa et al.(18) compararon aislamientos clínicos (UCI pediátrica) y ambientales en Perú, observando que las carbapenemasas aparecían exclusivamente en las aguas residuales, lo que sugiere transferencia bidireccional hospital-ambiente. Los cuerpos de agua que reciben descargas urbanas sin tratamiento, entre ellos el río Juan Díaz (Panamá)(13), el río Suquía (Argentina)(7) y el río Matasnillo (Panamá)(14), registraron concentraciones fecales de hasta 10⁸ NMP/100 mL con perfiles de ARGs equiparables a los hallados en aguas residuales sin tratar. En el ámbito agrícola, el agua de riego representa un punto de conexión directo con los alimentos: estudios en Ecuador identificaron un 58 % de los aislamientos productores de BLEE provenían de canales de irrigación(11), mientras que en Perú se encontró el gen *blaCTX-M-65* en lechugas cultivadas con este tipo de agua(16). Las PTAR, aunque reducen parcialmente la carga bacteriana, demostraron limitaciones estructurales para eliminar ARGs: Ramalho et al.(8) confirmaron carbapenemasas y *mcr-1* en efluentes tratados en Brasil, y Aristizábal-Hoyos et al.(22) evidenciaron persistencia de *blaCTX-M* y *blaTEM* en todas las etapas del tratamiento convencional en Colombia.

1.3 Mecanismos de diseminación: transferencia horizontal de genes y elementos móviles

Si bien las plantas de tratamiento de aguas residuales logran disminuir parcialmente la carga bacteriana, varios estudios latinoamericanos han puesto en evidencia su incapacidad para eliminar los ARGs de forma consistente. Respecto a los mecanismos de propagación, los elementos genéticos móviles, los Plásmidos conjugativos de los grupos IncFII, IncH, IncR e integrones de clase 1, constituyeron los principales vectores de transferencia horizontal de genes(10,19). En Costa Rica, el 77 % de los ARGs se localizaron en plásmidos,

y en México se identificaron plásmidos portadores de *bla*NDM asociados a integrones y transposones(21). La diseminación clonal y la posible intervención de bacteriófagos amplifican este fenómeno, favoreciendo la persistencia y a su vez expansión de la resistencia en distintos ecosistemas acuáticos.

1.5 Factores contextuales y determinantes estructurales de la resistencia ambiental

El factor más frecuentemente señalado como condicionante estructural de la resistencia ambiental fue la ausencia o insuficiencia del tratamiento de aguas residuales (1,9,18,19,22–24). Esta situación se concreta en datos como la cobertura de saneamiento del 31 % registrada en Ecuador(16) o la falta de PTAR en la mayoría de hospitales colombianos(22). El uso excesivo e inapropiado de antibióticos en los ámbitos humano y veterinario fue señalado como principal generador de presión selectiva(7,8,11,12,14,23), mientras que las concentraciones subinhibitorias en efluentes promueven la transferencia horizontal de ARGs sin ejercer presión letal directa(17,22,23). Montenegro et al.(19) documentaron un incremento en la diversidad de

carbapenemasas en PTAR brasileñas durante la pandemia COVID-19, vinculado al mayor uso de antimicrobianos de amplio espectro. La deficiencia de vigilancia epidemiológica ambiental, el subregistro clínico y la falta de políticas públicas armonizadas completan el cuadro de vulnerabilidad estructural de la región(4,13,14,18).

1.6 Distribución geográfica y heterogeneidad regional

El análisis de la literatura incluyó estudios procedentes de 10 países de América Latina y el Caribe: Argentina, Belice, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá y Perú. Brasil concentró el mayor número de estudios (n=5), seguido de México (n=4), Colombia, Perú y Ecuador (n=3), mientras que Panamá, Costa Rica y Argentina aportaron dos estudios cada uno, y Chile y Belice contribuyeron con un estudio respectivamente. Los hallazgos evidenciaron una marcada heterogeneidad regional en la distribución y diversidad de genes de resistencia antimicrobiana en matrices ambientales.

Figura 2. Distribución geográfica de la resistencia antimicrobiana ambiental en América Latina y el Caribe

El mapa muestra la intensidad de resistencia antimicrobiana ambiental en 10 países de la región, basada en el número de estudios, diversidad de ARGs y fenotipos MDR/XDR reportados. Brasil y México representan los puntos con mayor intensidad (rojo), concentrando mayor número de estudios (n=5 y n=4 respectivamente) y la mayor diversidad de genes de resistencia críticos. Colombia,

Perú y Argentina presentan intensidad media-alta (naranja), mientras que Panamá, Ecuador y Costa Rica muestran intensidad moderada (amarillo). Chile y Belice presentan la menor intensidad regional, aunque el último destaca por detección de ARGs en arrecifes de coral a cientos de km de fuentes urbanas, evidenciando la capacidad de dispersión de estos genes.



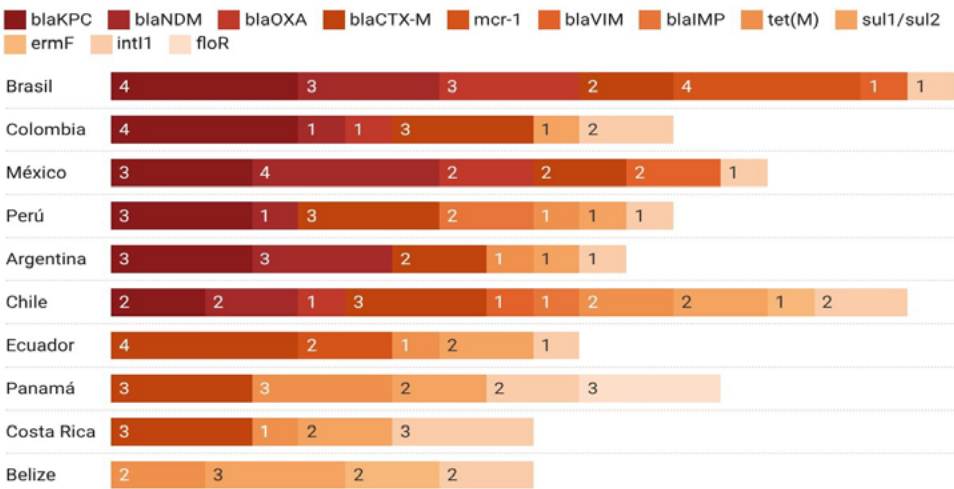
Nota: ARGs: genes de resistencia antimicrobiana. MDR: multirresistente. XDR: extremadamente resistente. Escala basada en revisión sistemática. Los círculos representan la intensidad acumulada de resistencia por país.

Con el fin de caracterizar los patrones de distribución de ARGs específicos por país, se analizó la frecuencia de detección de doce genes de resistencia en las matrices ambientales reportadas.

Figura 3. Distribución de genes de resistencia antimicrobiana en América Latina y el Caribe

Distribución de genes de resistencia antimicrobiana (ARGs) por país en América Latina y el Caribe

Intensidad de detección de 12 ARGs en matrices ambientales de 10 países (escala 0–4). 0 = no reportado; 1 = ocasional; 2 = moderado; 3 = alta prevalencia; 4 = muy alta / hallazgo crítico. Basado en revisión sistemática de literatura científica.



ARGs: genes de resistencia antimicrobiana. MDR: multirresistente. Fuente: revisión sistemática de AMR ambiental en LAC (~27 estudios).

El análisis de la frecuencia de ARGs por país reveló patrones diferenciados según la subregión. Brasil y Colombia presentaron la mayor intensidad de carbapenemasas, con *blaKPC* en valor crítico(4) y co-detección de *blaNDM* y *mcr-1*. México destacó por la mayor cantidad de genes detectados, con *blaNDM* dominante(4). En la parte sur, Argentina y Chile mostraron predominio de *blaKPC* y *blaNDM*, mientras que Ecuador, Panamá y Costa Rica presentaron *blaCTX-M* como gen prevalente. Belice, pese a tener la menor carga, registró *sul1/sul2* y *blaNDM* en matrices ambientales remotas(24).

Los genes de carbapenemasas detectados: *blaKPC*, *blaNDM*, *blaOXA-370* y *blaVIM*, confieren resistencia a carbapenémicos de última línea, siendo relevante la co-producción simultánea de los tres primeros documentada en *K. pneumoniae* de PTAR brasileñas. El gen *mcr-1*, detectado en el 100% de las muestras de PTAR en Brasil y en canales de riego de Ecuador, otorga resistencia a la colistina, último recurso terapéutico disponible para infecciones por gram-negativos multirresistentes. El gen *blaCTX-M*, predominante en Ecuador, Perú y Colombia confiere resistencia a cefalosporinas de tercera generación y fue el único ARG con presencia ininterrumpida en todas las fases de tratamiento de la PTAR evaluadas en Colombia. Los genes *tet(M)*, reportados por primera vez en Panamá en el 83.3% de los aislados de *E.coli*, y *sul1/sul2* detectados en arrecifes de coral en Belice confieren resistencia a tetraciclinas y sulfonamidas respectivamente. El gen *int1*, co-detectado en varios países no confiere resistencia directa, pero actúa como elemento móvil que facilita la transferencia horizontal de todos los ARGs mencionados entre bacterias del ambiente.

Análisis y discusión

Los hallazgos de esta revisión sistemática convergen con la posición de la Organización

Mundial de la Salud (OMS), que en su Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos reconoce el nexo entre la resistencia clínica y la contaminación ambiental dentro del enfoque «Una sola salud» (*One Health*).⁽²⁵⁾ La presencia de *E. coli* BLEE en el 58 % de las muestras de agua de riego en Ecuador⁽¹⁰⁾ y de *E. coli* BLEE en lechuga irrigada con agua contaminada en Perú⁽¹⁶⁾ confirma el principio de que los ambientes acuáticos impactados por actividades humanas actúan como reservorios y vectores de diseminación de ARGs hacia la cadena alimentaria y, en última instancia, hacia la población general. Este mecanismo fue anticipado por estudios seminales como el de Van Boeckel et al.,⁽⁸⁾ quienes proyectaron un incremento del 67 % en el consumo global de antibióticos para 2030, con América Latina como una de las regiones de mayor crecimiento relativo, amplificando la presión selectiva tanto en entornos clínicos como ambientales.

El hallazgo más preocupante desde la perspectiva clínica y de salud pública es la amplia diseminación de carbapenemasas en efluentes hospitalarios y en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Se ha reportado que un 55% de aislados de *K.pneumoniae* en PTAR en Brasil portan el gen *blaKPC*⁽¹⁹⁾; además, se ha detectado el gen *mcr-1* que confiere resistencia a polimixinas y es un antibiótico de último recurso en un 100% de las muestras de PTAR brasileñas^(7,26). Los reportes han dejado evidencia de que los sistemas de tratamiento tienen un papel relevante en el incremento de la resistencia. Estos datos muestran una disparidad con los estándares requeridos por la Directiva Europea TARU 2024/3019, la cual establece tratamientos cuaternarios (oxidación avanzada, membranas) y control constante de ARGs en efluentes⁽²⁷⁾, mientras que los resultados que se observan, muestran que la regulación ambiental sigue basada en parámetros físico-químicos tradicionales como DBO y DQO

en América Latina, sin incluir bacterias resistentes (ARB) ni ARGs. Según Hossain y Ahmed(28), se señala que esta brecha regulatoria convierte a los hospitales de países de ingresos bajos y medios en focos discretos de la crisis superbacteriana, observación que refleja la situación latinoamericana reportada en los estudios incluidos.

En cuanto a las fortalezas de la evidencia revisada, es relevante destacar la cobertura multipaís y la diversidad de matrices hídricas analizadas, lo que permite proyectar conclusiones con cierta solidez regional. Aún así, persisten limitaciones importantes: la diversidad metodológica entre estudios dificulta comparaciones cuantitativas precisas en lo que respecta a técnicas de aislamiento, umbrales de identificación y criterios de definición de MDR/XDR. La cobertura geográfica es desequilibrada, con sobre-representación de Brasil, Colombia y México frente a países con escasa investigación ambiental publicada. Además, gran parte de estos estudios presentan muestras de tamaño reducido y diseños transversales, lo que dificulta extraer inferencias sobre tendencias temporales(29). Asimismo, otra brecha que persiste es la carencia de evidencia que logre relacionar entre cepas ambientales resistentes e infecciones concretas en humanos.

Las implicaciones para la práctica profesional y las políticas de salud pública son considerables. Inicialmente, la detección de carbapenemasas y del gen *mcr-1* en aguas de riego agrícola y en lixiviados que alcanzan ríos de uso recreativo y consumo humano establece una vía de exposición directa de la población general, lo que precisa incorporar la vigilancia ambiental de ARGs dentro de los sistemas nacionales de vigilancia epidemiológica de la RAM. Es pertinente destacar que el enfoque *One Health* que incluye la salud humana, animal y ambiental se ha vuelto indispensable para una respuesta verdaderamente eficaz(22,28,29).Vallejos y Pérez(29)

sostienen que, en Perú y América Latina, las estrategias One Health deben ir acompañadas de inversiones en infraestructura de saneamiento y con capacitación intersectorial. La justificación a este razonamiento es que la RAM amenaza no solo la eficacia terapéutica, sino también la estabilidad macroeconómica: el Banco Mundial proyecta pérdidas de PIB comparables a las de grandes crisis financieras para 2050 si no se toman medidas con urgencia(29). En tercer lugar, experiencias como el Proyecto EMERGENTcy (España-Francia-Andorra, 2021-2027) que junta monitoreo sistemático en 45 puntos de muestreo más procesos de oxidación avanzada (POA) y gobernanza multisectorial(27,30) ofrecen un modelo replicable para la región, adaptado a contextos de menor capacidad institucional mediante tecnologías costo-efectivas en origen. Por último, la epidemiología basada en aguas residuales (WBE) se presenta como una herramienta de bajo costo y alta sensibilidad para la detección temprana de brotes de cepas resistentes, con potencial de incorporarse a planes nacionales de acción contra la RAM que, en muchos países latinoamericanos aún no han sido implementados(28).

Conclusión

Los resultados de esta revisión confirman que la descarga de aguas residuales presenta una fuente relevante y documentada de diseminación de resistencia antimicrobiana en América Latina. Los estudios incluidos muestran consistencia y en distintos contextos nacionales, que los cuerpos de agua receptores de efluentes urbanos y hospitalarios concentran enterobacterias multirresistentes portadoras de genes de resistencia de relevancia clínica crítica.

El microorganismo que más frecuente se identificó fue *E. coli*, lo que resulta alarmante es su perfil de resistencia, pues posee genes como *bla*CTX-M, *bla*KPC y *bla*NDM, algunos

de los cuales otorgan resistencia a los últimos antibióticos disponibles. La co-producción de múltiples carbapenemasas en *K.pneumoniae* de Brasil, o la detección de *mcr-1* en el total de las PTAR analizadas en ese mismo país, muestran un escenario que hoy en día aparece como un patrón regional.

Cabe destacar también los canales de riego agrícola de Ecuador y Perú, donde estos genes avanzan a los productos que consume la población. De esta manera, la resistencia antimicrobiana ambiental es un problema que ya no es exclusivo del sistema de salud, sino que también se instaura en el día a día de la población.

Frente a esta situación, se puede concluir que las acciones sectoriales y aisladas no son suficientes. Se requiere incorporar vigilancia de ARGs en los sistemas epidemiológicos nacionales, actualizar marcos regulatorios más allá de los parámetros tradicionales, e invertir en infraestructura de saneamiento con tecnología capaz de eliminar material genético resistente. Todo lo mencionado, bajo el enfoque *One Health* que reconozca que la salud humana, animal y ambiental no pueden abordarse de manera separada.

Agradecimientos:

Los autores expresan su sincero agradecimiento al Doctor José Patricio Beltrán Carreño y a la Ingeniera Johanna Priscila Tacuri Campoverde por su orientación académica, las ideas aportadas y la guía brindada a lo largo del desarrollo de esta investigación. Su retroalimentación constante y criterio fueron fundamentales para la realización de este trabajo.

Financiamiento:

Los autores declaran no haber recibido financiamiento externo para el desarrollo de este trabajo.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses con ninguna fuente externa. Este trabajo fue realizado en el marco académico sin financiamiento externo ni vínculos con otras organizaciones.

Referencias:

1. Soriano-Moreno DR, Yareta J, Rojas-Cosi AF, Fajardo-Loyola A, León-Luna D, Castillo-Quezada I, et al. Efluentes hospitalarios como reservorio de enterobacterias productoras de betalactamasas y carbapenemasas. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. 14 de abril de 2021;38(2):302-7. doi:10.17843/rpmesp.2021.382.6202
2. Galarde-López M, Velazquez-Meza ME, Bobadilla-del-Valle M, Cornejo-Juárez P, Carrillo-Quiroz BA, Ponce-de-León A, et al. Antimicrobial Resistance Patterns and Clonal Distribution of *E. coli*, *Enterobacter* spp. and *Acinetobacter* spp. Strains Isolated from Two Hospital Wastewater Plants. *Antibiotics*. 29 de abril de 2022;11(5):601. doi:10.3390/antibiotics11050601
3. Rodríguez EA, Garzón LM, Gómez ID, Jiménez JN. Multidrug resistance and diversity of resistance profiles in carbapenem-resistant Gram-negative bacilli throughout a wastewater treatment plant in Colombia. *J Glob Antimicrob Resist*. septiembre de 2020;22:358-66. doi:10.1016/j.jgar.2020.02.033
4. Siqueira JAM, Teixeira DM, da Piedade GJL, Souza C de O, Moura TCF, Bahia M de NM, et al. Environmental health of water bodies from a Brazilian Amazon Metropolis based on a conventional and metagenomic approach. *J Appl Microbiol*. 1 de mayo de 2024;135(5):lxae101. doi:10.1093/jambio/lxae101 PubMed PMID: 38627246.
5. Aguilar-Rangel EJ, Paredes-Cárcamo F, Andrade MD, Contreras-Sánchez

- D, Rain-Medina V, Campanini-Salinas J, et al. Hospital Wastewater as a Reservoir of Contaminants of Emerging Concern: A Study Report from South America, Chile. *Antibiotics*. 4 de noviembre de 2025;14(11):1111. doi:10.3390/antibiotics14111111
6. Urzua-Abad MM, Aquino-Andrade A, Castelan-Vega JA, Merida-Vieyra J, Ribas-Aparicio RM, Belmont-Monroy L, et al. Detection of carbapenemases in Enterobacterales and other Gram-negative bacilli recovered from hospital and municipal wastewater in Mexico City. *Sci Rep*. 4 de noviembre de 2024;14(1):26576. doi:10.1038/s41598-024-76824-w PubMed PMID: 39496672; PubMed Central PMCID: PMC11535501.
 7. Ruiz SE, Morandini FN, Panzetta ME, Lipari FG, Irazábal MG, Toselli R, et al. Urban wastewater overflows as hotspots for dissemination of bacteria producing extended-spectrum β -lactamases and carbapenemases in the Suquía River, Argentina. *Front Microbiol*. 2025;16:1669531. doi:10.3389/fmicb.2025.1669531 PubMed PMID: 41070122; PubMed Central PMCID: PMC12504239.
 8. Ramalho R, Mezzomo LC, Machado W, da Silva Morais Hein C, Müller CZ, da Silva TCB, et al. The occurrence of antimicrobial residues and antimicrobial resistance genes in urban drinking water and sewage in Southern Brazil. *Braz J Microbiol Publ Braz Soc Microbiol*. septiembre de 2022;53(3):1483-9. doi:10.1007/s42770-022-00786-2 PubMed PMID: 35764766; PubMed Central PMCID: PMC9433623.
 9. Aristizábal-Hoyos AM, Rodríguez EA, Arias L, Jiménez JN. High clonal diversity of multidrug-resistant and extended spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* in a wastewater treatment plant. *J Environ Manage*. 1 de septiembre de 2019;245:37-47. doi:10.1016/j.jenvman.2019.05.073 PubMed PMID: 31150908.
 10. Mendoza-Guido B, Rivera-Montero L, Barrantes K, Chacon L. Plasmid and integron-associated antibiotic resistance in *Escherichia coli* isolated from domestic wastewater treatment plants. *FEMS Microbiol Lett*. 10 de enero de 2025;372:fnaf041. doi:10.1093/femsle/fnaf041
 11. Montero L, Irazabal J, Cardenas P, Graham JP, Trueba G. Extended-Spectrum Beta-Lactamase Producing-*Escherichia coli* Isolated From Irrigation Waters and Produce in Ecuador. *Front Microbiol*. 2021;12:709418. doi:10.3389/fmicb.2021.709418 PubMed PMID: 34671324; PubMed Central PMCID: PMC8521160.
 12. Corrales-Martínez J, Jaramillo K, Tadesse DA, Satán C, Villavicencio FX, Sánchez-Gavilanes L, et al. Genomic characterization of a WHO critical priority isolate *Enterobacter kobei* ST2070 harboring OXA-10, KPC-2, and CTX-M-12 recovered from a water irrigation channel in Ecuador. *Heliyon*. 15 de marzo de 2024;10(5):e26379. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e26379 PubMed PMID: 38449644; PubMed Central PMCID: PMC10915343.
 13. Medina-Sánchez JR, Salvatierra M, Espino CI, Martínez-Torres AO, Llanes A, Querol-Audi J. Prevalence and Differential Plasmid Versus Chromosomal Distribution of Ribosome-Targeting Antibiotic Resistance Genes in *Escherichia coli* Isolates from River and Untreated Wastewater Environments. *Antibiotics*. 28 de enero de 2026;15(2):132. doi:10.3390/antibiotics15020132 PubMed PMID: 41750430; PubMed Central PMCID: PMC12937253.
 14. Rodríguez Guevara GA, Michelangelli E, Medina-Sánchez JR, Mejía-Meléndez F, Espino CI, Moreno P JE, et al. Determination of Phylogroups, Pathotypes and

- Antibiotic Resistance Profiles of *E. coli* Isolates from Freshwater and Wastewater in the City of Panama. *Pathogens*. 20 de junio de 2025;14(7):617. doi:10.3390/pathogens14070617 PubMed PMID: 40732665; PubMed Central PMCID: PMC12299560.
15. Elías Solís GE, Wong Cabanillas O, Hinojosa Cordova R, Mamani Poma MC, Maquera Canales A, Hernandez Gutierrez F, et al. Enterobacterias multidrogas resistentes productoras de betalactamasas de espectro extendido, Ampc y Carbapenemasas aislados de efluentes hospitalarios del Perú. *Rev Cuerpo Méd Hosp Nac Almanzor Aguinaga Asenjo*. 18 de mayo de 2025;18(1). doi:10.35434/rcmhnaaa.2025.181.2594
 16. VanderYacht T, Salinas L, Remerleitch T, Walas N, Ho T, Trueba G, et al. Lack of wastewater treatment in a small town drives the spread of ESBL-producing *Escherichia coli* in irrigation waters. *J Environ Qual*. 2024;53(6):1116-26. doi:10.1002/jeq2.20641 PubMed PMID: 39428701.
 17. Duran-Bedolla J, Téllez-Sosa J, Bocanegra-Ibarias P, Schilmann A, Bravo-Romero S, Reyna-Flores F, et al. *Citrobacter* spp. and *Enterobacter* spp. as reservoirs of carbapenemase *bla*NDM and *bla*KPC resistance genes in hospital wastewater. *Appl Environ Microbiol*. 21 de agosto de 2024;90(8):e0116524. doi:10.1128/aem.01165-24 PubMed PMID: 39012101; PubMed Central PMCID: PMC11337798.
 18. Ayzanoa B, Castillo-Vilcahuaman C, Salvatierra G, Dávila-Barclay A, Cuicapuza D, Huancachoque J, et al. Genomic surveillance of multidrug-resistant *Escherichia coli* and *Klebsiella* in clinical and wastewater isolates from a paediatric hospital in Lima, Peru. *Access Microbiol*. 1 de enero de 2026;8(1). doi:10.1099/acmi.0.001006.v3
 19. Montenegro K, Flores C, Nascimento APA, Farias BO, Brito ASG, Magaldi M, et al. Occurrence of *Klebsiella pneumoniae* ST244 and ST11 extensively drug-resistant producing KPC, NDM, OXA-370 in wastewater, Brazil. *J Appl Microbiol*. 4 de julio de 2023;134(7):lxad130. doi:10.1093/jambio/lxad130 PubMed PMID: 37391364.
 20. Gonçalves DLDR, Chang MR, Nobrega GD, Venancio FA, Higa Júnior MG, Fava WS. Hospital sewage in Brazil: a reservoir of multidrug-resistant carbapenemase-producing Enterobacteriaceae. *Braz J Biol*. 2024;84:e277750. doi:10.1590/1519-6984.277750
 21. Lüneberg K, Amábile-Cuevas CF, Mucito-Varela E, Martínez L, Salinas E, López-Vidal Y, et al. Metallo-beta-lactamase-producing *Escherichia coli* in the sewage of Mexico City: where do they come from? *Can J Microbiol*. febrero de 2022;68(2):139-45. doi:10.1139/cjm-2021-0284 PubMed PMID: 34662521.
 22. Aristizabal-Hoyos AM, Rodríguez EA, Torres-Palma RA, Jiménez JN. Concern levels of beta-lactamase-producing Gram-negative bacilli in hospital wastewater: hotspot of antimicrobial resistance in Latin-America. *Diagn Microbiol Infect Dis*. enero de 2023;105(1):115819. doi:10.1016/j.diagmicrobio.2022.115819 PubMed PMID: 36242873.
 23. Rodríguez EA, Garzón LM, Gómez ID, Jiménez JN. Multidrug resistance and diversity of resistance profiles in carbapenem-resistant Gram-negative bacilli throughout a wastewater treatment plant in Colombia. *J Glob Antimicrob Resist*. septiembre de 2020;22:358-66. doi:10.1016/j.jgar.2020.02.033
 24. Galdamez IA, Jimenez K, Cira M, Osborn K, Ayad M, Lee CM, et al. Evaluating Antibiotic Resistance in Urban Rivers and Coral Reefs of Belize: Evidence for Hotspots and a Potential Screening Tool. *GeoHealth*. 2026;10(2):e2025GH001427. doi:10.1029/2025GH001427
 25. Global action plan on antimicrobial resistance [Internet]. [citado 3 de mayo de

- 2026]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241509763>
26. de Oliveira Gomes B, Lima W, Vargas D, de Paiva MC. Aminoglycoside resistance in domestic sewage and clinical *Escherichia coli* isolates [Internet]. 2023 [citado 2 de mayo de 2026]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74182022000200625&nrm=iso
 27. Sierra SDJ, Ilzarbe I, Szpunar J, Moles S, Ruiz-Ripa L, Pérez-Etayo L, et al. Contaminantes emergentes y resistencia antimicrobiana en aguas residuales detección, tratamiento y desafíos desde el enfoque *One Health*. South Health. 24 de febrero de 2026;3:e002-e002. doi:10.21142/SH-03-2026-e002
 28. Hossain H, Ahmed S. Hospital wastewater microbiome & resistome: An overlooked one health crisis driving superbugs in low- and middle-income countries (LMICs). New Microbes New Infect. diciembre de 2025;68:101653. doi:10.1016/j.nmni.2025.101653
 29. Vallejos I, Pérez G. Impacto socioeconómico de la resistencia a los antimicrobianos: bajo el enfoque Una Salud en Perú y Latinoamérica. Rev Investig Multidisciplinaria Iberoam. 28 de noviembre de 2025. doi:10.69850/rimi.vi4.187
 30. Reichert G, Hilgert S, Fuchs S, Azevedo JCR. Emerging contaminants and antibiotic resistance in the different environmental matrices of Latin America. Environ Pollut. diciembre de 2019;255(Pt 1):113140. doi:10.1016/j.envpol.2019.113140 PubMed PMID: 31541833.

Actualización integral sobre la lesión de Colapso Avanzado Escafolunar y Colapso Avanzado Sin Unión del Escafoides: una Revisión de alcance

Comprehensive update on Advanced Scapholunate Collapse and Advanced Non-Union Scaphoid Collapse: A Scope Review

Recepción: 5 de mayo de 2026 | **Aprobación:** 22 de julio de 2026 | **Publicación:** 20 de agosto de 2026

Bryan Andrés Orellana Tapia  
orellana_28@outlook.com
Médico posgradista de Ortopedia y Traumatología.
Universidad de Cuenca- Ecuador

Víctor Hugo Ávila Sarmiento 
drvhas@yahoo.com
Médico especialista en Ortopedia y Traumatología.
Hospital José Carrasco Arteaga

Boris Fernando Alvarez Minchala 
borisfer@icloud.com
Médico posgradista de Ortopedia y Traumatología.
Universidad de Cuenca- Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.26871/ceus.v8i1.296>

RESUMEN

Introducción: La artrosis radiocarpiana representa una importante causa de dolor y discapacidad funcional en la población adulta, afectando el patrón periescafoideo hasta en un 95% de los casos. Las etiologías más frecuentes son el colapso avanzado escafolunar (SLAC) y el colapso avanzado por no unión del escafoides (SNAC).

Objetivo: Analizar la evidencia científica disponible sobre la anatomía, biomecánica, clasificación por estadios, métodos de diagnóstico por imagen e intervenciones quirúrgicas en pacientes con lesiones SLAC y SNAC.

Metodología: Revisión de alcance estructurada bajo el marco de Arksey & O'Malley y las recomendaciones PRISMA-ScR. Se consultaron las bases de datos PubMed, Scopus y Web of

Science (2008–2024) utilizando términos MeSH/DeCS específicos. La selección se efectuó por pares independientes.

Resultados: Se incluyeron estudios principales representativos. Las tecnologías de imagen tridimensional (TC-3D, artro-TC) demostraron mayor precisión para evidenciar alteraciones biomecánicas tempranas (pronación de la fila distal y traslación). En el ámbito quirúrgico, la carpectomía de la fila proximal (PRC) y la artrodesis de cuatro esquinas (4CF) mantienen resultados funcionales similares a mediano y largo plazo, destacando un interés creciente en artrodesis limitadas (2CF/3CF) e injertos artroscópicos en estadios tempranos.

Conclusiones: El manejo de SLAC y SNAC requiere una caracterización precisa del estadio anatómico y la integridad del cartílago capitolar. Aunque PRC y 4CF son los estándares vigentes, la elección técnica debe individualizarse según las demandas del paciente y el grado de colapso carpiano.

Palabras clave: artrosis, pseudoartrosis del escafoides, muñeca, SNAC, SLAC, inestabilidad carpiana.

ABSTRACT

Introduction: Radiocarpal osteoarthritis is a major cause of pain and functional disability in the adult population, affecting the periscaphoid pattern in up to 95% of cases. The most frequent etiologies are scapholunate advanced collapse (SLAC) and scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC).

Objective: To analyze the available scientific evidence on the anatomy, biomechanics, staging, imaging methods, and surgical interventions in patients with SLAC and SNAC lesions.

Methodology: A structured scoping review was conducted following the Arksey & O'Malley framework and the PRISMA-ScR guidelines. The PubMed, Scopus, and Web of Science databases (2008–2024) were searched using specific MeSH/DeCS terms. Selection was performed by independent peer review.

Results: Representative primary studies were included. Three-dimensional imaging technologies (3D-CT, CT arthroscopy) have demonstrated greater accuracy in identifying early biomechanical alterations (distal row pronation and translation). In the surgical setting, proximal row carpectomy (PRC) and four-corner arthrodesis (4CC) maintain similar functional outcomes in the medium and long term, highlighting a growing interest in limited arthrodesis (2CC/3CC) and arthroscopic grafting in early stages.

Conclusions: The management of SLAC and SNAC requires precise characterization of the anatomical stage and the integrity of the capitolar cartilage. Although PRC and 4CC are the current standards, the surgical technique should be individualized according to the patient's needs and the degree of carpal collapse.

Keywords: osteoarthritis, scaphoid pseudoarthrosis, wrist, SNAC, SLAC, carpal instability.

Introducción

La articulación de la muñeca constituye una estructura compleja cuya estabilidad e integridad funcional dependen de una intrincada interacción entre componentes óseos, cartílago articular y estabilizadores ligamentosos capsulares e interóseos (1,2). Clásicamente, la articulación del carpo se ha conceptualizado bajo modelos biomecánicos como la teoría de las columnas (columnas radial, central y cubital) y el modelo de las dos filas (distal y proximal) (3). La fila proximal (escafoides, semilunar y piramidal) actúa como un segmento intercalado sin inserciones tendinosas directas, respondiendo pasivamente a las fuerzas transmitidas desde la fila distal (trapecio, trapecoide, grande y ganchoso) y la articulación radiocarpiana (4,5).

En este complejo sistema, el escafoides desempeña un rol crítico como puente biomecánico entre la fila distal y proximal. El ligamento escafolunar, constituido por sus regiones volar, intermedia y dorsal (siendo esta última la de mayor espesor y resistencia biomecánica), resulta indispensable para mantener la cinemática coordinada entre el escafoides y el semilunar. La interrupción de este ligamento o la pérdida de la continuidad estructural del escafoides altera de manera drástica el equilibrio vectorial de presiones, generando patrones previsible de inestabilidad y degeneración articular (6).

La artrosis de muñeca afecta predominantemente el compartimento periescafoideo hasta en el 95% de los casos sintomáticos. Los dos patrones degenerativos progresivos más prevalentes son el Colapso Avanzado Escafolunar (SLAC, por sus siglas en inglés) y el Colapso Avanzado por No Unión del Escafoides (SNAC). El concepto de patrón SLAC fue introducido por Watson y Hempton en 1980 para describir el deterioro degenerativo secundario a la disociación escafolunar crónica de etiología traumática o inflamatoria/

sistémica (artritis reumatoide, enfermedad por depósito de cristales de pirofosfato de calcio, condrocalcinosis) (7,8).

Por su parte, el patrón SNAC fue caracterizado formalmente por Krakauer y Bishop en 1994 para definir el proceso de artrosis progresiva derivado específicamente de la falta de consolidación (no unión) de una fractura del escafoides (9-11).

A pesar de compartir una vía final de artrosis mediocarpiana y colapso carpiano, existen diferencias cinemáticas y anatómicas fundamentales entre SLAC y SNAC. Mientras que en el SLAC el ligamento escafolunar se halla irreversiblemente lesionado provocando la subluxación dorsal del escafoides y la basculación dorsal del semilunar (inestabilidad DISI), en el SNAC el ligamento escafolunar permanece habitualmente intacto; el fragmento escafoides proximal se mantiene unido al semilunar, mientras que el fragmento distal flexionara de forma independiente de la fila distal (8,12,13).

Dada la heterogeneidad de los protocolos terapéuticos, la diversidad de clasificaciones e innovaciones diagnósticas y quirúrgicas recientes, se fundamenta la necesidad de sistematizar el conocimiento actual. Por tanto, el objetivo de la presente revisión de alcance es analizar la evidencia científica publicada sobre las características biomecánicas, los criterios de clasificación por estadios, las herramientas diagnósticas por imagen y las opciones de tratamiento conservador y quirúrgico en las lesiones SLAC y SNAC de la muñeca.

Metodología

Se realizó una revisión de alcance siguiendo el marco de Arksey y O'Malley, con el objetivo de analizar la evidencia disponible sobre el colapso avanzado del carpo. La búsqueda se llevó a cabo en PubMed, Scopus y Web of Science, cubriendo publicaciones desde Octubre de 2008 hasta Noviembre

de 2024 y reportado en conformidad con la guía PRISMA para Revisiones de Alcance (PRISMA-ScR, Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews).

Se incluyeron artículos que abordaran la fisiopatología, el diagnóstico y el tratamiento del colapso avanzado escafolunar (SLAC) y del colapso avanzado por no unión del escafoide (SNAC), se excluyeron trabajos sin resultados clínicos definidos y literatura no arbitrada. La selección se realizó por pares mediante revisión de títulos y resúmenes, y el análisis de los datos se limitó a una síntesis descriptiva de frecuencias y tendencias en los procedimientos quirúrgicos reportados.

La estrategia incluyó una combinación de términos MeSH (*Medical Subject Headings*), DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) y palabras clave en texto libre unidas mediante operadores booleanos (AND, OR).

Los términos de búsqueda principales incluyeron: ("Scapholunate Advanced Collapse" OR "SLAC" OR "Scaphoid Nonunion Advanced Collapse" OR "SNAC") AND ("wrist osteoarthritis" OR "carpal collapse" OR "proximal row carpectomy" OR "four corner fusion" OR "arthroscopy").

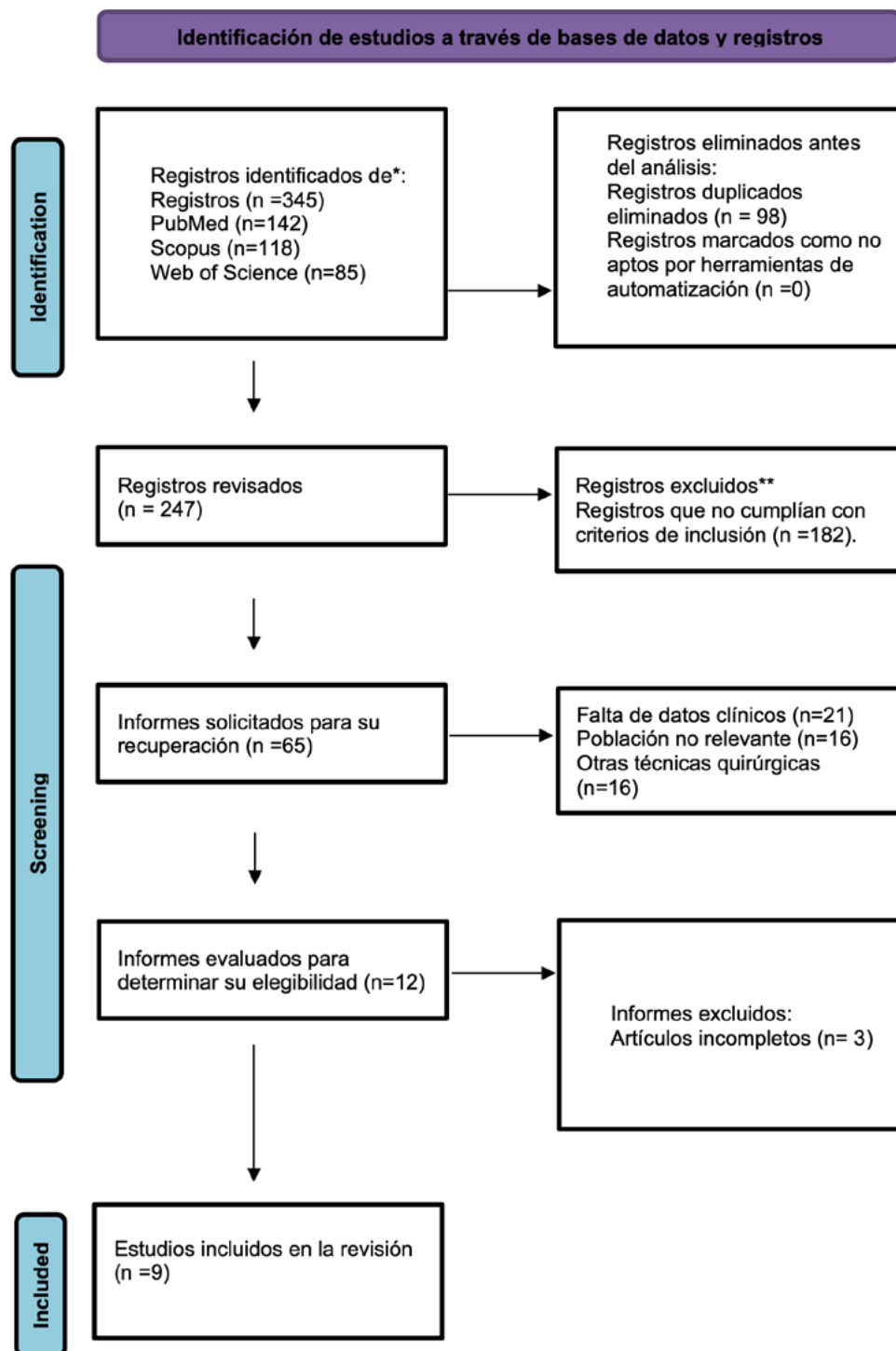
Los criterios de inclusión de los artículos fueron: Estudios primarios (ensayos clínicos aleatorizados, estudios cohortes, series de casos) y revisiones sistemáticas/narrativas que abordaran aspectos étio-patogénicos, clasificación, diagnóstico o tratamiento quirúrgico/conservador de SLAC y SNAC en adultos, publicaciones redactadas en idioma inglés o español entre los años 2008 y 2024.

Los criterios de exclusión: Cartas al editor, resúmenes de congresos no respaldados por artículo completo, editoriales y literatura no arbitrada, estudios en modelos animales o cadavéricos sin aplicación clínica directa.

La selección de estudios se realizó en dos fases por dos investigadores independientes (B.A.O.T. y B.F.A.M.). En la primera fase se cribaron títulos y resúmenes para determinar la elegibilidad previa. En la segunda fase se evaluó el texto completo de las citas preseleccionadas. Los desacuerdos se resolvieron mediante la mediación de un tercer revisor sénior (V.H.Á.S.).

El flujo de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios se resume en la **figura 1** (representación del diagrama PRISMA-ScR).

Figura 1. Flujograma PRISMA



Resultados

Los estudios analizados provinieron de diversos países (Estados Unidos, Japón, Francia, Alemania, Finlandia, Bulgaria, España), abarcando un total acumulado de más de 1,500 muñecas evaluadas en la literatura sintetizada. En cuanto al diseño, predominaron estudios sobre tratamiento (N=6) y diagnóstico (N=3). Las temáticas principales abordadas correspondieron a: 1) Diagnóstico biomecánico y de imagen tridimensional; 2) Comparación funcional entre Carpectomía de Fila Proximal (PRC) y Artrodesis de Cuatro Esquinas (4CF); y 3) Técnicas emergentes (artrodesis limitadas 2CF/3CF, abordajes artroscópicos e implantes adaptativos).

Es indispensable precisar la clasificación por estadios para homogenizar el lenguaje clínico y la conducta quirúrgica, resolviendo inconsistencias comunes en la literatura:

Estadios de SLAC.

- Estadio 1: los cambios van a iniciar en el polo distal del escafoides y estiloides radial, el ligamento escafolunar se interrumpe y se evidencia una comunicación entre la articulación mediocarpiana y radiocarpiana (14,15).

- Estadio 2: Los cambios artrosicos se van a extender por toda la articulación radio-escafoidea (14,15).
- Estadio 3: los cambios artrosicos se extienden entre el hueso semilunar y grande y entre semilunar y escafoides (14,15). La SNAC se clasifica en tres etapas según el grado de degeneración articular:
 - Etapa I: Artrosis localizada entre la apófisis estiloides radial y la porción distal del escafoides (16).
 - Etapa II: La artrosis se extiende a toda la articulación radio escafoidea, pero la radiolunar aún se mantiene sin afectación (17). En algunos casos, también puede verse comprometida la articulación escafocapitada (16).
 - Etapa III: La degeneración avanza hasta la articulación mediocarpiana, y la cabeza del hueso grande se aproxima al radio (16).
 - Etapa IV: Afectación de la articulación radiolunar (pancarpal) (16).

Hallazgos Diagnósticos por Imagen

Los métodos avanzados de imagen han transformado la comprensión cinemática del colapso carpiano. La síntesis narrativa de los hallazgos principales se presenta en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Resumen de estudios principales sobre diagnóstico e imagen en SLAC y SNAC.

Autor y Año	Diseño / Muestra	Técnica Evaluada	Hallazgos Principales
Miyamura et al. (2023) (18)	Estudio analítico / 51 pacientes con SNAC vs. 50 controles	Tomografía Computarizada Tridimensional (TC-3D)	En el grupo con SNAC, la fila distal del carpo presentó una pronación promedio de 14° y una desviación cubital de 19°, con mayor densidad ósea en las articulaciones capitolar, estiloides radial, radiolunar y fosa semilunar.

Autor y Año	Diseño / Muestra	Técnica Evaluada	Hallazgos Principales
Crema et al. (2018) (7)	Serie de casos / 36 pacientes con SNAC/SLAC	Artrografía por Tomografía Multidetector (MDCT)	La articulación estiloides radial-escafoides es la más comprometida (85.7%), seguida de la escafo-trapecio-trapezoide (60%) y la radioescafoidea (42.9%)
Terzis et al. (2021) (19)	Estudio comparativo / 42 pacientes	RM vs. TC vs. Artroscopia de muñeca	La artroscopia se consolida como el estándar de oro para estadiamiento. La RM demostró alta sensibilidad para detectar necrosis avascular del fragmento proximal del escafoides.
Resultados del tratamiento quirúrgico El tratamiento del colapso carpiano abarca desde procedimientos preservadores		en fases iniciales hasta cirugías de rescate en estadios avanzados. La síntesis de los estudios representativos se expone en la Tabla 2 .	

Tabla 2. Síntesis de evidencia sobre intervenciones quirúrgicas en SLAC y SNAC.

Autor y Año	Diseño y Muestra	Procedimiento / Intervención	Resultados Clínicos y Funcionales
Lee & Jung (2022) (20)	Estudio prospectivo / 15 pacientes con SNAC Estadio I	Injerto óseo artroscópico + fijación percutánea K-wires sin estiloidectomía	Tiempo promedio de unión radiológica de 9.7 ± 1.2 semanas
Ahmadi et al. (2022) (21)	Revisión sistemática y meta-análisis / 1,059 muñecas (5-18 años seguimiento)	PRC vs. 4CF vs. Artrodesis bicolunar	Fuerza de agarre postoperatoria del 64% respecto al lado sano, con preservación de la altura del carpo
Reyniers et al. (2023) (22)	Meta-análisis / Pacientes con SLAC/ SNAC Estadios II y III	PRC vs. 4CF	PRC ofrece mayor amplitud de movimiento en flexión y desviación cubital con menos complicaciones, aunque la artrodesis bicolunar presentó la tasa más alta de falla del material (13.8%)
Rimokh et al. (2020) (23)	Serie retrospectiva / 40 pacientes	4CF con placa bloqueada mediocarpiana	Fuerza de agarre postoperatoria del 64% respecto al lado sano, con preservación de la altura del carpo

Autor y Año	Diseño y Muestra	Procedimiento / Intervención	Resultados Clínicos y Funcionales
Ring et al. (2024) (24)	Estudio comparativo multicéntrico	Artrodesis de 2, 3 y 4 esquinas (2CF, 3CF, 4CF)	La 2CF/3CF requirió injerto óseo con menor frecuencia (22% vs. 86% en 4CF) y mostró mayor satisfacción del paciente (85.7% vs. 57.9%), con mejor desempeño en escalas VAS y Quick DASH.
McKnight et al. (2023) (25)	Estudio retrospectivo / 40 pacientes	Artrodesis capitolar: tornillos de compresión vs. grapas de Nitinol	Las tasas de consolidación fueron del 89% y 97% respectivamente, sin diferencias estadísticamente significativas. El rango de movimiento activo postoperatorio fue: extensión 27°, flexión 27°, desviación radial 9°, desviación cubital 16°, y fuerza de agarre de 22 kg frente a 29 kg del lado sano

Discusión

El SLAC y el SNAC representan los dos patrones más frecuentes de artrosis de muñeca de origen periescafoideo y, aunque comparten una vía degenerativa final común, sus puntos de partida son distintos: uno nace de la rotura del ligamento escafolunar, el otro de una fractura que nunca consolidó (13,26,27).

Uno de los principales hallazgos en la literatura analizada es el momento de diagnosticar esta patología, ya que determina las opciones de tratamiento. Las dos patologías pueden asintomáticas a lo largo de los años, y debido a que los síntomas son muy inespecíficos, los pacientes tienden a atribuir el dolor al sobreuso de la articulación. Si existe dolor en el reposo o disminución significativa del movimiento, el daño articular puede avanzar hasta una etapa en la cual el tratamiento conservador no es posible (13,28).

Miyamura et al. (18) El equipo de investigación informó que las deformidades carpianas tridimensionales observadas en pacientes con SNAC no se detectan clínicamente en las etapas iniciales mediante los métodos de diagnóstico por imagen convencionales. Esto subraya la necesidad de realizar

sistemáticamente tomografía computarizada tridimensional y resonancia magnética en pacientes con antecedentes de fracturas de escafoides, incluso cuando se pueden obtener resultados suficientes con radiografía simple (19).

Crema et al. (7) mencionan que la distribución del daño cartilaginoso originado en la articulación estiloides radial-escafoides (85,7%) sigue un patrón que es predecible, lo que permite una estadificación y una planificación quirúrgica más precisas que en estudios anteriores y la planificación quirúrgica con mayor precisión que los estudios convencionales.

La artroscopia de muñeca es considerada el estándar de oro para evaluar el cartílago articular, el valor de esta prueba no se limita únicamente al diagnóstico. Permite una estadificación precisa y, para los especialistas cualificados, posibilita el inicio del tratamiento durante la misma intervención quirúrgica (19).

Gracias a esta doble función, esta prueba se está consolidando como una herramienta diagnóstica fundamental para las etapas 1 y 2, especialmente cuando los estudios de imagen no permiten llegar a una conclusión

clara sobre el estado del hueso grande del carpo; es decir, cuando este es un factor clave para decidir entre la resección carpiana y la artrodesis (29,30).

El debate entre la carpectomía proximal del carpo y la artrodesis de cuatro esquinas ha persistido en la literatura durante décadas y aún no se ha resuelto. Sin embargo, es evidente que ninguna de las dos técnicas es universalmente superior. Cada una posee ventajas que la hacen más adecuada para diferentes situaciones clínicas (30,31).

La carpectomía proximal del carpo tiene la ventaja de una recuperación más rápida, menor incidencia de complicaciones y mejor rango de movimiento postoperatorio en desviación cubital y flexión, de acuerdo a Ahmadi et al (21). Sin embargo, tiene una condición de base que no puede ignorarse: el cartílago de la cabeza del hueso grande debe estar intacto para que la articulación resultante entre este hueso y el radio sea funcionalmente viable. Cuando ese cartílago ya está comprometido lo que ocurre en estadios II avanzados y III la PRC pierde su ventaja mecánica y aumenta el riesgo de degeneración secundaria (31,32).

La artrodesis de cuatro esquinas es más predecible en términos de estabilidad a largo plazo y preservación de la altura del carpo, como demuestra el trabajo de Rimokh et al. (23) en 40 pacientes tratados con placa bloqueada, con una fuerza de agarre postoperatoria del 64% respecto al lado sano. El costo es una mayor complejidad técnica, una tasa de no unión no despreciable y la necesidad casi sistemática de injerto óseo hasta en el 86% de los casos según Ring et al. (24) lo que prolonga la cirugía y añade morbilidad donante relevante en pacientes en edad laboral activa.

Ring et al. (24) sugieren una dirección notable en los datos sobre artrodesis de dos y tres esquinas. Esta técnica, que presenta una tasa de pseudoartrosis similar a la artrodesis de cuatro esquinas, una menor necesidad de

injertos (22% vs. 86%), mejor control del dolor en la escala VAS y mayor satisfacción del paciente (85,7% vs. 57,9%), ofrece un equilibrio más favorable en ciertos perfiles de pacientes.

Ahmadi et al. (21) también confirmaron que la artrodesis de dos esquinas proporciona un rango de movimiento activo postoperatorio superior en flexión y extensión en comparación con la artrodesis de cuatro esquinas, pero la tasa de pseudoartrosis fue del 10,0% para la artrodesis de dos esquinas y del 6,9% para la artrodesis de cuatro esquinas. Por otro lado, la artrodesis bicolumnar mostró la tasa de fallo del material más alta (13,8%), lo que sugiere una menor estabilidad mecánica a largo plazo. Sin embargo, esta evidencia proviene de una serie de estudios con una heterogeneidad metodológica significativa, y la comparación directa mediante ensayos clínicos aleatorizados, como el protocolo del ensayo PROOF publicado por Alanen et al. (30), sigue siendo un reto pendiente en este campo.

El cambio de terminología de pseudoartrosis a no unión del escafoides no es meramente superficial. El término no unión refleja mejor la naturaleza crónica del problema y sus consecuencias cinemáticas, facilita la comunicación entre expertos y armoniza la terminología clínica con el pronóstico quirúrgico (8,27). La no unión diagnosticada en estadio 1, donde el cartílago radial-escafoides está intacto, requiere un tratamiento completamente diferente al de la no unión en estadio 3, donde se ha establecido el colapso metacarpiano.

El estudio de Lee y Jung (20) respalda este punto desde una perspectiva práctica. Quince pacientes con SNAC en estadio 1, tratados con injerto óseo artroscópico y fijación percutánea sin estiloidectomía radial, lograron la consolidación ósea en un promedio de $9,7 \pm 1,2$ semanas. El uso del artroscopio como herramienta de tratamiento en las etapas iniciales no solo minimiza el trauma quirúrgico, sino que también evita el estigma funcional asociado a procedimientos más extensos en

pacientes jóvenes con alta exigencia física (20,33).

McKnight et al (25) abordaron la selección de implantes para la artrodesis humero-semilunar, un aspecto práctico relevante en la vida diaria. Ambos grupos mostraron altas tasas de fusión (97 % con grapas de nitinol y 89 % con tornillos de compresión sin cabeza), y dado que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas, la elección podría dejarse a la preferencia y experiencia del cirujano.

Chammas (31) señaló que el análisis exhaustivo de estos resultados es difícil debido a la heterogeneidad de los datos sobre la progresión a largo plazo de la osteoartritis tras la fijación total de la muñeca.

La introducción de prótesis de reemplazo parcial, como el APSI (Implante Adaptado de Escafoides Proximal), es un área activa de investigación, y los resultados de estudios preliminares respaldan la necesidad de estudios de seguimiento a largo plazo (12). Si bien la capacidad de mantener la movilidad sin las limitaciones biomecánicas de la artrodesis resulta particularmente atractiva para los pacientes jóvenes, aún no existe suficiente evidencia para establecerla como una alternativa estándar a los tratamientos quirúrgicos existentes.

A pesar de la abundante bibliografía existente, aún persisten importantes lagunas en la investigación. La mayoría de los estudios son retrospectivos, con tamaños de muestra pequeños y periodos de seguimiento variables. Existe una falta de ensayos controlados aleatorizados que permitan una comparación directa entre diversos procedimientos utilizando criterios de inclusión estandarizados.

Conclusiones

Las lesiones de SNAC y SLAC implican cambios degenerativos que son progresivos por la inestabilidad crónica, sin embargo, se originan

de diferentes patologías: SLAC por lesión del ligamento escafolunar y SNAC por pseudoartrosis del escafoides.

Existen diversas condiciones que son detectables de estas patologías mediante uso de pruebas imagen para evaluar la progresión de la enfermedad. Entender estas patologías y diferencias es de vital importancia para poder planificar el tratamiento correcto.

La decisión quirúrgica depende de múltiples factores como la etapa de la enfermedad, la severidad de los síntomas, la experiencia del cirujano y las expectativas del paciente. La carpectomía de fila proximal es una opción que brinda resultados adecuados a mediano plazo con una baja tasa de complicaciones. Mientras que la artrodesis de 4 esquinas ofrece mayor estabilidad a largo plazo indicado en estadios II y III cuando el dolor es severo y no responde al tratamiento convencional.

Bibliografía

1. Francisco Andrade G. Artrosis de muñeca, estudio y opciones de tratamiento. Rev Médica Clínica Las Condes. 2014;25(5):750-5. doi:10.1016/S0716-8640(14)70102-6
2. Slotine I, Courties A. Artrosis de la mano y la muñeca. EMC - Apar Locomot. 2025;58(2):1-11. doi:10.1016/S1286-935X(25)50481-1
3. Laulan J, Marteau E, Bacle G. Wrist osteoarthritis. Orthop Traumatol Surg Res. 2015;2014 Instructional Course Lectures (SoFCOT)101(1, Supplement):S1-9. doi:10.1016/j.otsr.2014.06.025
4. Ochoa M, López A, Egozcue R. Denervación total de muñeca en pacientes con artrosis radiocarpiana. Vol. 97. 2012;97(785):28-032.
5. Jones ME, Davies MAM, Shah K, Kemp S, Peirce N, Leyland KM, et al. The prevalence of hand and wrist osteoarthritis

- in elite former cricket and rugby union players. *J Sci Med Sport*. 2019;22(8):871-5. doi:10.1016/j.jsams.2019.03.004
6. Larsson SL, Ekstrand E, Dahlin LB, Björkman A, Brogren E. A self-managed exercise therapy program for wrist osteoarthritis: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2023;24:628. doi:10.1186/s13063-023-07668-4 PubMed PMID: 37784197; PubMed Central PMCID: PMC10546651.
 7. Crema MD, Phan C, Miquel A, Quach C, Arrivé L, Menu Y. MDCT arthrography assessment of scaphoid nonunion advanced collapse: distribution of cartilage damage and relationship with scaphoid nonunion features. *Skeletal Radiol*. 2018;47(8):1157-65. doi:10.1007/s00256-018-2907-7 PubMed PMID: 29520536.
 8. Maris S, Apergis E, Apostolopoulos A, Melissaridou D, Koulouvaris P, Papagelopoulos PJ, et al. Scapholunate Advanced Collapse (SLAC) and Scaphoid Nonunion Advanced Collapse (SNAC): A Review of Treatment Options for Stage II. *Cureus*. 2024;16. doi:10.7759/cureus.59014
 9. Davies MAM, D Judge A, Delmestri A, P T Kemp S, Stokes KA, Arden NK, et al. Health amongst former rugby union players: A cross-sectional study of morbidity and health-related quality of life. *Sci Rep*. 2017;7(1):11786. doi:10.1038/s41598-017-12130-y PubMed PMID: 28959048; PubMed Central PMCID: PMC5620077.
 10. Jones ME, Davies MAM, Leyland KM, Delmestri A, Porter A, Ratcliffe J, et al. Osteoarthritis and other long-term health conditions in former elite cricketers. *J Sci Med Sport*. 2018;21(6):558-63. doi:10.1016/j.jsams.2017.10.013 PubMed PMID: 29089246; PubMed Central PMCID: PMC5964309.
 11. Matellanes Palacios C, Cabanes Ferrer I, Alfonso Porcar M, Gázquez Gázquez G, Losar Sogues Colom A, Castillo Ruipérez L, et al. Carpectomía de la fila proximal en procesos degenerativos de la muñeca. Nuestra experiencia a mediano plazo. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*. 2024;89(4):341-52. doi:10.15417/issn.1852-7434.2024.89.4.1843
 12. Mosillo G, Basso MA, Balato G, Bernasconi A, Coviello A, Tamborini F, et al. Adaptive proximal scaphoid implant (APSI): a systematic review of the literature. *Orthop Rev*. 2022;14(1):30721. doi:10.52965/001c.30721 PubMed PMID: 35106130; PubMed Central PMCID: PMC8801581.
 13. Kompoliti E, Prodromou M, Karantanas AH. SLAC and SNAC Wrist: The Top Five Things That General Radiologists Need to Know. *Tomography*. 2021;7(4):488-503. doi:10.3390/tomography7040042 PubMed PMID: 34698283; PubMed Central PMCID: PMC8544666.
 14. Meier R. Behandlungsoptionen beim karpalen Kollaps nach Skaphoidfraktur. *Unfallchirurg*. marzo de 2019;122(3):211-8. doi:10.1007/s00113-019-0631-y
 15. Kale NN, Foote J, Medvedev G. Use of Wrist Denervation in the Treatment of SLAC and SNAC Wrist by ASSH Members. *J Wrist Surg*. junio de 2023;12(03):280-6. doi:10.1055/s-0042-1756498
 16. Elshahhat A, Abed Y, Nour K. Lunate-capitate arthrodesis for scaphoid nonunion: a comparative study. *BMC Musculoskelet Disord*. 20 de agosto de 2024;25(1):653. doi:10.1186/s12891-024-07755-w
 17. Rao DMV, Reddy DH, Bhavishya DT. Prevalence of Osteoarthritis of Wrist in Symptomatic Patients – A Tertiary Hospital Study. Vol. 18. 2019;18(4):53-63. doi:10.9790/0853-1804205363
 18. Miyamura S, Shiode R, Lans J, Oka K, Tanaka H, Okada S, et al. Quantitative 3-D CT Demonstrates Distal Row Pronation and Translation and Radiolunate Arthritis in the SNAC Wrist. *J Bone Joint Surg*

- Am. 2023;105(17):1329-37. doi:10.2106/JBJS.22.01350 PubMed PMID: 37471563.
19. Terzis A, Klinger A, Seegmüller J, Sauerbier M. Inter-Rater Reliability of Magnetic Resonance Imaging in Comparison to Computed Tomography and Wrist Arthroscopy in SLAC and SNAC Wrist. *J Clin Med*. 2021;10(16):3592. doi:10.3390/jcm10163592 PubMed PMID: 34441890; PubMed Central PMCID: PMC8397217.
20. Lee YK, Jung YR. Arthroscopy-assisted bone grafting for the treatment of SNAC stage I without radial styloidectomy. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101(32):e29930. doi:10.1097/MD.00000000000029930 PubMed PMID: 35960081; PubMed Central PMCID: PMC9371479.
21. Ahmadi AR, Duraku LS, van der Oest MJW, Hundepool CA, Selles RW, Zuidam JM. The never-ending battle between proximal row carpectomy and four corner arthrodesis: A systematic review and meta-analysis for the final verdict. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS*. 2022;75(2):711-21. doi:10.1016/j.bjps.2021.09.076 PubMed PMID: 34802951.
22. Reyniers P, van Beek N, De Schrijver F, Goeminne S. Proximal row carpectomy versus four-corner arthrodesis in the treatment of SLAC and SNAC wrist: meta-analysis and literature review. *Hand Surg Rehabil*. 2023;42(3):194-202. doi:10.1016/j.hansur.2023.03.006 PubMed PMID: 37031919.
23. Rimokh J, Benazech B, Lebeau N, Haddad B, Moughabghab M, David E. Clinical and radiological outcomes of 40 cases of SLAC and SNAC wrist treated by four-corner arthrodesis with locking plate. *Hand Surg Rehabil*. 2020;39(1):36-40. doi:10.1016/j.hansur.2019.10.196
24. Ring J, Clark TA, Giuffre JL. A Comparative Study of 2-Corner, 3-Corner, and 4-Corner Arthrodesis for Midcarpal Arthritis. *Hand N Y N*. 2024;19(8):1235-41. doi:10.1177/15589447231174046 PubMed PMID: 37269102; PubMed Central PMCID: PMC11536787.
25. McKnight RR, Tait MA, Bracey JW, Odum SM, Lewis DR, Gaston RG. Retrospective Comparison of Capitulate Arthrodesis Using Headless Compression Screws Versus Nitinol Memory Staples for SLAC and SNAC Wrist: Radiographic, Functional, and Patient-Reported Outcomes. *Hand N Y N*. 2023;18(1):113-21. doi:10.1177/1558944721999732 PubMed PMID: 33789517; PubMed Central PMCID: PMC9806524.
26. Meier R. Behandlungsoptionen beim karpalen Kollaps nach Skaphoidfraktur. 2019;211-8.
27. Kale NN, Foote J, Medvedev G. Use of Wrist Denervation in the Treatment of SLAC and SNAC Wrist by ASSH Members. *J Wrist Surg*. 2023;12(3):280-6. doi:10.1055/s-0042-1756498 PubMed PMID: 37223381; PubMed Central PMCID: PMC10202580.
28. Fuggle N, Bere N, Bruyère O, Rosa MM, Prieto Yerro MC, Dennison E, et al. Management of hand osteoarthritis: from an US evidence-based medicine guideline to a European patient-centric approach. *Aging Clin Exp Res*. 2022;34(9):1985-95. doi:10.1007/s40520-022-02176-y PubMed PMID: 35864304; PubMed Central PMCID: PMC9464159.
29. Dacho AK, Baumeister S, Germann G, Sauerbier M. Comparison of proximal row carpectomy and midcarpal arthrodesis for the treatment of scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC-wrist) and scapholunate advanced collapse (SLAC-wrist) in stage II. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg JPRAS*. 2008;61(10):1210-8. doi:10.1016/j.bjps.2007.08.007 PubMed PMID: 17951122.

30. Alanen M, Stjernberg-Salmela S, Waris E, Karjalainen T, Miettunen J, Ryhänen J, et al. Proximal ROW carpectomy versus four-corner Fusion (PROOF-trial) for osteoarthritis of the wrist: study protocol for multi-institutional double-blinded randomized controlled trial. *Trials*. 2023;24(1):499. doi:10.1186/s13063-023-07544-1 PubMed PMID: 37550711; PubMed Central PMCID: PMC10405450.
31. Chammas PE, Hadouiri N, Chammas M, Ramos-Pascual S, Stirling P, Nover L, et al. Proximal row carpectomy generates better mid- to long-term outcomes than four-corner arthrodesis for post-traumatic wrist arthritis: A meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR*. 2022;108(7):103373. doi:10.1016/j.otsr.2022.103373 PubMed PMID: 35940440.
32. Simeonov N, Angelov K, Marcheiva I, Apostolu E, Dimitrov K, Kateva M. Intracarpal arthrodesis or proximal row carpectomy in SNAC and SLAC wrist. *J Bulg Orthop TRAUMA Assoc*. 2024;61(02):98-104. doi:10.58542/jbota.v61i02.110
33. Oh WT, Park HJ, Koh IH, Choi YR. Outcomes of Arthroscopic Scaphoid Excision and Lunocapitate Fusion for Advanced Traumatic Arthritis of the Wrist. *Clin Orthop Surg*. 2023;15(2):308-17. doi:10.4055/cios22066 PubMed PMID: 37008977; PubMed Central PMCID: PMC10060770.

Factores sociodemográficos, antropométricos y clínico-funcionales asociados al riesgo de caídas en adultos mayores de una parroquia rural del Ecuador

Sociodemographic, anthropometric, and clinical-functional factors associated with the risk of falls in older adults in a rural parish in Ecuador

Recepción: 17 de abril de 2026 | Aprobación: 1 de julio de 2026 | Publicación: 20 de agosto de 2026

Joseline Alexandra Suqui Cajamarca  
joseline.suqui.28@est.ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca

Isabel Cristina Mesa Cano 
imesac@ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca

Miriam Araceli Cajamarca Llanzi 
miriam.cajamarca@est.ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca

DOI: <https://doi.org/10.26871/ceus.v8i1.287>

Resumen

Antecedentes. Las caídas en adultos mayores son un síndrome geriátrico asociado con discapacidad y pérdida funcional, influido por edad, enfermedades crónicas, sedentarismo, factores antropométricos y vulnerabilidad socioeconómica rural. **Objetivo.** Determinar la asociación entre factores socioeconómicos, antropométricos y de salud con el riesgo de caídas en adultos mayores residentes de una comunidad rural del Ecuador. **Materiales y métodos.** Se realizó un estudio observacional, analítico, transversal y de diseño no experimental en 314 adultos mayores de 65 años. La composición corporal fue evaluada mediante bioimpedancia eléctrica y el riesgo de caídas mediante el Test de Tinetti. Se aplicaron pruebas t de Student, Chi-cuadrado y regresión logística binaria, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$. **Resultados.** El riesgo de

caídas se asoció significativamente con la edad avanzada ($77,01 \pm 8,25$ años; $p < 0,001$), el sexo femenino (77,6%; $p = 0,033$) y el sedentarismo ($p = 0,008$). El análisis multivariado identificó a las enfermedades crónicas como principal factor predictor, incrementando más de tres veces la probabilidad de riesgo de caídas ($OR = 3,017$; $p = 0,001$). Asimismo, un bajo nivel educativo se relacionó con mayor riesgo ($OR = 2,161$; $p = 0,008$). Las variables antropométricas perdieron significancia estadística en el modelo ajustado. **Conclusión.** La multimorbilidad y los determinantes sociales constituyen los principales factores asociados al riesgo de caídas en adultos mayores rurales. Se requieren estrategias multidisciplinarias orientadas al manejo integral de enfermedades crónicas, la alfabetización en salud y la preservación de la autonomía funcional.

Palabras claves: Anciano; Accidentes por Caídas; Equilibrio Postural; Enfermedad Crónica; Factores de Riesgo

Abstract

Background. Falls among older adults are a geriatric syndrome associated with disability and functional decline, influenced by age, chronic diseases, physical inactivity, anthropometric factors, and rural socioeconomic vulnerability. **Objective.** To determine the association between socioeconomic, anthropometric, and health factors and the risk of falls among older adults living in a rural community in Ecuador. **Materials and Methods.** An observational, analytical, cross-sectional, non-experimental study was conducted among 314 adults aged 65 years and older. Body composition was assessed using electrical bioimpedance, and the risk of falls was assessed using the Tinetti Test. Student's t-tests, chi-square tests, and binary logistic regression were applied, with a significance level of $p < 0.05$. **Results.** The risk of falls was significantly associated with advanced age (77.01 ± 8.25 years; $p < 0.001$), female sex (77.6%; $p = 0.033$), and a sedentary lifestyle ($p = 0.008$). Multivariate analysis identified chronic diseases as the main predictor, increasing the probability of fall risk more than threefold ($OR = 3.017$; $p = 0.001$). Likewise, a low level of education was associated with increased risk ($OR = 2.161$; $p = 0.008$). Anthropometric variables lost statistical significance in the adjusted model. **Conclusion.** Multimorbidity and social determinants are the main factors associated with the risk of falls among older adults in rural areas. Multidisciplinary strategies are needed that focus on the comprehensive management of chronic diseases, health literacy, and the preservation of functional autonomy.

Keywords: Elderly; Fall Accidents; Postural Balance; Chronic Disease; Risk Factors

Introducción

El envejecimiento poblacional constituye uno de los principales desafíos para los sistemas de salud a nivel mundial debido al incremento de enfermedades crónicas, discapacidad y dependencia funcional. Entre los síndromes geriátricos de mayor relevancia se encuentran las caídas, definidas como eventos involuntarios que provocan que una persona termine

en el suelo o en un nivel inferior. Según la Organización Mundial de la Salud, aproximadamente el 28% al 35% de las personas mayores de 65 años experimentan al menos una caída al año, proporción que aumenta hasta el 42% en individuos mayores de 70 años, constituyéndose en una de las principales causas de lesiones, hospitalización, discapacidad y mortalidad en este grupo etario (1,2).

En Ecuador, el proceso de transición demográfica ha generado un crecimiento sostenido de la población adulta mayor. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), más del 8% de la población ecuatoriana corresponde a personas de 65 años o más, porcentaje que continúa en ascenso. En este contexto, el hecho adquiere mayor importancia en las zonas rurales, arrastrando desigualdades sociales, dificultades en el acceso a los servicios de salud, menor cobertura de programas de prevención y características medioambientales que amplían las probabilidades de la aparición de eventos adversos. En Ecuador, estudios nacionales han indicado que un porcentaje entre el 30% y el 40% de los adultos mayores reportan que han tenido caídas, siendo las comunidades rurales las que ofrecen una mayor frecuencia en este aspecto debido a los factores de la multimorbilidad, el deterioro funcional, la situación geográfica de aislamiento y las características socioeconómicas desfavorables (3,4).

Desde una óptica fisiológica, el envejecimiento se asocia con la aparición de alteraciones progresivas de los sistemas visual, vestibular, propioceptivo y músculo-esquelético, lo cual afecta la capacidad sobre el control postural y sobre mantener la estabilidad durante la marcha y el desempeño de las actividades de la vida diaria (3-5). Enfermedades crónicas no comunicables como la hipertensión arterial, la diabetes mellitus tipo 2, los trastornos del tipo neurodegenerativo, entre otros, son determinantes en el deterioro funcional y de caídas (6-9). También con relación a ello, se han descrito determinantes psicosociales como la depresión, el deterioro cognitivo o el miedo a caer, que parecen ser determinantes importantes en los problemas de inestabilidad postural y de pérdidas de autonomía (10,11).

La evidencia también señala que variables antropométricas y funcionales, como la obesidad, la sarcopenia, la disminución de la fuerza muscular y el dolor crónico, afectan

negativamente el equilibrio y la movilidad, incrementando la susceptibilidad a las caídas (12-15). Aunque diversas intervenciones basadas en ejercicio físico, entrenamiento del equilibrio y fortalecimiento muscular han demostrado efectividad para reducir este riesgo, la información disponible sobre los factores asociados a las caídas en poblaciones rurales ecuatorianas sigue siendo limitada (16-20).

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la asociación entre variables sociodemográficas, clínicas, antropométricas y funcionales con el riesgo de caídas en adultos mayores residentes de una comunidad rural del Ecuador, con el propósito de generar evidencia que contribuya al diseño de estrategias preventivas adaptadas a las necesidades de esta población.

Metodología:

Se realizó un estudio observacional, analítico, de corte transversal y enfoque cuantitativo durante el año 2025, con el objetivo de determinar la asociación entre factores sociodemográficos, antropométricos y clínico-funcionales y el riesgo de caídas en adultos mayores residentes en las parroquias rurales de El Valle, Ricaurte y Sinincay, pertenecientes al cantón Cuenca, Ecuador.

La población de estudio estuvo conformada por adultos mayores de 65 años, seleccionándose una muestra de 314 participantes mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. La muestra estuvo integrada por 99 hombres (31,5%) y 215 mujeres (68,5%), con una edad media de 74 años. En lo que respecta al reclutamiento, el mismo se llevó a cabo en centros de salud y en servicios sociales de las comunidades del estudio. En lo que respecta a la recolección de los datos, la misma se llevó a cabo entre los meses de agosto a diciembre de 2025.

Los criterios de inclusión fueron: ser mayor o igual a 65 años, residir de manera

estable en las parroquias rurales seleccionadas, así como dar consentimiento informado, además de tener un nivel cognitivo suficiente para seguir las instrucciones e ir completando las diferentes evaluaciones. Se excluyó a los participantes con deterioro cognitivo severo, aquellos que eran dependientes para moverse (es decir, encamados o usuarios de silla de ruedas), así como aquellos con enfermedades agudas al momento de la evaluación o de las puntuaciones incompletas.

La información sociodemográfica se obtuvo mediante un cuestionario estructurado. La composición corporal se evaluó mediante la técnica de bioimpedancia eléctrica, lo que nos permitió obtener datos del índice de masa corporal y de la masa muscular. El riesgo de caídas se determinó mediante el Test de Tinetti, un instrumento validado para la evaluación del equilibrio y la marcha en el que puntuaciones menores de 19 indicaron alto riesgo de caer, mientras que puntuaciones entre 19-24 indicaron riesgo moderado y entre 25-28, riesgo de caídas bajo.

El análisis estadístico se realizó mediante la utilización del software IBM SPSS Statistics. Se aplicó estadística descriptiva mediante frecuencias y porcentajes, así como mediante medias y desviaciones estándar. Para proceder al análisis bivariado se utilizaron las pruebas t de Student y Chi-cuadrado. Una vez alcanzada dicha fase se empleó un

modelo de regresión logística binaria para detectar los factores asociados de modo independiente al riesgo de caídas, estimando Odds Ratio (OR) e intervalos de confianza del 95%. Así mismo, se verificó la no existencia de multicolinealidad entre las variables independientes de modo que se asegurara la consistencia y presencia de validez del modelo. Se consideró significancia estadística un valor de $p < 0,05$.

La investigación fue aprobada por el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad Católica de Cuenca (CEISH-UCACUE-2023-181). Todos los participantes otorgaron su consentimiento informado previo a su inclusión en el estudio. Se garantizó el cumplimiento de los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki, asegurando el anonimato, la confidencialidad y la protección de los datos personales durante todas las etapas de la investigación.

Resultados

La evaluación del riesgo de caídas mediante el Test de Tinetti mostró que el 27,0% ($n = 85$) de los participantes presentó alto riesgo de caída, el 18,5% ($n = 58$) riesgo moderado y el 54,5% ($n = 171$) riesgo bajo. En conjunto, el 45,5% de los adultos mayores evaluados presentó riesgo de caída (Tabla 1).

Tabla 1. Prevalencia del riesgo de caída en adultos mayores de la zona rural del Ecuador.

Evaluación de riesgo de caída	n	%
Alto riesgo de caída	85	27
Riesgo de caída	58	18,5
Menor riesgo	171	54,5
Total	314	100

Fuente: elaboración propia a partir del análisis realizado.

La Tabla 2 presenta las características sociodemográficas, antropométricas, clínicas y funcionales de la población estudiada según el nivel de riesgo de caída. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en la edad ($p < 0,001$), el sexo ($p = 0,033$), la talla ($p = 0,018$), el índice de masa corporal ($p = 0,019$), la práctica de actividad física ($p = 0,008$) y la presencia de enfermedades crónicas ($p < 0,001$). Los participantes con alto

riesgo de caída registraron una edad media de $77,01 \pm 8,25$ años, mientras que aquellos con bajo o moderado riesgo presentaron una edad media de $73,25 \pm 7,04$ años. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el peso corporal ($p = 0,629$), la masa muscular esquelética ($p = 0,427$), la masa magra ($p = 0,174$), la convivencia actual ($p = 0,074$) ni el nivel de escolaridad ($p = 0,054$).

Tabla 2: Particularidades del prototipo y su asociación con el riesgo de caídas en una población rural de Ecuador.

	Muestra total	bajo/moderado riesgo de caídas	alto riesgo de caída	Valor p	Cohend' Tamaño del efecto [IC del 95%]
Sociodemográfico					
Edad (años, media $\pm$ DE)	74,30 $\pm$ 7,581	73,25 $\pm$ 7,040	77,01 $\pm$ 8,253	,000	,946 [1,898-5,619]
Sexo (n, %)					
Masculino	99 (31,5%)	80 (34,9%)	19 (22,4%)	,033	
Femenino	215 (68,5%)	149 (65,1%)	66 (77,6%)		
Con quien vive actualmente (n, %)					
Solo/a	90 (29,2%)	63 (27,6%)	27 (33,8%)	,074	
Con pareja	110 (35,7%)	91 (39,9%)	19 (23,8%)		
Con hijos	48 (15,6%)	32 (14,0%)	16 (20,0%)		
Nivel de estudios					
Sin escolaridad	105 (33,4%)	68 (29,7%)	37 (43,5%)	,054	
Primaria	188 (59,9%)	142 (62,0%)	46 (54,1%)		
Secundaria	18 (5,7%)	16 (7,0%)	2 (2,4%)		
Preparatoria/ técnica	3 (1,0%)	3 (1,3%)	0 (0,0%)		
Antropométrico					
Peso	63,5949 $\pm$ 11,92381	63,2126 $\pm$ 11,57767	63,9514 $\pm$ 12,08445	,629	1,52550 [-2,26317 -3,74074]

Talla	1,51629±,091297	1,52384± ,092358	1,49570± ,086048	,018	,011871 [-,051508 - -,004789]
IMC	27,6403±4,67930	27,1818± 4,20681	28,5804± 5,28175	,019	,59352 [,23060 - 2,56664]
Pantalla de historial médico (n, %)					
Actividad física				,008	
Si	224 (74,4%)	174 (78,4%)	50 (63,3%)		
No	77 (25,6%)	48 (21,6%)	29 (36,7%)		
de aptitud físico-funcional (M ± DE)					
Masa muscular esquelética	20,5±5,24	20,652±5,4307	20,075±5,4346	,427	,7263 [-2,0070- ,8518]
Masa magra blanda	36,04±7,82	36,4277±8,35233	34,9270±7,61362	,174	1,10123 [-3,66815- ,66686]
Padece alguna enfermedad crónica					
Si	155 (51,0%)	96 (42,9%)	59 (73,8%)		
No	149 (49,0%)	128 (57,1%)	21 (26,3%)		

Fuente: elaboración propia a partir del análisis realizado.

El análisis de regresión logística binaria se realizó para identificar los factores asociados al riesgo de caída. El modelo mostró asociación estadísticamente significativa para el nivel educativo (OR = 2,161; p = 0,008), la presencia de enfermedades crónicas (OR = 3,017; p = 0,001) y la edad (OR = 0,956; p =

0,046). Las variables sexo, convivencia, peso, talla, índice de masa corporal, actividad física, masa muscular esquelética y masa magra no alcanzaron significación estadística en el modelo ajustado (Tabla 3).

Tabla 3: Factores relacionados con el riesgo de caída mediante regresión logística

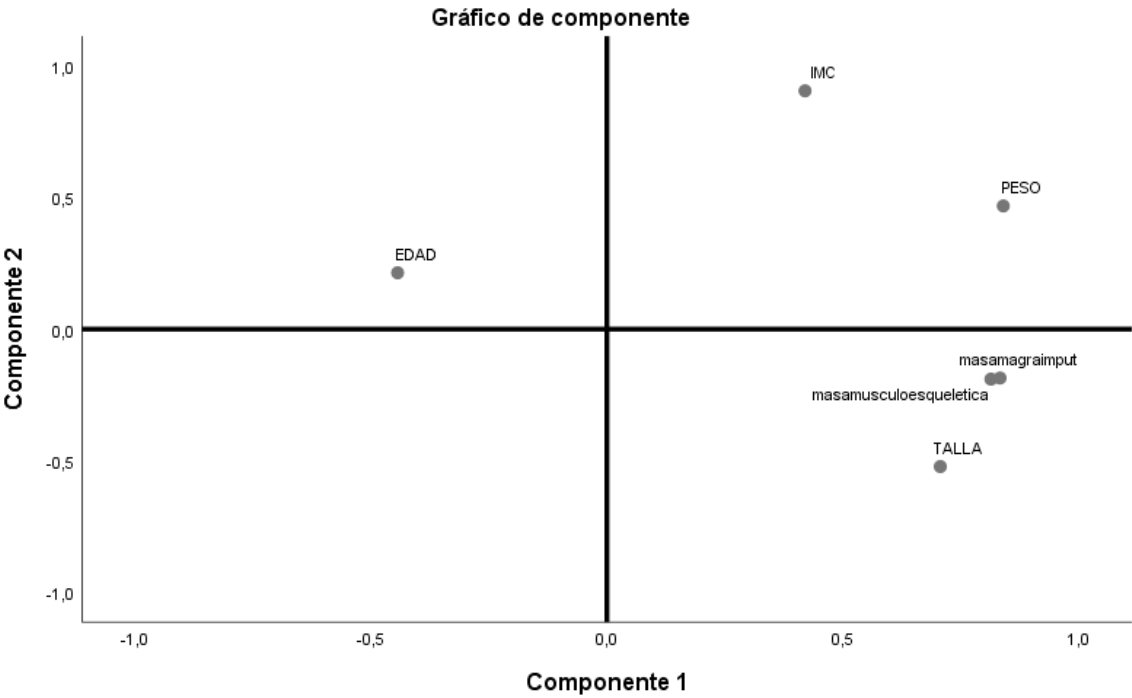
Variable	B	EE	Wald	gl	p	OR (Exp(B))
Edad	-0,045	0,022	3,973	1	0,046	0,956
Sexo	-0,436	0,411	1,125	1	0,289	0,647
Con quién vive	0,395	0,333	1,405	1	0,236	1,485
Nivel de educación	0,771	0,292	6,975	1	0,008	2,161

Variable	B	EE	Wald	gl	p	OR (Exp(B))
Peso	0,174	0,143	1,491	1	0,222	1,191
Talla	-15,907	12,015	1,753	1	0,186	0,000
IMC	-0,467	0,323	2,097	1	0,148	0,627
Actividad física	-0,284	0,348	0,663	1	0,415	0,753
Masa músculo-esquelética	-0,119	0,675	0,031	1	0,860	0,888
Masa magra	0,024	0,029	0,703	1	0,402	1,025
Enfermedad crónica	1,104	0,339	10,623	1	0,001	3,017
Constante	27,316	18,427	2,198	1	0,138	—

Fuente: elaboración propia a partir del análisis realizado.

La representación gráfica de los Odds Ratio obtenidos en el modelo de regresión logística se presenta en el Gráfico 1. Las mayores estimaciones de asociación correspondieron a la presencia de enfermedades crónicas (OR = 3,017) y al nivel educativo (OR = 2,161).

Gráfico 1: Factores asociados con el conflicto de caídas en adultos mayores: estimaciones de odds ratio y significación estadística.

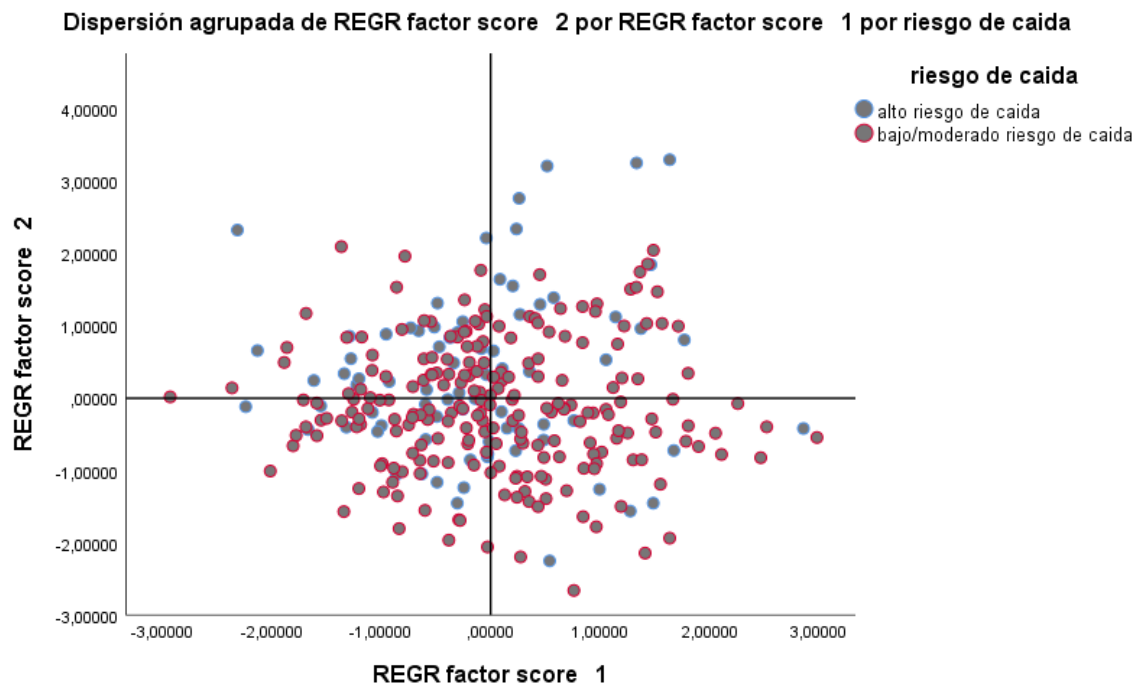


Fuente: elaboración propia a partir del análisis realizado.

El análisis multifactorial de los determinantes clínicos, sociodemográficos y antropométricos asociados al riesgo de caída se

presenta en el Gráfico 2, donde se visualizan las estimaciones obtenidas para cada variable incluida en el modelo de regresión logística.

Gráfico 2: Análisis multifactorial de los determinantes clínicos y sociales del riesgo de caídas en adultos mayores de una pueblo rural.



Fuente: elaboración propia a partir del análisis realizado.

Discusión

Los resultados del presente estudio evidenciaron una prevalencia de riesgo de caída del 45,5% en adultos mayores residentes en zonas rurales del cantón Cuenca, Ecuador. Esta frecuencia es superior a la reportada en algunos estudios realizados en poblaciones urbanas de Latinoamérica y Europa, donde se han descrito prevalencias cercanas al 30% (21). Las diferencias observadas podrían estar relacionadas con las características sociodemográficas, sanitarias y territoriales propias de los contextos rurales, aunque el diseño transversal del presente estudio no permite establecer relaciones causales (22).

En el análisis bivariado, variables como la edad, el sexo, el índice de masa corporal,

la actividad física y la presencia de enfermedades crónicas mostraron asociación con el riesgo de caída. Sin embargo, en el modelo multivariado únicamente la edad, el nivel educativo y la presencia de enfermedades crónicas mantuvieron asociación estadísticamente significativa. Estos hallazgos sugieren que las condiciones clínicas y determinados factores sociales podrían desempeñar un papel relevante en la ocurrencia del riesgo de caídas en esta población.

La asociación observada entre enfermedades crónicas y riesgo de caída coincide con investigaciones previas que han documentado una mayor frecuencia de alteraciones funcionales, déficits de movilidad y limitaciones en el equilibrio entre personas con multimorbilidad (23-26). De igual manera, el nivel educativo

mostró una asociación significativa en el modelo ajustado, resultado concordante con estudios que señalan la influencia de los determinantes sociales de la salud sobre los desenlaces funcionales en adultos mayores (27).

Por otra parte, aunque el índice de masa corporal presentó asociación en el análisis bivariado, esta perdió significancia estadística en el modelo multivariado. Del mismo modo, las variables relacionadas con la composición corporal, como la masa muscular esquelética y la masa magra, no mostraron asociación significativa tras el ajuste estadístico. Estos resultados difieren de algunos estudios que han descrito una relación entre la composición corporal y el riesgo de caídas (24,28), lo que podría atribuirse a diferencias metodológicas, características poblacionales o contextos geográficos distintos.

Asimismo, la mayor proporción de mujeres dentro del grupo con alto riesgo de caída es consistente con reportes previos realizados en población geriátrica, donde se han descrito diferencias relacionadas con factores biológicos, funcionales y sociodemográficos asociados al envejecimiento (29,30). A pesar de ello, la variable no presentó significancia estadística en el análisis multivariado de los resultados. Estratificamos las variables por conveniencia para ser aplicadas a algo específico. Entre otras limitaciones en el estudio debe considerarse, el no poder aplicar técnica muestral probabilística; se trata de un muestreo no probabilístico por conveniencia, que puede provocar sesgos de selección en los resultados y limitar su generalidad a otras poblaciones rurales del Ecuador. Además, el estudio no incluyó variables ambientales potenciales como las características de la vivienda, condiciones del terreno, iluminación, barreras arquitectónicas o acceso a la atención de salud, que se han relacionado con el riesgo de caídas según estudios anteriores. Por otra parte, el diseño transversal del estudio permite identificar asociaciones, pero no

posibles relaciones temporales o causales entre las variables evaluadas. Las futuras investigaciones deberían incluir un diseño longitudinal y muestros probabilísticos que incluyan poblaciones representativas. Asimismo, sería pertinente incluir la evaluación de factores ambientales, condiciones de vivienda, fuerza muscular, desempeño funcional y otras variables relacionadas con la calidad de vida para conocer de forma más completa los factores asociados al riesgo de caídas en adultos mayores viviendo en comunidades rurales del Ecuador.

En suma, las evidencias encontradas muestran la asociación que hay entre factores clínicos y sociales y el riesgo de caídas en personas adultas mayores de áreas rurales, lo cual pone de manifiesto la importancia de atender las condiciones de salud y los determinantes sociales para realizar una valoración de esta población.

Conclusiones

En la población estudiada, el riesgo de caídas presentó asociación con las enfermedades crónicas, los escasos niveles de educación y la mayor edad; en el modelo multivariado, las enfermedades crónicas y el nivel educativo mantuvieron una asociación estadísticamente significativa con el riesgo de caídas, en cambio, las variables antropométricas como el índice de masa corporal y la masa muscular dejaron de presentar asociación significativa tras el ajuste por los posibles factores. La frecuencia del riesgo de caídas también fue mayor en las mujeres y en las personas con menor nivel de práctica de actividad física, aunque estas variables no mantuvieron significación estadística tras el ajuste. Las evidencias sugieren que factores clínicos y sociales pueden estar asociados con el riesgo de caídas en personas adultas mayores que residen en áreas rurales de Ecuador. Dentro de las principales limitaciones del estudio cabe señalar

el diseño de corte transversal que no permite establecer relaciones causales, el muestreo no probabilístico por conveniencia que puede limitar la generalización de los resultados y la no inclusión de variables ambientales que se asocian potencialmente al riesgo de caídas. En la línea de estudio propuesto se sugiere que futuras investigaciones aborden el diseño longitudinal, la inclusión de muestras probabilísticas y la incorporación de los factores ambientales, funcionales y contextuales que permitan un mayor estudio del fenómeno. Los resultados obtenidos pueden ser de utilidad para el diseño de estrategias de evaluación y seguimiento que se orienten hacia la detección de riesgo de caídas en adultos mayores de comunidades rurales.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses financiero, personal, académico, institucional o de cualquier otra índole que pudiera haber influido en el diseño, ejecución, análisis, interpretación de los resultados o redacción del presente estudio.

Bibliografía:

1. Promsri A. Neuromuscular Control in Postural Stability: Insights into Myoelectric Activity Involved in Postural Sway During Bipedal Balance Tasks. *Signals* [Internet]. 2025 [citado el 13 de diciembre de 2025];6(1):6. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2624-6120/6/1/6>
2. Didone N, Boffino C, Seward N, Nakamura A, Shimozaoto D, Araya R, et al. Depressive symptomatology is associated with self-reported impaired postural balance in older adults: A cross-sectional study in primary care in Brazil. *Int J Geriatr Psychiatry* [Internet]. 2025 [citado el 13 de diciembre de 2025];40(5): e70081. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/gps.70081>
3. Zhang K, Ma Y, Yang D, Cao M, Jin H, Leng J. Association between arteriosclerosis, hemodynamic indices, and the risk of falls: receiver operating characteristic curve analysis for different indices in older individuals. *Front Med (Lausanne)* [Internet]. 2024 [citado el diciembre de 2025];11:1469052. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2024.1469052/full>
4. Leguizamo K, Recalde R. Caracterización de las caídas del adulto mayor en atención primaria de salud en Ecuador. *Salud Cienc Tecnol* [Internet]. 2024 [citado el diciembre de 2025];4:774. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.56294/saludcyt2024774>
5. Catalán P, Serrano E, Sánchez M, Villarroya A. Control postural en adultos. Influencia de la edad y del entrenamiento aeróbico. *Rev Esp Salud Pública* [Internet]. 2021 [citado el 13 de diciembre de 2025];95: e1-16. Disponible en: <https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/825>
6. Ferreira F, Oliveira D, Soares J, Oliveira B, Oliveira D. Relationship between type 2 diabetes mellitus, postural balance, and the risk of falls in the elderly. *CIPEEX* [Internet]. 2024 [citado el diciembre de 2025];5. Disponible en: <https://anais.unievangelica.edu.br/index.php/CIPEEX/article/view/12930>
7. Costa J, Ferreira C, Santos M, Oliveira C, Parreiras R, Oliveira D. Risk of falls, lower limb muscle strength, and postural balance in elderly people with and without hypertension. *CIPEEX* [Internet]. 2024 [citado el 13 de diciembre de 2025];5. Disponible en: <https://anais.unievangelica.edu.br/index.php/CIPEEX/article/view/13027>

8. Luna N, Bobbio T, Graaf M, Greve J, Ernandes R, Dias AS, et al. The decline in postural balance has a negative impact on the performance of functional tasks in individuals with Parkinson's Disease. *Clinics* [Internet]. 2024 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 79:100382. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/clin/a/phvHBPCLFwLBRmRXqY6wN-vb/?format=html&lang=en>
9. Wei W, Zhuo X, Chen H, Chen M. Status and influencing factors of balance in middle-aged and older adults with Parkinson's disease: a national longitudinal study. *Front Neurol* [Internet]. 2025 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 16:1499640. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2025.1499640/full>
10. Grill E, Zwergal A, Saur D, Klingbeil J, Fricke C, Schöberl F, et al. Postural imbalance without visual input is associated with specific neuropsychological deficits in older adults: results from the LIFE-adult study. *Front Neurol* [Internet]. 2024 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 15:1452150. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2024.1452150/full>
11. Hatsushikano S, Hasegawa K, Watanabe K, Sasamoto R. Relationship between Health-Related Quality of Life and Sagittal Whole-Body Alignment, Standing Balance, and Skeletal Muscle Mass. *Spine Surg Relat Res* [Internet]. 2024 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 8. Disponible en: <https://doi.org/10.22603/ssrr.2023-0186>
12. Kruse T, Shim A, Bonder I. Does Body Mass Index Affect Postural Control in Adults? *Int J Exerc Sci* [Internet]. 2025 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 18(7):394-403. Disponible en: <https://digitalcommons.wku.edu/ijes/vol18/iss7/3>
13. Brech C, Freitas J, Gouvea M, Machado A, Bastos M, Takayama L, et al. Dynamic postural balance is mediated by anthropometry and body composition in older women. *Acta Ortop Bras* [Internet]. 2021 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 29(2):1-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1413-785220212902241031>
14. Sarvari M, Shanbehzadeh S, Shavehei Y, ShahAli S. Postural control among older adults with fear of falling and chronic low back pain. *BMC Geriatr* [Internet]. 2024 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 24:862. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12877-024-05459-7>
15. Wang Q, Li L, Mao M, Sun W, Zhang C, Mao D, et al. The relationships of postural stability with muscle strength and proprioception are different among older adults over and under 75 years of age. *J Exerc Sci Fit* [Internet]. 2022 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 20(4):328-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2022.07.004>
16. Ponce O, García E. Equilibrio y propiocepción en adultos mayores psiquiátricos de larga estancia. Serie de 7 casos. *Fisioter (Madr, Ed, Impresa)* [Internet]. 2025 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 47(4):194-200. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ft.2025.03.003>
17. Delfa M, Paes P, Oliveira D, Camaroti J, Lima B, García M, et al. Single-Leg Balance and Lower Limb Strength: Quantitative Analysis with the Balance Master System. *J Funct Morphol Kinesiol* [Internet]. 2024 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 9(4):282. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jfmk9040282>
18. Kornatovská Z, Hill M, Jandová D, Krejčí M, Zwierzchowska A. Steroids Static Postural Balance Changes After Exercise Intervention Correlate with Steroidome in Elderly Female. *Metabolites* [Internet]. 2025 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 15(12):1000. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/met15121000>

- 2025];15(4):239. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/metabo15040239>
19. Wei Z, Zeng Z, Liu M, Wang L. Effect of intrinsic foot muscles training on foot function and dynamic postural balance: A systematic review and meta-analysis. PLoS ONE [Internet]. 2022 [citado el 13 de diciembre de 2025];17(4):e0266525. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266525>
 20. Zemková E, Zapletalová L. The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. Front Physiol [Internet]. 2022 [citado el 13 de diciembre de 2025]; 13:796097. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.796097>
 21. Lavedán A, et al. Prevalencia y factores asociados a las caídas en adultos mayores: un estudio comparativo entre España y México. Rev Salud Pública. 2018;20(3):310-17. <https://doi.org/10.15446/rsap.v20n3.65521>
 22. Sánchez-García S, García-Peña C, Salvà A, Sánchez-Arenas R, Granados-García V, Cuadros-Moreno J, et al. Frailty in community-dwelling older adults: association with adverse outcomes. Clin Interv Aging [Internet]. 2017 [citado 4 May 2026];12:1003-11. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/CIA.S132681>
 23. Organización Panamericana de la Salud. Guía clínica para la atención primaria a las personas adultas mayores [Internet]. Washington, D.C.: OPS; 2023 [citado 4 May 2026]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/57321>
 24. Gadelha AB, et al. Muscle mass index and resistance training: its effects on fear of falling in older women. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. 2019;21:e56215. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2019v21e56215>
 25. Clark BC, Manini TM. Sarcopenia vs. Dinapenia: ¿Por qué la masa muscular no siempre es fuerza? J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2012;67(1):17-23. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr082>
 26. Tinetti ME. Performance-Oriented Assessment of Mobility Problems in Elderly Patients. J Am Geriatr Soc [Internet]. 1986 [citado 4 May 2026];34(2):119-26. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1986.tb05480.x>
 27. De La Vega R, et al. Obesidad y riesgo de caídas en el adulto mayor chileno: Un análisis transversal. Rev Med Chile. 2020;148(5):610-18. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872020000500610>
 28. Vellas B, et al. Falls as a Geriatric Syndrome. In: Geriatric Medicine. Springer; 2018. p. 455-62. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90305-7_32
 29. Moreno-Martínez FJ, Ruiz-Hidalgo D. Determinantes sociales y riesgo de caídas en población geriátrica de zonas rurales: una revisión sistemática. Salud Publica Mex [Internet]. 2021 [citado 4 May 2026];63(2):252-60. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342021000200252
 30. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Guía de Práctica Clínica: Atención integral al adulto mayor [Internet]. Quito: MSP; 2022 [citado 4 May 2026]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/guias-de-practica-clinica/>

