

PERFIL MICROBIOLÓGICO Y SENSIBILIDAD ANTIMICROBIANA EN UN HOSPITAL MUNICIPAL DE SEGUNDO NIVEL DE SANTA CRUZ- BOLIVIA

*Microbiological profile and antimicrobial susceptibility in a second-level municipal hospital in
Santa Cruz, Bolivia*

Alfonso Hurtado, Yasonjara ³

ysonaffaro@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-2581-7012>

Quiroz Durán, Margot

margotquiroz@uagrm.edu.bo

<https://orcid.org/0009-0008-6301-7287>

Fecha de Recepción: 25 de julio de 2026

Fecha de Aceptación: 18 de agosto de 2026

³ Licenciada en bioquímica, con maestría en Microbiología clínica y maestría en Hematología y Hemoterapia. Investigadora y tutora académica de posgrado en la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM).

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar el perfil microbiológico y los patrones de sensibilidad antimicrobiana en un hospital municipal de segundo nivel en Santa Cruz, Bolivia, para orientar la terapia empírica y fortalecer la vigilancia epidemiológica local. La metodología consistió en un análisis descriptivo y retrospectivo de aislamientos clínicos procesados mediante el software WHONET (versión 2024/2025), aplicando los puntos de corte de susceptibilidad de los estándares internacionales vigentes del CLSI (2024). Los resultados identificaron a *Escherichia coli* como el patógeno más prevalente, especialmente en infecciones urinarias (77%), con alta sensibilidad a nitrofurantoína (97%) pero elevada resistencia a quinolonas. Se observó un incremento crítico en la multiresistencia (MDR) de *Acinetobacter baumannii*, cuya resistencia al imipenem alcanzó el 90%, superando los promedios reportados en la región.

En cuanto a los cocos Gram positivos, se evidenció un desplazamiento hacia fenotipos de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA 42%-56%) con un aumento del fenotipo MLSB constitutivo. Por su parte, *Klebsiella pneumoniae* aumentó su tasa de resistencia anual, sugiriendo la emergencia de carbapenemasas. Se concluye que existe una alarmante evolución hacia la multiresistencia en patógenos críticos de la lista OMS dentro de la institución, lo que hace imperativa la implementación inmediata de Programas de Optimización de Antimicrobianos (PROA) y el reforzamiento de protocolos de bioseguridad para contener la diseminación de estos clones resistentes en servicios de hospitalización y cuidados críticos.

Palabras clave: Resistencia a los antibióticos, *Escherichia coli*, *Acinetobacter baumannii*, Vigilancia epidemiológica, Hospitales municipales, Bolivia.

Abstract

The objective of this study was to determine the microbiological profile and antimicrobial susceptibility patterns in a second-level municipal hospital in Santa Cruz, Bolivia, to guide empirical therapy and strengthen local epidemiological surveillance. The methodology consisted

of a descriptive and retrospective analysis of clinical isolates processed using WHONET software (version 2024/2025), applying susceptibility breakpoints according to current international standards from the CLSI (2024). The results identified *Escherichia coli* as the most prevalent pathogen, particularly in urinary tract infections (77%), showing high sensitivity to nitrofurantoin (97%) but elevated resistance to quinolones. A critical increase in multidrug resistance (MDR) was observed in *Acinetobacter baumannii*, with imipenem resistance reaching 90%, surpassing reported regional averages.

Regarding Gram-positive cocci, a shift toward methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA 42%-56%) phenotypes was evidenced, along with an increase in the constitutive MLSB phenotype. Furthermore, *Klebsiella pneumoniae* increase its annual resistance rate, suggesting the emergence of carbapenemases. It is concluded that there is an alarming evolution toward multidrug resistance among critical pathogens on the WHO priority list within the institution. This necessitates the immediate implementation of Antimicrobial Stewardship Programs (ASP) and the reinforcement of biosafety protocols to contain the dissemination of these resistant clones in hospitalization and critical care services.

Keywords: Drug resistance, bacterial; *Escherichia coli*; *Acinetobacter baumannii*; Epidemiological surveillance; Hospitals, municipal; Bolivia.

1. Introducción

La resistencia antimicrobiana (RAM) se ha consolidado como uno de los desafíos más complejos para la medicina moderna, siendo catalogada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una "pandemia silenciosa". De acuerdo con el estudio global de carga de enfermedad coordinado por el Antimicrobial Resistance Collaborators (2022), se estima que en 2019 ocurrieron 4.95 millones de muertes asociadas a la resistencia bacteriana, con un impacto crítico de patógenos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Klebsiella pneumoniae*.

Esta crisis presenta una proyección alarmante hacia el futuro, ya que se estima que, en ausencia de intervenciones eficaces, para el año 2050 las muertes anuales relacionadas con la RAM podrían ascender a 10 millones (Penna et al., 2025).

A nivel internacional, la vigilancia se centra en microorganismos con limitadas opciones terapéuticas. La OMS, en su reciente actualización de patógenos prioritarios, sitúa a *Acinetobacter baumannii* y a las Enterobacterias resistentes a carbapenémicos en la categoría de "Prioridad Crítica" (Sati et al., 2025). La persistencia de estos agentes en el entorno hospitalario se ha visto influenciada por factores coyunturales; por ejemplo, se ha documentado que durante la pandemia de COVID-19, la vigilancia de bacterias Gram negativas expuso la circulación de clones de alto riesgo de *A. baumannii* multirresistente (MDR) en centros de tercer nivel (Cureño-Díaz et al., 2024).

En el ámbito regional, la epidemiología de la RAM muestra patrones que condicionan el éxito del tratamiento empírico. En Colombia, la actualización de datos en instituciones de nivel III y IV refleja la complejidad de la resistencia en el entorno hospitalario (De La Cadena et al., 2023), mientras que en Chile se enfatiza que el establecimiento de la epidemiología local es la "piedra angular" para la ejecución de los Programas de Optimización de Uso de Antimicrobianos (Cifuentes et al., 2025). Estos hallazgos coinciden con reportes en Ecuador, donde el desafío terapéutico que representa *K. pneumoniae* es creciente debido a su capacidad de diseminación (Herrera Dután et al., 2021), y en Perú, donde la RAM se ha ratificado como un problema de salud pública de primer

orden (Sifuentes & Guerrero, 2021).

En Bolivia, la caracterización de los perfiles microbiológicos locales es fundamental para la gestión sanitaria. En Oruro, el análisis de datos mediante el software WHONET evidenció un incremento considerable en el número de cultivos realizados entre 2020 y 2022, reportando una resistencia a amoxicilina/ácido clavulánico del 37.9% (Rocha et al., 2023). Por otro lado, en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Clínico Viedma en Cochabamba, se ha identificado que los aislados más frecuentes son *K. pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *A. baumannii*, los cuales presentan sensibilidad al imipenem pero resistencia a la ciprofloxacina (Chanez et al., 2011).

Específicamente en Santa Cruz de la Sierra, la variabilidad de los perfiles de sensibilidad exige una vigilancia activa y sistemática. El presente estudio se justifica por la necesidad de generar evidencia fidedigna sobre la ecología bacteriana en un hospital de segundo nivel durante la gestión 2024 y 2025, utilizando herramientas de análisis estandarizadas para fortalecer los programas de vigilancia epidemiológica y optimizar la selección del tratamiento antimicrobiano en la región.

2. Planteamiento del Problema

El control de las infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS) enfrenta un obstáculo crítico: la rápida transición hacia perfiles de multirresistencia (MDR) y la persistencia de reservorios bacterianos en el entorno clínico. Investigaciones en la región han demostrado que las superficies inanimadas en unidades críticas albergan patógenos como *Acinetobacter baumannii* con una resistencia alarmante a los protocolos de desinfección estándar, lo que perpetúa la transmisión cruzada (Corrêa et al., 2021). Esta problemática se agrava por el dinamismo de los mecanismos genéticos de resistencia, donde patógenos de "Prioridad Crítica" desarrollan bombas de eflujo y alteraciones estructurales que invalidan rápidamente las guías clínicas (De La Cadena et al., 2023; Kyriakidis et al., 2021).

A nivel operativo, la principal deficiencia en las instituciones de segundo nivel es la "ceguera epidemiológica" respecto al consumo de antimicrobianos. En la región andina, se ha documentado una correlación directa entre el uso indiscriminado de carbapenémicos y la emergencia de aislados

del grupo ESKAPE, restringiendo las opciones terapéuticas a fármacos de última línea de mayor toxicidad (Pérez-Lazo et al., 2021).

En el contexto boliviano, aunque reportes aislados en Oruro y Cochabamba advierten sobre el incremento de la resistencia a quinolonas y aminopenicilinas (Chanez et al., 2011; Rocha et al., 2023), la realidad de Santa Cruz de la Sierra especialmente en sus hospitales municipales de segundo nivel carece de una línea base científica actualizada. Esta ausencia de un mapa microbiológico institucional priva a los Programas de Optimización de Antimicrobianos (PROA) de la piedra angular requerida para su funcionamiento (Cifuentes et al., 2025).

La caracterización de la resistencia en este nivel asistencial resulta prioritaria por constituir el primer filtro de atención especializada y el nexo directo con la comunidad. Sin datos fidedignos, la terapia empírica se formula sobre supuestos, lo que no solo incrementa el riesgo de fracaso terapéutico y la diseminación de clones de alto riesgo, sino que compromete la prescripción de primera línea y favorece la saturación de hospitales de mayor complejidad por casos resolubles a nivel local. Por tanto, el problema central radica en la falta de conocimiento sistemático sobre el perfil microbiológico y la sensibilidad antimicrobiana actual en el hospital objeto de estudio, lo que imposibilita una gestión clínica segura y costo-efectiva.

Ante esta incertidumbre clínica, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el perfil microbiológico y los patrones de sensibilidad antimicrobiana de los aislados bacterianos en un hospital municipal de segundo nivel de Santa Cruz de la Sierra durante las gestiones 2024 y 2025?

3. Objetivos

Determinar el perfil microbiológico y la sensibilidad antimicrobiana acumulada en un hospital municipal de segundo nivel durante el periodo 2024-2025, comparando la evolución de los principales mecanismos de resistencia bacteriana.

4. Marco teórico

Carga global y priorización de la resistencia antimicrobiana

La resistencia antimicrobiana (RAM) representa una de las mayores amenazas para la salud pública global, asociándose a aproximadamente 4.95 millones de muertes en un solo año y superando el impacto de patógenos como el VIH y la malaria (Antimicrobial Resistance Collaborators., 2022). Este fenómeno no solo incrementa la mortalidad, sino que compromete la seguridad de intervenciones quirúrgicas y asistenciales contemporáneas (Rodríguez & Motas, 2023). Frente a esta crisis, la Organización Mundial de la Salud (OMS) actualizó su Bacterial Priority Pathogens List (BPPL) en 2024, situando en la categoría de "Prioridad Crítica" a los bacilos Gram negativos resistentes a carbapenémicos, como *Acinetobacter baumannii* y diversas enterobacterias (Sati et al., 2025). Esta actualización enfatiza la necesidad de reforzar la vigilancia epidemiológica en centros hospitalarios de segundo y tercer nivel para contener la diseminación acelerada de estos clones resistentes (Sati et al., 2025).

Patógenos de impacto clínico y mecanismos de evasión

El estudio del perfil microbiológico requiere analizar al grupo de patógenos ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter* spp.), caracterizados por su capacidad para evadir las terapias convencionales (Organización Panamericana de la Salud, 2025):

- **Bacilos Gram negativos no fermentadores:** *Acinetobacter baumannii* constituye un paradigma de multirresistencia (MDR) y resistencia extrema (XDR) debido a la impermeabilidad de su membrana, el uso de bombas de eflujo y la producción de oxacilinasas (OXA) de tipo carbapenemasa (Kyriakidis et al., 2021). En contextos hospitalarios sudamericanos, la tasa de MDR en este microorganismo supera el 70% (Avila-Zamora et al., 2022; Sifuentes & Guerrero, 2021).

- **Enterobacterias (*E. coli* y *K. pneumoniae*):** Son las principales portadoras de Betalactamasas de Espectro Extendido (BLEE), confiriendo resistencia a cefalosporinas y propagándose tanto en entornos hospitalarios como ambulatorios (Marcos-Carbajal et al., 2021).

La emergencia de cepas de *K. pneumoniae* resistentes a carbapenémicos por la diseminación de plásmidos (como KPC o NDM) representa una amenaza crítica asociada a altas tasas de mortalidad y fracaso terapéutico (Cifuentes et al., 2025; Herrera Dutan et al., 2021; Sati et al., 2025).

- **Cocos Gram positivos (*Staphylococcus aureus*):** *S. aureus* es uno de los agentes con mayor carga de mortalidad global, impulsada por la prevalencia de cepas resistentes a la meticilina (MRSA) y su persistencia en reservorios hospitalarios (Antimicrobial Resistance Collaborators., 2022; Corrêa et al., 2021). Además, el uso extendido de macrólidos y lincosamidas ha incrementado los fenotipos con resistencia inducible (test de D positivo), reduciendo las opciones orales y posicionando al Linezolid y la Vancomicina como los principales pilares de la terapia de rescate (Álvarez-Ainza et al., 2024; Bohórquez & Cevallos, 2022; Silva et al., 2022)

Dinámica epidemiológica en Latinoamérica y el contexto boliviano

En América Latina, el perfil epidemiológico muestra un predominio de enterobacterias productoras de carbapenemasas y *P. aeruginosa* resistente en unidades críticas (De La Cadena et al., 2023; Herrera Dutan et al., 2021; Sifuentes & Guerrero, 2021). En Bolivia, las investigaciones históricas en el Hospital Clínico Viedma de Cochabamba mostraron una resistencia incipiente a quinolonas en *K. pneumoniae* y *A. baumannii*, pero con conservación de la sensibilidad a carbapenémicos (Chanez et al., 2011). Sin embargo, análisis más recientes realizados mediante el software WHONET en regiones como Oruro demuestran un deterioro progresivo del perfil microbiológico, evidenciado por un aumento sostenido de la resistencia a betalactámicos (Rocha et al., 2023). Esta variabilidad confirma la necesidad urgente de generar datos locales y actualizados en la red asistencial de Santa Cruz de la Sierra.

Vigilancia epidemiológica y Programas de Optimización de Antimicrobianos (PROA)

La respuesta a la RAM no solo requiere nuevos fármacos, sino una gestión rigurosa de las alternativas existentes mediante los Programas de Optimización del uso de Antimicrobianos (PROA) (Rodríguez-Baño et al., 2011). La piedra angular para el éxito de un PROA es la

consolidación del mapa microbiológico institucional, el cual permite ajustar periódicamente las guías de tratamiento empírico y mitigar la presión selectiva en el hospital (Cifuentes et al., 2025; Pérez-Lazo et al., 2021). La Organización Panamericana de la Salud (OPS) recomienda el uso estandarizado del software WHONET para el análisis de la sensibilidad acumulada, facilitando la toma de decisiones clínicas y la vigilancia epidemiológica en centros de segundo y tercer nivel (De La Cadena et al., 2023; Organización Panamericana de la Salud, 2025).

5. Metodología

Se realizó una investigación de tipo descriptiva, retrospectiva y de corte longitudinal. El estudio se centró en un enfoque cuantitativo para caracterizar el perfil microbiológico y la sensibilidad acumulada en un hospital municipal de segundo nivel durante las gestiones 2024 y 2025.

Universo y muestra

El universo estuvo constituido por un total de 3,733 aislamientos microbiológicos, incluyendo hongos y bacterias, procesados por el laboratorio de la institución. La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, quedando conformada por 2,326 aislamientos bacterianos que cumplieron con los criterios de contar con identificación y antibiograma.

- **Criterios de inclusión:** Se incluyeron todos los aislamientos bacterianos que contaron con identificación de especie y antibiograma completo. Asimismo, se seleccionaron únicamente aquellos microorganismos que presentaron un número igual o mayor a 30 aislamientos durante el periodo evaluado, garantizando así la validez estadística de los porcentajes de sensibilidad acumulada.

- **Criterios de exclusión:** Se excluyeron los aislamientos fúngicos, las muestras consideradas contaminadas por flora normal, los cultivos polimicrobianos y aquellos microorganismos cuya frecuencia fue inferior a 30 aislamientos.

Instrumentos y materiales

Para la gestión y el procesamiento de la información se utilizaron las siguientes herramientas tecnológicas:

- **WHONET (versión 2024/2025):** Para la gestión de los datos microbiológicos y el cálculo de la sensibilidad acumulada, se utilizó el software WHONET (versión 2024/2025), herramienta estandarizada por la Organización Mundial de la Salud para la vigilancia de la resistencia (Aboushady et al., 2026). La identificación de alertas y la categorización de los patógenos se alinearon con la lista de prioridad bacteriana de la OMS (Sati et al., 2025). Asimismo, la interpretación de la susceptibilidad se basó estrictamente en los puntos de corte establecidos por los estándares internacionales vigentes de CLSI (2024).

- **Lenguaje de programación R (versión 4.4.2):** Se utilizó para la limpieza avanzada de la base de datos (data wrangling), la eliminación de duplicados según criterios temporales y el análisis estadístico descriptivo profundo de las tendencias de resistencia.

- **Microsoft Excel:** Se empleó como herramienta complementaria para la tabulación de datos brutos, la organización de las matrices de frecuencia y la exportación de los conjuntos de datos en formato CSV, cumpliendo con los requisitos de envío de la revista.

Procedimiento

El proceso de ejecución se desarrolló siguiendo las siguientes fases consecutivas:

- **Extracción y normalización:** Se exportaron los archivos brutos desde el sistema informático del laboratorio hacia el software WHONET. En esta etapa se estandarizaron los nombres de los microorganismos y antibióticos bajo la nomenclatura de la OMS.

- **Depuración y filtrado en R:** La base de datos resultante se procesó en el lenguaje R (versión 4.4.2). Se ejecutó un script diseñado para la limpieza de datos (data wrangling), donde se aplicó el criterio de exclusión de duplicados (primer aislamiento por paciente en un lapso de 15 días) y se filtraron únicamente los microorganismos que alcanzaron un número mayor o igual a 30

aislamientos.

- **Control de calidad microbiológico:** Se utilizaron las alertas automáticas de WHONET para identificar y confirmar fenotipos de resistencia inusuales, asegurando que los datos de sensibilidad fueran consistentes con los patrones biológicos conocidos.

- **Tabulación y organización:** Mediante Microsoft Excel, se organizaron las matrices de datos por tipo de muestra y servicio hospitalario, facilitando la construcción de las tablas de frecuencia y susceptibilidad acumulada.

Técnicas de análisis

El análisis estadístico se realizó bajo un enfoque descriptivo. Se utilizaron frecuencias absolutas y porcentajes para caracterizar la distribución de los patógenos. Para el cálculo de la sensibilidad acumulada, se emplearon las funciones estadísticas de WHONET.

La comparación de los mecanismos de resistencia (BLEE, carbapenemasas, MRSA y fenotipos MLSB) entre las gestiones 2024 y 2025 se visualizó mediante gráficos de barras comparativos generados para resaltar las tendencias temporales. Finalmente, todos los resultados se estructuraron en tablas diseñadas bajo normas APA 7ª edición, ajustando sus dimensiones al ancho máximo de 13 cm exigido por la política editorial de la revista para garantizar su correcta maquetación.

Las cepas testigo utilizadas de forma interna para la validación de los discos de difusión en agar (Kirby-Bauer) correspondieron a los estándares de referencia internacional: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. El control de sesgos por contaminación de muestras biológicas, particularmente en el caso de los urocultivos, se gestionó mediante el descarte de aquellos registros con recuentos microbiológicos polimicrobianos (presencia de más de dos especies distintas en un mismo aislamiento) o con recuentos inferiores a 105 unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), categorizándolos como sospechas de contaminación de la microbiota uretral periférica y garantizando así que el perfil

analizado refleje exclusivamente verdaderos procesos infecciosos nosocomiales o comunitarios.

Consideraciones Éticas

El presente estudio se rigió bajo los principios éticos de la Declaración de Helsinki. Al tratarse de una investigación observacional y retrospectiva basada en registros microbiológicos codificados, no se requirió consentimiento informado directo; sin embargo, se garantizó la estricta confidencialidad de los datos de los pacientes. El protocolo de investigación contó con la autorización de la dirección del Hospital Municipal y fue revisado para asegurar el cumplimiento de las normas bioéticas institucionales de forma retrospectiva.

6. Resultados

Tabla 1.

Distribución de microorganismos prevalentes según el tipo de muestra biológica (2024-2025).

BACTERIA	NRO	ORINA	VIAS.RESP	HERIDAS	SANGRE	HECES
Escherichia coli	1177	77,0%	1,4%	8,5%	3,7%	0,0%
	308	3,9%	11,3%	68,5%	4,2%	0,0%
Staphylococcus aureus						
Klebsiella pneumoniae	284	3,1%	33,0%	23,0%	2,8%	0,0%
Pseudomonas aeruginosa	234	12,0%	43,0%	29,0%	3,0%	1,0%
Acinetobacter baumannii	107	6,5%	56,0%	30,1%	2,8%	0,0%
Staphylococcus coagulasa negativa	107	0,0%	0,0%	2,0%	94,3%	0,0%
Shigella sp	76	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
Salmonella sp	33	0,0%	0,0%	9,1%	9,1%	81,8%

El perfil microbiológico evidenció un predominio de *Escherichia coli* en infecciones del tracto urinario y de *Staphylococcus aureus* en heridas y partes blandas. Por su parte, *Acinetobacter baumannii* y *Klebsiella pneumoniae* se concentraron principalmente en muestras del tracto respiratorio, mientras que *Staphylococcus coagulasa negativa* se aisló de forma casi exclusiva en hemocultivos (Tabla 1).

Tabla 2.

Perfil de sensibilidad antimicrobiana acumulada (%S) de los principales aislamientos bacterianos

Sección A: Bacilos Gram negativos (BGN)

BGN	AM P	C3 G	AK	GE N	AM C	SA M	CI P	AZ T	IMP	ME M	NI T	PT Z	SX T
<i>Escherichia coli</i>	---	52 %	82 %	52 %	64 %	58 %	40 %	53 %	100 %	100 %	97 %	---	24 %
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	---	48 %	78 %	57 %	54 %	52 %	41 %	41 %	92 %	87 %	64 %	48 %	43 %
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	---	---	63 %	---	---	---	55 %	62 %	56 %	54 %	---	59 %	---
<i>Acinetobacter baumannii</i>	---	8 %	13 %	18 %	---	9 %	14 %	---	10 %	9 %	---	9 %	10 %
<i>Shigella sp</i>	40 %	89 %	---	---	---	---	90 %	---	---	---	---	---	9 %
<i>Salmonella sp</i>	42 %	57 %	---	---	---	---	60 %	---	---	---	---	---	50 %

Sección B: Cocos Gram positivos (CGP)

CGP	CLIN	ERY	GEN	CHL	CIP	LNZ	TCY	SXT
<i>Staphylococc</i>	67	61	77	93	76	100	86	94
<i>us aureus</i>	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>Staphylococc</i>	61	25	55	95	55	100	91	31
<i>us coagulasa</i>	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>negativa</i>								

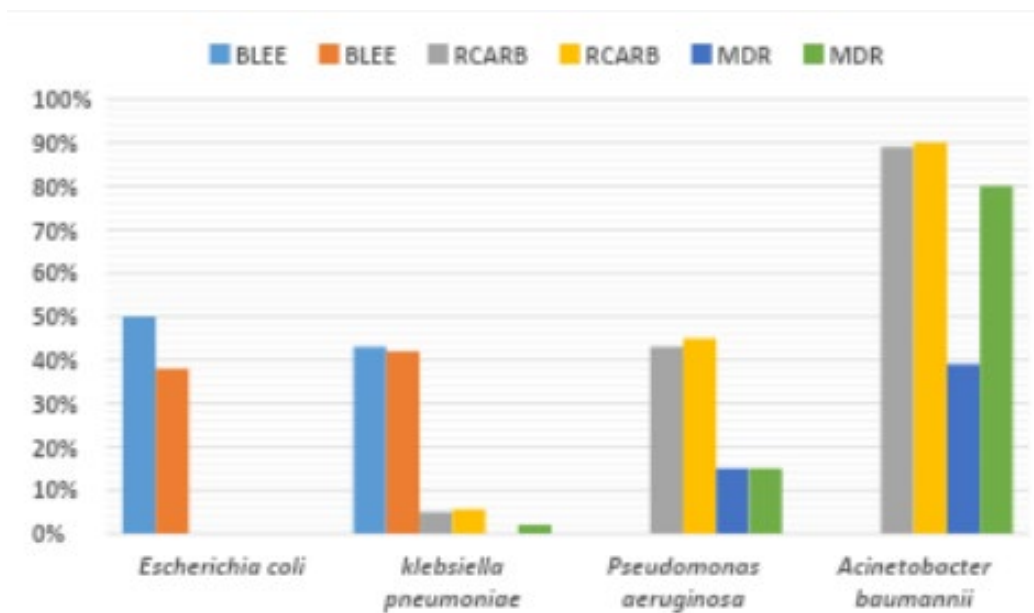
Nota. %S: Porcentaje de sensibilidad. C3G: Cefalosporinas 3ra gen; AK: Amikacina; GEN: Gentamicina; AMC: Amoxicilina/Ac. Clavulánico; SAM: Ampicilina/Sulbactam CIP: Ciprofloxacina; IMP: Imipenem; MEM: Meropenem; NIT: Nitrofurantoína; SXT: Trimetoprima/Sulfametoxazol; CLIN: Clindamicina; ERY: Eritromicina; CHL: Cloranfenicol; LNZ: Linezolid; TCY: Tetraciclina.

En el grupo de los bacilos Gramnegativos (Tabla 2, Sección A), los carbapenémicos (imipenem y meropenem) mantuvieron una excelente actividad frente a *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, consolidándose como opciones terapéuticas sólidas para el manejo de enterobacterias en la institución. En contraposición, *Acinetobacter baumannii* presentó el perfil de resistencia más crítico, registrando una pérdida casi total de susceptibilidad frente a esta familia de antibióticos. En el caso de *E. coli*, se observó un marcado compromiso de los esquemas orales de primera línea para infecciones urinarias debido a niveles elevados de resistencia a ciprofloxacina y trimetoprima/sulfametoxazol, conservando únicamente una alta susceptibilidad a la nitrofurantoína.

Respecto a los cocos Grampositivos (Tabla 2, Sección B), linezolid mostró una eficacia absoluta en la totalidad de los aislamientos, situándose como la alternativa más efectiva. Por su parte, *Staphylococcus aureus* exhibió un perfil de sensibilidad favorable hacia trimetoprima/sulfametoxazol y cloranfenicol, con una respuesta moderada frente a macrólidos y lincosamidas. En contraste, los *Staphylococcus coagulasa* negativa mostraron niveles de susceptibilidad sensiblemente menores frente a eritromicina y sulfonamidas, lo que sugiere una mayor presión selectiva de resistencia en estos comensales oportunistas dentro del ambiente hospitalario.

Gráfico 1.

Comparativa de mecanismos de resistencia en Bacilos Gramnegativos (2024-2025)



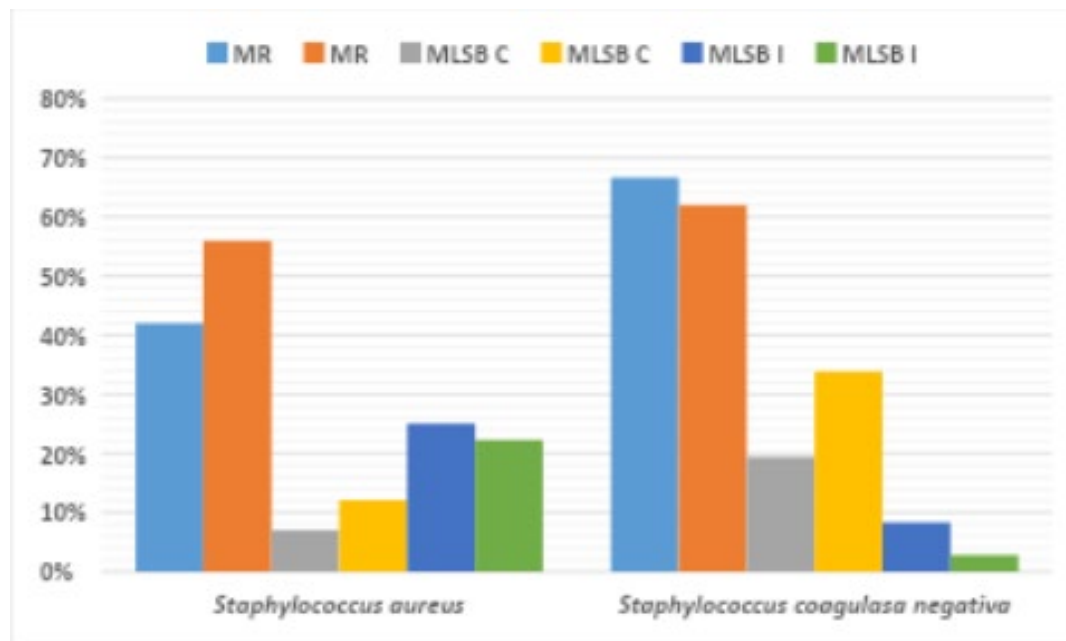
Nota. %: Porcentaje de prevalencia del mecanismo; BLEE: Betalactamasas de espectro extendido; RCARB: Resistencia a carbapenémicos; MDR: Multirresistencia (resistencia a tres o más familias de antibióticos). Datos procesados mediante WHONET y R 4.4.2.

La evolución temporal de los fenotipos de resistencia (Gráfico 1) evidenció comportamientos disímiles entre enterobacterias y bacilos Gramnegativos no fermentadores durante el periodo 2024–2025. En el grupo de las enterobacterias, se registró una tendencia discreta al descenso en la frecuencia de Betalactamasas de Espectro Extendido (BLEE) tanto para *Escherichia coli* como para *Klebsiella pneumoniae*, si bien esta última especie mantuvo un incremento paulatino en la resistencia a carbapenémicos.

Por su parte, los bacilos Gramnegativos no fermentadores mostraron los perfiles epidemiológicos de mayor gravedad. Mientras que la resistencia a carbapenémicos exhibió una meseta endémica en niveles intermedios para *Pseudomonas aeruginosa* y en tasas marcadamente elevadas para *Acinetobacter baumannii*, este último patógeno destacó por un notable incremento interanual en su fenotipo de multirresistencia (MDR), duplicando su prevalencia de una gestión a otra. En contraste, *P. aeruginosa* conservó una frecuencia de multirresistencia baja y estable a lo largo del periodo evaluado.

Gráfico 2.

Evolución de fenotipos de resistencia en Staphylococcus spp. (2024-2025)



Nota. %: Porcentaje de prevalencia del mecanismo; MR: Resistencia a la meticilina; MLSB C: Resistencia constitutiva a lincosamidas y macrólidos; MLSB I: Resistencia inducible a lincosamidas y macrólidos. Datos procesados mediante WHONET y R 4.4.2.

En relación con los cocos Grampositivos (Gráfico 2), la evolución temporal de los mecanismos de resistencia reflejó un incremento sustancial en el fenotipo de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MR), marcando una clara tendencia ascendente entre ambas gestiones. Por su parte, los *Staphylococcus coagulasa negativa* mantuvieron una prevalencia de resistencia a meticilina predominantemente elevada, a pesar de registrar un discreto descenso interanual.

Respecto a los fenotipos de resistencia a macrólidos, lincosamidas y estreptograminas, se observó un aumento notable en la expresión constitutiva (MLSB C) tanto en *Staphylococcus aureus* como en los *Staphylococcus coagulasa negativa*, duplicándose la frecuencia de este patrón en estos últimos. En contraste, la variante de expresión inducible (MLSB I) mostró una trayectoria descendente de forma transversal en ambos grupos taxonómicos durante el periodo evaluado.

7. Análisis y Discusion

El perfil microbiológico identificado sitúa a la *Escherichia coli* como el patógeno

predominante, con una marcada concentración en muestras urinarias (77,0%), porcentaje superior a lo reportado por Vargas-Zabala et al. (2021) en Colombia (44,0%). Respecto a la susceptibilidad antimicrobiana, la resistencia de *Escherichia coli* a ciprofloxacina alcanzó un 60,0%, cifra superior al 41,0% registrado en el estudio colombiano, lo que evidencia el desgaste progresivo de las quinolonas en la región. Asimismo, la resistencia a trimetoprima/sulfametoxazol (76,0%) supera holgadamente el 18,1% documentado por Cifuentes et al. (2025) en Chile. Por el contrario, la alta sensibilidad conservada hacia la nitrofurantoína (97,0%) coincide con reportes en Perú (90,5%) (Chilon-Chavez et al., 2022) y supera los valores hallados en Ecuador (74,4%) (Cuello & Tejedor, 2024), reafirmando a este fármaco como la terapia empírica de elección para el manejo de infecciones urinarias no complicadas.

En el análisis de las enterobacterias, la frecuencia del fenotipo BLEE en *E. coli* (38,0%–50,0%) resultó menor a la reportada por Marcos-Carbajal et al. (2021) en Perú (55,7%). Sin embargo, en *Klebsiella pneumoniae*, la prevalencia de BLEE se mantuvo en 42,0%, valor sustancialmente mayor al 24,4% descrito en Chile por Oyarzún et al. (2025).

El hallazgo más alarmante corresponde a *Acinetobacter baumannii*, cuya resistencia a imipenem alcanzó el 90,0% en la gestión 2025. Esta cifra se equipara al 89,3% reportado por Chilon-Chávez et al. (2022) en Perú. La resistencia descrita históricamente en el Hospital Viedma de Cochabamba, a carbapenémicos fue regular (Chanez et al., 2011), poniendo en evidencia ya desde esos años lo que se venía en el futuro. Además, el drástico incremento en la tasa de multirresistencia (MDR), que escaló del 39,0% al 80,0% en tan solo un año, evidencia una elevada presión selectiva y sugiere la posible consolidación de clones endémicos en las áreas críticas del hospital municipal, alineándose con las advertencias globales de la OMS sobre este patógeno de prioridad crítica (Sati et al., 2025).

En relación con los cocos Gram positivos, el incremento de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA) al 56,0% en 2025 supera los niveles documentados por Cuello y Tejedor (2024) en Ecuador (44,0%) y en instituciones hospitalarias de Colombia (36,3%). A su vez, las

tasas de resistencia a eritromicina (39,0%) y clindamicina (34,0%) concuerdan con la dinámica regional en Ecuador, donde el desplazamiento hacia el fenotipo MLSB constitutivo restringe el uso de lincosamidas orales. Frente a este escenario, Linezolid (100,0% de susceptibilidad) se consolida como el principal recurso terapéutico para el tratamiento de infecciones graves por *Staphylococcus* en la institución.

Finalmente, aunque *Klebsiella pneumoniae* conservó una sensibilidad al imipenem favorable (92,0%) en comparación con el 84,0% reportado en Colombia por Vargas-Zabala et al. (2021) y el 82,0% registrado por De La Cadena et al. (2023), el incremento anual de la resistencia a carbapenémicos (del 5,0% al 6,0%) constituye una clara señal de alerta que advierte sobre el inicio de una tendencia al alza que ya ha sido documentada como un "problema de salud pública" en el análisis de Sifuentes y Guerrero en Perú (2021).

Esta tendencia incipiente refuerza la necesidad de consolidar la vigilancia epidemiológica continua mediante el software WHONET e implementar programas PROA para contener la dispersión de enterobacterias con sensibilidad disminuida en hospitales de segundo nivel.

Limitaciones del estudio

Este estudio presenta limitaciones inherentes a su diseño retrospectivo, al depender de registros secundarios del software WHONET (2024–2025). Al no evaluar variables clínicas individuales (como uso previo de antibióticos, comorbilidades o días de estancia hospitalaria), no fue posible diferenciar rigurosamente entre infecciones comunitarias y nosocomiales. Asimismo, la caracterización de la resistencia se basó exclusivamente en métodos fenotípicos de difusión en disco según guías CLSI (2024). La falta de herramientas de biología molecular (como PCR o secuenciación) impidió tipificar genéticamente los mecanismos circulantes (como familias blaCTX-M, KPC u OXA) y confirmar patrones de diseminación clonal.

Por otra parte, los hallazgos corresponden a un único hospital de segundo nivel, por lo que las tasas de resistencia reflejan la presión selectiva y hábitos de prescripción locales, impidiendo su extrapolación directa a nivel nacional. A pesar de estas restricciones, este trabajo constituye una

base epidemiológica esencial para la toma de decisiones clínicas e institucionales.

8. Conclusiones

Escherichia coli se consolida como el principal patógeno de la institución, mostrando una marcada prevalencia en infecciones del tracto urinario. La elevada resistencia observada frente a cefalosporinas de tercera generación, quinolonas y sulfonamidas invalida su prescripción empírica, mientras que la susceptibilidad conservada hacia la nitrofurantoína la reafirma como la alternativa de elección para el manejo ambulatorio.

Acinetobacter baumannii representa el mayor riesgo epidemiológico intrahospitalario debido a la rápida escalada de su perfil multirresistente y su elevada resistencia a los carbapenémicos, lo que sugiere la consolidación de cepas endémicas en las unidades de internación.

En el grupo de los cocos Gram positivos, el incremento progresivo de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina y la expansión del fenotipo MLSB constitutivo comprometen la eficacia de los esquemas orales convencionales, posicionando a Linezolid como el pilar fundamental para la terapia de rescate.

La persistencia del fenotipo BLEE en *Klebsiella pneumoniae*, sumada al incipiente aumento en la pérdida de susceptibilidad a los carbapenémicos, constituye una alerta epidemiológica sobre la potencial emergencia de enterobacterias productoras de carbapenemasas.

La presencia de fenotipos de resistencia compleja en un establecimiento de segundo nivel evidencia la necesidad imperativa de consolidar un Programa de Optimización de Antimicrobianos (PROA) sustentado en la vigilancia continua con WHONET, además de reforzar de manera estricta las medidas de bioseguridad y el control de infecciones nosocomiales.

Referencias Bibliográficas

- Aboushady, A. T., Chen-Xu, J., Elfakharany, A., Mansour, F., Eissa, M., Weber, S., O'Brien, T. F., & Stelling, J. (2026). The use of WHONET for antimicrobial resistance surveillance: A systematic review. *BMC Infectious Diseases*, 26(1), 385. <https://doi.org/10.1186/s12879-025-12420-1>
- Álvarez-Ainza, M. L., Fong-Coronado, P. A., Ruiz-Bustos, E., Castellón-Campaña, L. G., Quintero-Reyes, I. E., Duarte-Zambrano, L. A., & Bolado-Martínez, E. (2024). Antibiotic resistance of ESKAPE group-microorganisms in health institutions from Hermosillo and Ciudad Obregón, Sonora, México. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 14, 1348093. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1348093>
- Antimicrobial Resistance Collaborators. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: A systematic analysis. *The Lancet*, 399(10325), 629–655. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)
- Avila-Zamora, S. J., Pinzon-Perez, Y. D., & Acero-Godoy, J. (2022). Ácido úsnico: Alternativa potencial contra la resistencia bacteriana actual. *Revista Tecnología en Marcha*, 36(3), 145–157. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i3.6183>
- Bohórquez, Y. J. F., & Cevallos, D. F. S. (2022). Caracterización del perfil microbiológico en pacientes con diagnóstico de infecciones nosocomiales en un centro único. *Revista Medicina e Investigación Clínica Guayaquil*, 3(5), 1–8. <https://doi.org/10.51597/rmicg.v3i5.99>
- Chanez, J. A. Q., Vicentes, R. O., & Claros, C. A. (2011). Perfil microbiológico de infecciones nosocomiales en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Clínico Viedma. *Gaceta Médica Boliviana*, 34(1), 37–39
- Chilon-Chavez, M. A., Muñoz-Inga, J. G., & Silva-Díaz, H. (2022). Microbiological profile of isolated microorganisms from patients in intensive care units of a hospital in Lambayeque, Peru, 2019-2020. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 22(2), 335–344. <https://doi.org/10.25176/RFMH.v22i2.4275>
- Cifuentes, S., Esparza, G., Ancatrio, R., Rivas, A. M., & Bastidas, L. (2025). Panorama epidemiológico de la resistencia bacteriana en aislados urinarios de pacientes ambulatorios en la Provincia de Osorno, Chile: Un estudio descriptivo. *Revista Chilena de Infectología*, 42(2), 115–123. <https://doi.org/10.4067/s0716-10182025000200118>
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2024). M100: Performance standards for antimicrobial susceptibility testing (34.^a ed.). Clinical and Laboratory Standards Institute. <https://clsi.org/shop/standards/m100/>
- Corrêa, E. R., Machado, A. P., Bortolini, J., Miraveti, J. de C., Corrêa, L. V. A., & Valim, M. D. (2021).

- Bactérias resistentes isoladas de superfícies inanimadas em um hospital público. *Cogitare Enfermagem*, 26, e74774. <https://doi.org/10.5380/ce.v26i0.74774>
- Cuello, K. B. C., & Tejedor, J. G. O. (2024). Perfiles de susceptibilidad y mecanismos de resistencia antibacteriana de una institución de salud en Riobamba, Ecuador periodo 2023. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 5125–5145. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13963
- Cureño-Díaz, M. A., Plascencia-Nieto, E. S., Loyola-Cruz, M. Á., Cruz-Cruz, C., Nolasco-Rojas, A. E., Durán-Manuel, E. M., Ibáñez-Cervantes, G., Gómez-Zamora, E., Tamayo-Ordóñez, M. C., Tamayo-Ordóñez, Y. de J., Calzada-Mendoza, C. C., & Bello-López, J. M. (2024). Gram-negative ESKAPE bacteria surveillance in COVID-19 pandemic exposes high-risk sequence types of *Acinetobacter baumannii* MDR in a tertiary care hospital. *Pathogens*, 13(1), 50. <https://doi.org/10.3390/pathogens13010050>
- De La Cadena, E., Pallares, C. J., García-Betancur, J. C., Porras, J. A., & Villegas, M. V. (2023). Actualización sobre la resistencia antimicrobiana en instituciones de salud de nivel III y IV en Colombia entre enero del 2018 y diciembre del 2021. *Biomédica*, 43(4), 457–473. <https://doi.org/10.7705/biomedica.7065>
- Herrera Dután, E. V., Andrade Campoverde, D., & Reinoso Rojas, Y. V. (2021). Resistencia antimicrobiana en *Klebsiella pneumoniae*, Ecuador. *Vive Revista de Salud*, 4(12), 36–49. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i12.107>
- Kyriakidis, I., Vasileiou, E., Pana, Z. D., & Tragiannidis, A. (2021). *Acinetobacter baumannii* antibiotic resistance mechanisms. *Pathogens*, 10(3), 373. <https://doi.org/10.3390/pathogens10030373>
- Marcos-Carbajal, P., Salvatierra, G., Yareta, J., Pino, J., Vásquez, N., Díaz, P., Martínez, I., Asmat, P., Peralta, C., Huamani, C., Briones, A., Ruiz, M., Laura, N., Luque, Á., Arapa, L., & Tsukayama, P. (2021). Caracterización microbiológica y molecular de la resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* uropatógenas de hospitales públicos peruanos. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 38(1), 119–123. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.381.6182>
- Organización Panamericana de la Salud. (2025). Resistencia a los antimicrobianos. <https://www.paho.org/es/temas/resistencia-antimicrobianos>
- Oyarzun, S., Cifuentes, F., Esparza, G. F., Rios, R. E. A., Mautz, A. M. R., & Bastidas Leal, L. C. (2025). Panorama epidemiológico de la resistencia bacteriana en aislamientos urinarios de pacientes ambulatorios en la Provincia de Osorno: Un estudio descriptivo. *Revista Chilena de Infectología*, 42(2), 115–123. <https://doi.org/10.4067/s0716-10182025000200118>
- Penna, J., Cabral, A. A. S., Jacomini, C. P., Barroso, B. da S., Marinho, M. A. D., Oliveira, A. E. M. de, Silva, G. M. da, Zalazar, P. I., Pimenta, A. de F. M., & Teixeira, V. R. (2025). Perfil de resistência

- bacteriana a antimicrobianos em infecções hospitalares: Uma revisão sistemática. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, 23(5), e9869. <https://doi.org/10.55905/oelv23n5-045>
- Pérez-Lazo, G., Abarca-Salazar, S., Lovón, R., Rojas, R., Ballena-López, J., Morales-Moreno, A., Flores-Paredes, W., Arenas-Ramírez, B., & Illescas, L. R. (2021). Antibiotic consumption and its relationship with bacterial resistance profiles in ESKAPE pathogens in a Peruvian hospital. *Antibiotics*, 10(10), 1221. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10101221>
- Rocha, M. C., Condori, B. A., & Cruz, G. M. F. (2023). Mapa microbiológico en época de pandemia Seguro Social Universitario Oruro 2020 a 2022. *Revista Científica de la Seguridad Social de Corto Plazo*, 2(2), 16–20. <https://doi.org/10.59918/bggh1236or83p>
- Rodríguez, M. D. P., & Motas, I. F. M. (2023). Resistencia antimicrobiana. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 52(3), e02302656
- Rodríguez-Baño, J., Paño-Pardo, J. R., Alvarez-Rocha, L., Asensio, Á., Calbo, E., Cercenado, E., Cisneros, J. M., Cobo, J., Delgado, O., Garnacho-Montero, J., Grau, S., Horcajada, J. P., Hornero, A., Murillas-Angoiti, J., Oliver, A., Padilla, B., Pasquau, J., Pujol, M., Ruiz-Garbajosa, P., ... Sierra, R. (2011). Programas de optimización de uso de antimicrobianos (PROA) en hospitales españoles: Documento de consenso GEIH-SEIMC, SEFH y SEMPSPH. *Farmacia Hospitalaria*, 36(1), 33.e1–33.e30. <https://doi.org/10.1016/j.farma.2011.10.001>
- Sati, H., Carrara, E., Savoldi, A., Hansen, P., Garlasco, J., Campagnaro, E., Boccia, S., Castillo-Polo, J. A., Magrini, E., Garcia-Vello, P., Wool, E., Gigante, V., Duffy, E., Cassini, A., Huttner, B., Pardo, P. R., Naghavi, M., Mirzayev, F., Zignol, M., Tacconelli, E. (2025). The WHO Bacterial Priority Pathogens List 2024: A prioritisation study to guide research, development, and public health strategies against antimicrobial resistance. *The Lancet Infectious Diseases*, 25(9), 1033–1043. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(25\)00118-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(25)00118-5)
- Sifuentes, W. Q., & Guerrero, J. I. A. (2021). La resistencia antimicrobiana en Perú: Un problema de salud pública. *Alpha Centauri*, 2(3), 15–22. <https://doi.org/10.47422/ac.v2i3.38>
- Silva, L. P., Ayub, E. B. S., & Leite, O. H. M. (2022). Perfil microbiológico do Hospital Estadual Mário Covas: Análise comparativa entre junho/2019 a junho/2020 versus julho/2020 a junho/2021. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 26, 102263. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2021.102263>
- Vargas-Zabala, D. L., Cabrera-Velasco, C., Lozano-Fernandez, V., Cardeño-Sanchez, J., & Vargas-Uricoechea, H. (2021). Perfil microbiológico y de resistencia antimicrobiana en infecciones adquiridas en la comunidad, Hospital Universitario San José de Popayán. *Infectio*, 25(1), 39–44. <https://doi.org/10.22354/in.v25i1.907>