

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

IDENTIFICACIÓN Y PERFIL DE SUSCEPTIBILIDAD DE ENTEROBACTERALES AISLADOS DE SUPERFICIES HOSPITALARIAS.

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIOQÚIMICO FARMACÉUTICO.

AUTORES: PABLO ANDRÉS COBOS MUÑOZ

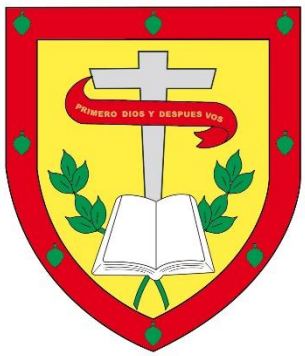
EMILIA CATALINA ESCANDÓN SÁNCHEZ

DIRECTOR: QF. JONNATHAN G. ORTIZ TEJEDOR, MsC.

CUENCA - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

IDENTIFICACIÓN Y PERFIL DE SUSCEPTIBILIDAD DE ENTEROBACTERALES AISLADOS DE SUPERFICIES HOSPITALARIAS.

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

AUTORES: PABLO ANDRÉS COBOS MUÑOZ

EMILIA CATALINA ESCANDÓN SÁNCHEZ

DIRECTOR: QF. JONNATHAN G. ORTIZ TEJEDOR, MsC.

CUENCA - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Resumen

Introducción: Las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) representan un importante desafío para la seguridad del paciente, debido a la persistencia de microorganismos patógenos en superficies hospitalarias que favorecen la transmisión cruzada. Esta problemática se agrava por el aumento de la resistencia antimicrobiana, que incrementa la presencia de bacterias multirresistentes y limita las opciones terapéuticas disponibles.

Objetivo: Caracterizar las especies bacterianas presentes en superficies nosocomiales mediante el uso de métodos fenotípicos, con el fin de identificar su diversidad, frecuencia y posibles implicaciones en el contexto hospitalario.

Metodología: La presente investigación es de tipo observacional descriptivo, de corte transversal.

El universo de estudio está conformado por las superficies inertes de las instalaciones de hospitales de la cuidad de Cuenca, Ecuador. En este contexto, se seleccionaron diversas áreas del hospital donde se pueda identificar la presencia de bacterias patógenas. El muestreo se llevó a cabo de manera intencional, cubriendo un total de superficies inertes de la institución de salud. Se recolectaron 160 muestras representativas del entorno nosocomial.

Resultados: Los resultados de este estudio muestran que *Klebsiella spp.* fue la especie predominante en las superficies evaluadas con 58,33%, mientras que *Escherichia coli* representó el 41,67%.

Conclusión: La presencia de enterobacterales en superficies hospitalarias evidencia la persistencia de microorganismos potencialmente patógenos en el entorno nosocomial, lo que confirma su papel como reservorios en la cadena de transmisión de infecciones asociadas a la atención en salud.

Palabras clave: *Enterobacterales,* Superficies hospitalarias, Resistencia Antimicrobiana*, Escherichia coli, Klebsiella spp.*

Abstract

Introduction: Healthcare-associated infections (HAIs) represent a major challenge to patient safety due to the persistence of pathogenic microorganisms on hospital surfaces, which facilitates cross-transmission. This issue is further exacerbated by the increasing prevalence of antimicrobial resistance, which contributes to the spread of multidrug-resistant bacteria and limits available therapeutic options.

Objective: To characterize the bacterial species present on hospital surfaces using phenotypic methods in order to identify their diversity, frequency, and potential implications within the hospital setting.

Methodology: This is a descriptive-observational, cross-sectional study.

The study population consisted of inanimate surfaces within hospital facilities in the city of Cuenca, Ecuador. In this context, various hospital areas were selected where the presence of pathogenic bacteria could be identified. Sampling was conducted through purposive sampling, covering inanimate surfaces within the healthcare institution. A total of 160 representative samples were collected from the hospital environment.

Results: The results of this study showed that *Klebsiella spp.* was the predominant species among the evaluated surfaces, accounting for 58.33%, whereas *Escherichia coli* accounted for 41.67%.

Conclusion: The presence of *Enterobacterales* on hospital surfaces demonstrates the persistence of potentially pathogenic microorganisms in the hospital environment, confirming their role as reservoirs in the transmission chain of healthcare-associated infections.

Keywords: *Enterobacterales,* hospital surfaces, antimicrobial resistance*, Escherichia coli, Klebsiella spp.*

Identificación y perfil de susceptibilidad de Enterobacterales aislados de superficies hospitalarias.

Introducción

Las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) constituyen uno de los principales desafíos para la seguridad del paciente en los entornos hospitalarios. Estas infecciones se originan durante la prestación de servicios médicos y están estrechamente vinculadas con la persistencia de microorganismos patógenos en superficies inertes, que actúan como reservorios y facilitan la transmisión cruzada entre pacientes, personal sanitario y equipos médico (1). A nivel mundial, las IAAS representan una carga muy alta de morbilidad y mortalidad, especialmente en países de ingreso medio y bajo. En estos últimos años, hasta 15 de cada 100 pacientes hospitalizados adquieren al menos una infección asociada a la atención médica, frente a 7 de cada 100 en países de ingreso alto (1). En términos de mortalidad, la OMS estima que podrían producirse hasta 3,5 millones de muertes anuales si no se refuerzan las medidas de prevención y control de infecciones (2). La colonización de dichas superficies por bacterias oportunistas representa un punto crítico en la cadena epidemiológica de las infecciones nosocomiales, fenómeno potenciado por la alta frecuencia de contacto, las prácticas inadecuadas de limpieza y desinfección, y el uso indiscriminado de antimicrobianos (3).

El problema adquiere una relevancia aún mayor ante el incremento de la resistencia antimicrobiana, fenómeno que ha transformado a numerosas bacterias hospitalarias en agentes multirresistentes, reduciendo de forma considerable la eficacia de los tratamientos disponibles (4). La lista de patógenos bacterianos prioritarios de la OMS, en 2024, incluye a las *Enterobacterales* resistentes a cefalosporinas de tercera generación y a carbapenémicos en la categoría de prioridad crítica, lo que engloba especies como *Escherichia coli* y *Klebsiella* spp (5). Además, dichas bacterias están relacionadas con el grupo ESKAPE, un conjunto de patógenos multirresistentes responsables de muchas infecciones hospitalarias. Este grupo incluye *Enterococcus faecium, Staphylococcus aureus, Klebsiella* spp., *Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter* spp. La presencia de *E. coli* y *Klebsiella* dentro de estos marcos de prioridad destaca su importancia clínica y epidemiológica, especialmente por su capacidad para desarrollar resistencias y su papel central en infecciones nosocomiales (6).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024) ha reconocido la resistencia bacteriana como una de las principales amenazas para la salud global, resaltando la

urgencia de fortalecer la vigilancia microbiológica en los centros asistenciales (7). En este contexto, la aparición de cepas multirresistentes en el entorno hospitalario ha convertido la vigilancia microbiológica en una herramienta fundamental para el control de las IAAS, los enterobacterales, especialmente *Escherichia coli* y *Klebsiella* spp., han desarrollado diversos mecanismos que les permiten sobrevivir frente a la acción de múltiples antibióticos, lo que representa un serio problema en el ámbito hospitalario. Uno de los mecanismos más importantes es la producción de enzimas β-lactamasas, incluidas las betalactamasas de espectro extendido (BLEE), las cuales inactivan antibióticos como las cefalosporinas de tercera generación, así como las betalactamasas tipo AmpC y las carbapenemasas, capaces de hidrolizar incluso a los antibióticos de último recurso, como los carbapenémicos (8). Además, estas bacterias pueden reducir la entrada de los antibióticos al interior de la célula mediante modificaciones en sus porinas de membrana, o expulsarlos activamente a través de bombas de eflujo (9). La caracterización de las especies bacterianas presentes en superficies nosocomiales permite identificar los agentes predominantes, su perfil fenotípico y los mecanismos de resistencia asociados, información clave para comprender su persistencia y capacidad de diseminación (10).

El estudio sobre la identificación y susceptibilidad de bacterias presentes en superficies nosocomiales mediante métodos fenotípicos contribuye al fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica, a la optimización de las prácticas de limpieza y desinfección, y al diseño de políticas de bioseguridad orientadas a reducir la incidencia de infecciones asociadas a la atención en salud.

Metodología

Tipo de investigación (Diseño y clasificación de Investigación)

La presente investigación es de tipo observacional descriptivo, de corte transversal.

Universo de estudio, tratamiento muestral y muestra

El universo de estudio está conformado por las superficies inertes de las instalaciones de hospitales de la cuidad de Cuenca, Ecuador. En este contexto, se seleccionaron diversas áreas del hospital donde se pueda identificar la presencia de bacterias patógenas. El muestreo se llevó a cabo de manera intencional, cubriendo un total de superficies inertes de la institución de salud. Se recolectaron 160 muestras representativas del entorno nosocomial. Se solicitó la autorización previa del director Médico del hospital para llevar a cabo el estudio, y se garantizó que las muestras se tomen de manera no programada para evitar interferencias con los procesos de desinfección previos que puedan modificar los resultados.

Métodos, técnicas e instrumentos de investigación o recolección de datos

Obtención de muestras: Las muestras fueron recolectadas utilizando hisopos estériles sobre superficies inertes, conforme a las normativas INEN-Ecuador. Los hisopos se sumergieron en caldo Tioglicolato en tubos con tapa rosca. Con el fin de preservar la viabilidad de las muestras, se trasladaron al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Católica de Cuenca dentro de un plazo de una hora (11).

- **Enterobacterales:** La identificación de enterobacterales se llevó a cabo mediante la siembra en ChromoAgar Orientation, un medio diseñado para facilitar la diferenciación de diversas especies bacterianas en función de la producción de enzimas específicas que generan coloraciones distintivas en las colonias. Este método permitirá la detección e identificación de microorganismos como *Escherichia coli*, *Enterococcus spp.*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*, *Proteus spp* (12).

Susceptibilidad y resistencia antimicrobiana

Para determinar el perfil de susceptibilidad a los antimicrobianos, se realizarón pruebas de sensibilidad mediante la técnica de difusión en disco o método de Kirby-Bauer. Este procedimiento se llevó a cabo siguiendo las directrices establecidas por el Clinical and

Laboratory Standards Institute (CLSI, 2024), garantizando la precisión y confiabilidad de los resultados (13).

Para las enterobacterales, se evaluó la sensibilidad a una amplia gama de antibióticos que incluyen penicilinas con y sin inhibidores de beta-lactamasas, cefalosporinas de diferentes generaciones, monobactámicos, carbapenémicos, polimixinas, aminoglucósidos, fluoroquinolonas y otros agentes utilizados en el tratamiento de infecciones producidas por estas bacterias (14).

La interpretación de los resultados permitió identificar la presencia de mecanismos de resistencia, como la producción de beta-lactamasas de espectro extendido (BLEE) o carbapenemasas, las cuales comprometen la eficacia de múltiples antibióticos y requieren estrategias terapéuticas específicas (15).

Identificación de resistencia en enterobacterias

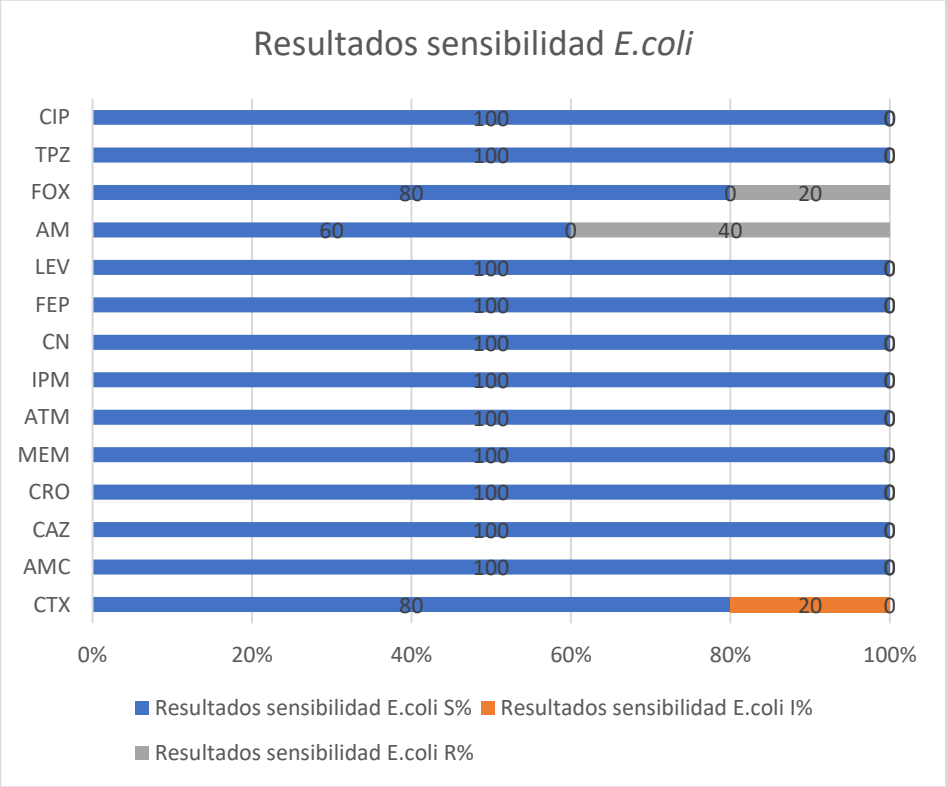
- **Resistencia a cefalosporinas**: Se investigo la resistencia a cefalosporinas de primera, segunda, tercera y cuarta generación, así como la presencia de enzimas betalactamasas de espectro extendido (BLEE), mediante la técnica de disco difusión con la colocación estratégica de discos de amoxicilina/ácido clavulánico, cefotaxima y ceftazidima (16).
- **Resistencia a betalactámicos tipo AmpC**: Se llevó a cabo la identificación de resistencia a cefalosporinas y aztreonam, mediante la colocación de discos de imipenem (inductor), ceftazidima (sustrato) y piperacilina/tazobactam (sustrato) (17).
- **Resistencia a carbapenémicos**: Se empleo la técnica de disco difusión con ácido fenilborónico (PBA, inhibidor) y discos de imipenem, meropenem y ertapenem para el tamizaje de carbapenemasas tipo KPC. Para el tamizaje de carbapenemasas tipo NDM se utilizó ácido etilendiaminotetracético (EDTA, inhibidor) con los mismos antibióticos mencionados (18).

Procesamiento, análisis, resumen y presentación de la información (Tablas, Gráficos, Técnicas de análisis estadístico).

Análisis estadístico: Se utilizó el programa SPSS versión 25.0 para generar la base de datos y realizar el análisis estadístico. Se empleo estadísticas descriptivas y análisis de frecuencia. Los resultados se presentarán mediante tablas de simple y doble entrada, y gráficos de barras, y diagramas de sectores.

Resultados

El perfil de sensibilidad antimicrobiana de *Escherichia coli* se determinó mediante la técnica de difusión en disco (Kirby-Bauer), utilizando un panel de antibióticos de relevancia clínica. En el gráfico 1 se muestran los resultados expresados en términos de susceptibilidad y resistencia.



Abreviaturas: CIP (ciprofloxacina), TPZ (piperacilina/tazobactam), FOX (cefoxitina), AM (ampicilina), LEV (levofloxacina), FEP (cefepima), CN (gentamicina), IPM (imipenem), ATM (aztreonam), MEM (meropenem), CRO (ceftriaxona), CAZ (ceftazidima), AMC (amoxicilina/ácido clavulánico) y CTX (cefotaxima).

Gráfico 1. Perfil de sensibilidad antimicrobiana de *Escherichia coli* determinado por difusión en disco.

En el gráfico 1 de *Escherichia coli* muestra que la mayoría de los antibióticos evaluados presentan una sensibilidad del 100%. Esto incluye a las cefalosporinas de tercera y cuarta generación (CAZ, CRO, CTX y FEP), los carbapenémicos (IPM, MEM), el monobactámico ATM, los inhibidores de β-lactamasa (AMC), los aminoglucósidos (CN) y las fluoroquinolonas (LEV, CIP). En conjunto, estos resultados indican que las cepas aisladas no expresan mecanismos de resistencia de alto impacto, como BLEE, AmpC o carbapenemasas.

Los valores más bajos de sensibilidad se observan en ampicilina (AM), donde el gráfico 1 muestra una proporción clara de cepas resistentes, además de un pequeño porcentaje intermedio. Cefoxitina (FOX) también exhibe una disminución de la sensibilidad, con presencia de un caso resistente. Piperacilina/tazobactam (TPZ) mantiene una alta sensibilidad, aunque se registra un aislamiento resistente. En general, el gráfico 1 refleja que *E. coli* mantiene un perfil ampliamente sensible frente a la mayoría de los antibióticos evaluados, con resistencia limitada.

La sensibilidad antimicrobiana de *Klebsiella spp.* se evaluó mediante el método de difusión en disco (Kirby-Bauer) frente a un panel de antibióticos. En el gráfico 2 se presentan los resultados obtenidos, expresados como porcentajes de susceptibilidad, resistencia e intermedios.

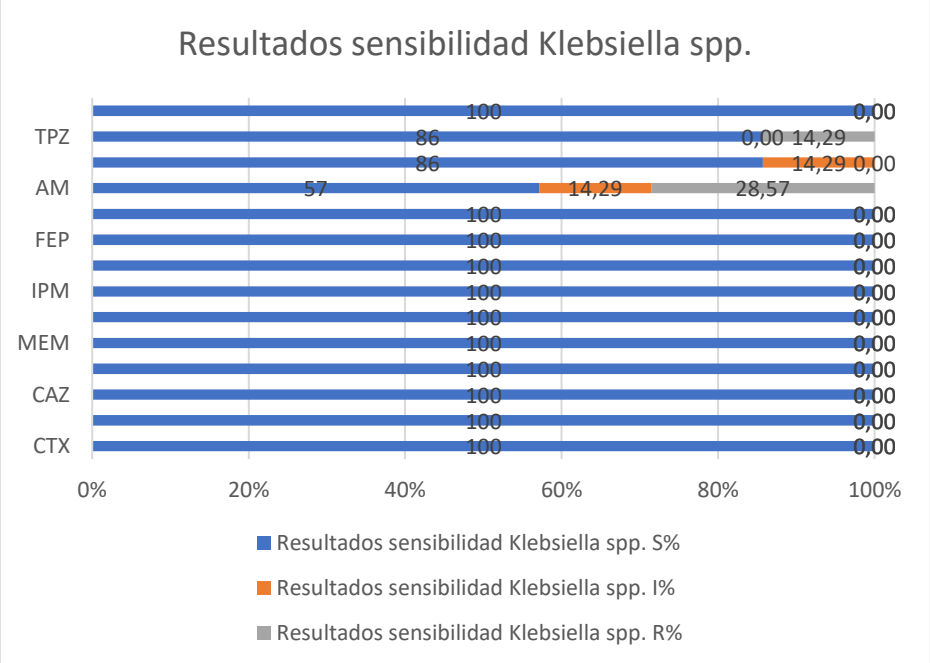


Gráfico 2. Perfil de sensibilidad antimicrobiana de *Klebsiella spp* determinado por difusión en disco.

El gráfico 2 correspondiente a *Klebsiella* spp. muestra también un patrón de alta sensibilidad. Los antibióticos de mayor importancia clínica, como carbapenémicos (IPM, MEM), cefalosporinas de amplio espectro (CAZ, CRO, FEP), aminoglucósidos (CN), fluoroquinolonas (LEV, CIP), ATM y AMC presentan sensibilidad del 100%, lo que señala que no se detectaron mecanismos de resistencia avanzados en los aislamientos estudiados.

Al igual que en *E. coli*, al antibiótico frente al que hubo el comportamiento menos favorable es la ampicilina (AM). Este resultado, en los aislamientos de *Klebsiella spp.*, se explica por la resistencia intrínseca característica del género frente a este antibiótico, por lo que su falta de actividad no representa un hallazgo inesperado ni sugiere la presencia de mecanismos de resistencia adquiridos. El gráfico evidencia la presencia simultánea de sensibilidad reducida, resultados intermedios y resistencia, lo cual es consistente con la resistencia intrínseca del género frente a penicilinas simples. Cefoxitina (FOX) también muestra un patrón variable, con sensibilidad disminuida y algunos casos intermedios o resistentes. Piperacilina/tazobactam (TPZ) presenta una ligera reducción de sensibilidad, aunque en mayor proporción mantiene valores favorables.

En conjunto, los resultados gráficos de *Klebsiella* spp. indican que las cepas mantienen un perfil sensible frente a la mayoría de los agentes evaluados, con resistencia limitada y focalizada.

La distribución de las especies bacterianas *Klebsiella spp.* y *Escherichia coli* en los diferentes servicios hospitalarios se muestra en el gráfico 3, donde se observa la frecuencia de aislamiento en cada área.

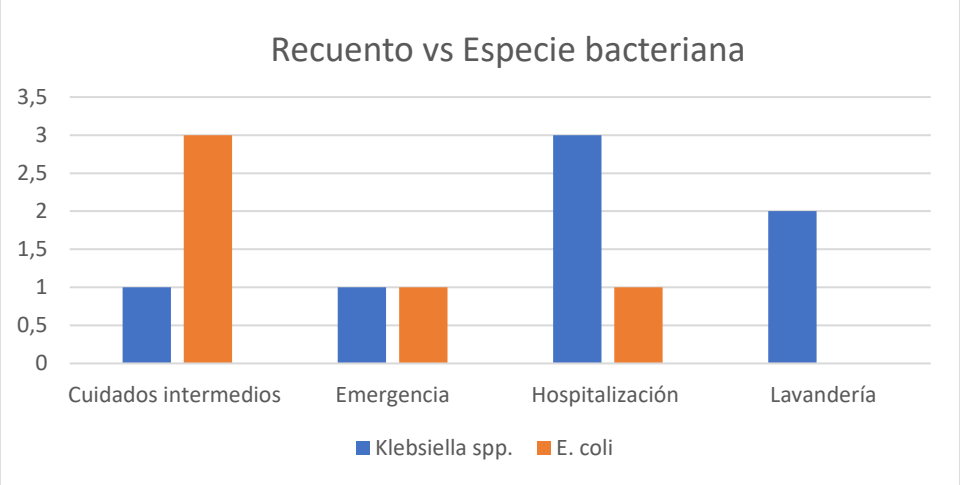


Gráfico 3. Distribución de especies bacterianas según servicio hospitalario.

El gráfico “Distribución de especies bacterianas según servicio hospitalario” Muestra la distribución de los aislamientos de *Klebsiella* spp. y *Escherichia coli* obtenidos en las diferentes áreas del establecimiento de salud. En general, se observa que ambas especies están presentes en varias zonas del entorno hospitalario, aunque con una frecuencia variable.

En el área de Cuidados Intermedios, se registró la presencia de ambas bacterias; sin embargo, *E. coli* presentó el mayor recuento, con tres aislamientos, mientras que *Klebsiella* spp. mostró solo uno. Esta área concentró el valor más alto para *E. coli* dentro de todo el hospital.

En Emergencia, ambas especies aparecieron con un recuento similar (un aislamiento cada una), lo que indica una distribución equivalente entre microorganismos en esta zona de alto tránsito.

En Hospitalización, *Klebsiella* spp. alcanzó su mayor presencia con tres aislamientos, en relación a *E. coli*, que presentó solo un aislamiento. Este resultado sugiere que *Klebsiella* spp. podría tener una mayor capacidad de persistencia o dispersión en superficies de áreas donde existe mayor permanencia de pacientes.

Por último, en Lavandería únicamente se detectó *Klebsiella* spp., con dos aislamientos, sin presencia de *E. coli*. Este hallazgo es relevante, ya que la lavandería constituye una zona de tránsito de ropa sucia y materiales contaminados, lo que puede facilitar la presencia de enterobacterales resistentes o persistentes en superficies.

Klebsiella spp. presenta una distribución más amplia y con mayor frecuencia en varias áreas del hospital, como en Hospitalización y Lavandería, mientras que E. coli se concentra principalmente en Cuidados Intermedios. Estos patrones reflejan diferencias en la persistencia ambiental de ambas especies y aportan información clave para la vigilancia y reforzamiento de las medidas de control microbiológico.

Los resultados muestran que Hospitalización y Cuidados Intermedios concentran cada una el 33,33% de los aislamientos detectados, constituyéndose en las áreas con mayor presencia de bacterias recuperadas de superficies inertes.

Por su parte, Emergencia y Lavandería aportan cada una el 16,67% de los aislamientos totales. Aunque representan una proporción menor, su presencia confirma que la contaminación bacteriana no se limita a áreas de hospitalización prolongada, sino que

también incluye zonas de tránsito continuo (Emergencia) y áreas de manejo de textiles potencialmente contaminados (Lavandería).

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que *Klebsiella* spp. fue la especie predominante en las superficies evaluadas con 58,33%, mientras que *Escherichia coli* representó el 41,67%, lo que coincide con lo señalado por Nieto-Rosado et al. (2024), quienes reportaron que *Klebsiella* spp. se encuentra entre los Enterobacterales más frecuentes en áreas clínicas y no clínicas de hospitales de distintos países, destacando su capacidad de colonizar superficies ambientales con mayor frecuencia que *E. coli* (19). De forma similar, Pineda Delgado (2024) encontró que *Klebsiella spp.* constituía uno de los géneros más frecuentes en ambientes hospitalarios ecuatorianos, lo que refuerza la relevancia ecológica de este género como contaminante persistente (20).

En los resultados de susceptibilidad antimicrobiana del estudio, la sensibilidad igual o superior al 90% observada para cefalosporinas de tercera y cuarta generación, así como la sensibilidad del 100% a carbapenémicos, fluoroquinolonas, aztreonam y aminoglucósidos, se alinea con hallazgos descritos en algunos estudios de contaminación ambiental. Chester et al. (2025) reportaron que, pese a la presencia de bacterias hospitalarias contaminantes, los Enterobacterales recuperados mostraban una elevada sensibilidad a los β-lactámicos de amplio espectro y a los carbapenémicos, lo que sugiere que no todas las superficies hospitalarias albergan microorganismos multirresistentes de alto riesgo (21).

Gamuya et al. (2025) mostraron que ampicilina era uno de los antibióticos con menor efectividad frente a Enterobacterales aislados de superficies en hospitales de Tanzania, en contraste con la mayor actividad de cefalosporinas y carbapenémicos (22).

La ubicación espacial de los aislamientos hospitalización y cuidados intermedios con un 33,33% cada uno, y lavandería y emergencia con 16,67% cada una plantea una distribución coherente con áreas donde se concentra mayor manejo de pacientes, equipos y materiales. Estudios de muestreo hospitalario muestran que las superficies con mayor contacto o manipulación (camas, mesas de trabajo, equipos) tienden a presentar mayor carga de Enterobacterales, y que la composición microbiana puede variar por unidad según prácticas de limpieza y flujo de personas. En términos operativos, estos porcentajes orientan priorizar intervenciones de limpieza dirigidas y muestreos de seguimiento en las áreas con mayor carga detectada (23).

Desde la perspectiva de control de infecciones, los porcentajes observados (Klebsiella spp. 58,33%; E. coli 41,67%; resistencia a ampicilina 33%) sugieren que las medidas estándar de limpieza y desinfección pueden estar limitando la persistencia de fenotipos multirresistentes en estas superficies. No obstante, diversos estudios muestran que la dinámica microbiana del entorno hospitalario puede modificarse de manera rápida ante la introducción de nuevos clones resistentes o ante cambios en la presión antibiótica de la población atendida (24). Por ello, resulta fundamental mantener una vigilancia fenotípica continua, realizar muestreos dirigidos tras eventos epidemiológicos relevantes e integrar los datos ambientales con los hallazgos microbiológicos clínicos para una interpretación más completa del riesgo, constituyendo la estrategia más adecuada para detectar y reaccionar ante la aparición de resistencias emergentes (25).

Conclusiones

- La presencia de enterobacterales en superficies hospitalarias evidencia la persistencia de microorganismos potencialmente patógenos en el entorno nosocomial, lo que confirma su papel como reservorios en la cadena de transmisión de infecciones asociadas a la atención en salud.
- El comportamiento general de susceptibilidad antimicrobiana observado refleja una predominancia de cepas con perfiles sensibles frente a antibióticos de importancia clínica, lo que sugiere una limitada circulación de mecanismos de resistencia de alto impacto en las condiciones evaluadas.
- Las diferencias en la distribución de *Klebsiella spp.* y *Escherichia coli* entre los distintos servicios hospitalarios evidencian la influencia de factores ambientales y operativos en la dinámica de contaminación microbiana, particularmente en áreas con mayor interacción, permanencia de pacientes y manipulación de materiales.

Referencias bibliográficas

1. Un nuevo informe destaca la necesidad de una inversión sostenida en programas de prevención y control de las infecciones [Internet]. [citado 23 de noviembre de 2025]. Disponible en: https://www.who.int/es/news/item/29-11-2024-new-report-highlights-need-for-sustained-investment-in-infection-prevention-and-control-programmes

2. Con apoyo de la OPS, Ecuador establece hito en la Prevención y Control de Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS) - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. 2025 [citado 23 de noviembre de 2025]. Disponible en: https://www.paho.org/es/noticias/19-2-2025-con-apoyo-ops-ecuador-establece-hito-prevencion-control-infecciones-asociadas

3. González JMS, Arias EAR, Cisneros AER, Gallo JHP, Umbarila RAJ, Barba ÉJR, et al. Reporte de frecuencias relativas sobre infecciones bacterianas asociadas a IAAS, análisis 2019 a 2021 de un hospital de tercer nivel. Rev Mex Patol Clínica Med Lab. 31 de octubre de 2022;69(1):11-7.

4. Sukhum KV, Newcomer EP, Cass C, Wallace MA, Johnson C, Fine J, et al. Antibiotic-resistant organisms establish reservoirs in new hospital built environments and are related to patient blood infection isolates. Commun Med. 2022;2:62.

5. WHO bacterial priority pathogens list, 2024: Bacterial pathogens of public health importance to guide research, development and strategies to prevent and control antimicrobial resistance [Internet]. [citado 23 de noviembre de 2025]. Disponible en: https://www.who.int/publications/i/item/9789240093461

6. Álvarez-Ainza ML, Fong-Coronado PA, Ruiz-Bustos E, Castillón-Campaña LG, Quintero-Reyes IE, Duarte-Zambrano LA, et al. Antibiotic resistance of ESKAPE group-microorganisms in health institutions from Hermosillo and Ciudad Obregón, Sonora, México. Front Cell Infect Microbiol [Internet]. 7 de marzo de 2024 [citado 23 de noviembre de 2025];14. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/cellular-and-infection-microbiology/articles/10.3389/fcimb.2024.1348093/full

7. Global report on infection prevention and control 2024 [Internet]. [citado 23 de noviembre de 2025]. Disponible en: https://www.who.int/publications/i/item/9789240103986

8. Lepe JA, Martínez-Martínez L. Mecanismos de resistencia en bacterias gramnegativas. Med Intensiva. 1 de julio de 2022;46(7):392-402.

9. Aurilio C, Sansone P, Barbarisi M, Pota V, Giaccari LG, Coppolino F, et al. Mechanisms of Action of Carbapenem Resistance. Antibiotics. 21 de marzo de 2022;11(3):421.

10. Porter L, Sultan O, Mitchell BG, Jenney A, Kiernan M, Brewster DJ, et al. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A scoping review. J Hosp Infect. mayo de 2024; 147:25-31.

11. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 063:2012 [Internet]. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN); 2012 p. 9. Report No.: RTE INEN 063:2012. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-063.pdf

12. CIRU Medics. Medio de cultivo agar cromogénico o cromoagar [Internet]. Bogotá, colombia; 2024 [citado 23 de noviembre de 2025] p. 3. Disponible en: https://www.cirumedics.com/wp-content/uploads/2024/08/MEDIO-DE-CULTIVO-AGAR-CROMOGENICO.pdf

13. Malbrán C. NOVEDADES CLSI 2022 [Internet]. Buenos Aires, Argentina: Laboratorio Nacional de Referencia en Resistencia a los Antimicrobianos; 2022 [citado 23 de noviembre de 2025] p. 13. Disponible en: https://antimicrobianos.com.ar/ATB/wp-content/uploads/2022/04/NOVEDADES-CLSI-2022.pdf

14. Corona Meléndez JC, Alfaro Rivera CG, Piña Hernández CY, Corona Meléndez JC, Alfaro Rivera CG, Piña Hernández CY. Sensibilidad antimicrobiana y mortalidad intrahospitalaria de infecciones comunitarias y nosocomiales en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Ángeles del Carmen. Med Crítica Col Mex Med Crítica. 2022;36(8):514-20.

15. Urquizo Ayala G, Arce Chuquimia J, Alanoca Mamani G. RESISTENCIA BACTERIANA POR BETA LACTAMASAS DE ESPECTRO EXTENDIDO: UN PROBLEMA CRECIENTE. Rev Médica Paz. 2018;24(2):77-83.

16. Espinoza-Chávez CE, Cando-Brito VM, Acosta-Acosta LS. Resistencia antimicrobiana de enterobacterias y uso de antibióticos en pacientes de uci clínica Dame 2014. Polo Conoc. 26 de abril de 2020;5(4):271-87.

17. Mina-Ortiz JB, Quimis-Cañarte JE, Pinto-Nogales ES, Vitonera-Rogel RA, Lino-Villacreses WA. Resistencia antibiótica en bacilos Gram negativos: Betalactamasas AmpC. Dominio Las Cienc. 2 de julio de 2021;7(3):314-40.

18. Elshamy AA, Aboshanab KM. A review on bacterial resistance to carbapenems: epidemiology, detection and treatment options. Future Sci OA. 6(3):FSO438.

19. Nieto-Rosado M, Sands K, Portal EAR, Thomson KM, Carvalho MJ, Mathias J, et al. Colonisation of hospital surfaces from low- and middle-income countries by extended spectrum β-lactamase- and carbapenemase-producing bacteria. Nat Commun. 29 de marzo de 2024;15(1):2758.

20. Antibacterial susceptibility of Enterobacterales in hospital environments | Anatomía Digital [Internet]. [citado 3 de diciembre de 2025]. Disponible en: https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/AnatomiaDigital/article/view/3225

21. Chester K, Kavulavu, Briton, Okalebo, Faith, Singa, Benson, Masheti, Mary. Antimicrobial Resistance Profiles of Bacterial Contaminants at a Tertiary Hospital in Kenya Reveal Critical Infection Risks and Urgent Need for Enhanced IPC Measures. 6 de octubre de 2025;9(2):1-9.

22. Gamuya E, Salum MS, Mtewele BA, Minja B, Damiano P, Mtemisika CI, et al. Contamination of hospital surfaces by third-generation cephalosporin-resistant gram-negative bacteria in district hospitals in Mwanza, Tanzania: Urgent need for enhanced infection prevention and control. Infect Prev Pract. 1 de septiembre de 2025;7(3):100475.

23. Malual AC, Maina A, Kithinji D, Mutai W. Silent threats on surfaces and equipment in the newborn unit of Kenyatta National Hospital in Kenya. Microbes Infect Dis. 1 de agosto de 2023;4(3):919-27.

24. Odoyo E, Matano D, Tiria F, Georges M, Kyanya C, Wahome S, et al. Environmental contamination across multiple hospital departments with multidrug-resistant bacteria pose an elevated risk of healthcare-associated infections in Kenyan hospitals. Antimicrob Resist Infect Control. 29 de marzo de 2023;12(1):22.

25. Singh KV, Puraswani M, Ningombam A, Ashita A, Thomas JM, Ambashta NK, et al. Environmental sampling reveals reservoirs of antimicrobial resistance in a tertiary care Indian hospital: an observational study to strengthen infection control practices. IJID Reg. 1 de diciembre de 2025; 17:100782.