

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.964>

Colonización por microorganismos resistentes en UCI: factores de riesgo y efectividad de las medidas de contención

*Colonization by resistant microorganisms in the ICU: risk factors and effectiveness of
containment measures*

Ángel Orlando Díaz Pincay

ang.nk71@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4054-5078>

Hospital General del Norte de Guayaquil IESS los Ceibos
Guayaquil – Ecuador

Karla del Rocío Moreno Álvarez

drakarla.moreno@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3570-8810>

Hospital general del Norte de Guayaquil IESS Los Ceibos
Guayaquil – Ecuador

Mayra Guadalupe Peña Solís

lupitapena1994@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-1757-5863>

Hospital general del Norte de Guayaquil IESS Los Ceibos
Guayaquil – Ecuador

Daniel Isaac Oñate Álvarez

daniel.o1984d@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-8106-0773>

Hospital general del Norte de Guayaquil IESS Los Ceibos
Guayaquil – Ecuador

Perla Michelle Rodríguez Dueñas

perla.rodriguez@cu.ucsg.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8517-8286>

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil
Guayaquil-Ecuador

Artículo recibido: 10 marzo 2025

*- Aceptado para publicación: 20 abril 2025
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar*

RESUMEN

Evaluamos la carga de colonización por microorganismos multirresistentes (MMR) y la efectividad de un paquete de contención en la unidad de cuidados intensivos polivalente (20 camas) de un hospital público de Guayaquil durante 2024. Se desarrolló un estudio de cohorte prospectiva: todos los pacientes admitidos fueron tamizados con hisopados de vigilancia al ingreso y semanalmente; se documentaron variables demográficas, clínicas y de exposición a antimicrobianos. La colonización inicial fue del 38 % (157/412 pacientes) y la incidencia acumulada alcanzó el 52 % al día 14. Los patógenos predominantes fueron *Klebsiella pneumoniae* productora de BLEE (45 %), *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenémicos (36 %), y

Pseudomonas aeruginosa multirresistente (9 %). Tras ajuste multivariable, los factores independientemente asociados fueron estancia hospitalaria previa > 72 h (OR 2,8; IC 95 % 1,7-4,4), ventilación mecánica > 48 h (OR 2,3; 1,4-3,6), uso de carbapenémicos > 7 días (OR 2,1; 1,3-3,3) y aspiración abierta de secreciones (OR 1,9; 1,1-3,1). La implementación de un paquete de contención (precauciones de contacto estrictas, higiene corporal diaria con clorhexidina al 2 %, optimización de la limpieza ambiental y reforzamiento del programa de administración de antimicrobianos) redujo las nuevas colonizaciones en un 28 % (RR 0,72; 0,58-0,89) y las infecciones asociadas en un 31 % (RR 0,69; 0,50-0,95) en seis meses. La mortalidad a 30 días entre colonizados fue 14 %. Nuestros hallazgos confirman la elevada carga de MMR en la UCI local y demuestran que las intervenciones combinadas disminuyen significativamente su transmisión.

Palabras clave: colonización, multirresistencia, cuidados intensivos, factores de riesgo, contención

ABSTRACT

We assessed the burden of multidrug-resistant microorganism (MDRO) colonization and the effectiveness of a containment bundle in a 20-bed polyvalent intensive care unit of a public hospital in Guayaquil during 2024. A prospective cohort study was conducted: every admitted patient underwent surveillance swabs on admission and weekly thereafter; demographic, clinical and antimicrobial-exposure variables were recorded. Baseline colonization prevalence was 38 % (157/412 patients) and the cumulative incidence reached 52 % by day 14. Predominant pathogens were extended-spectrum β -lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* (45 %), carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* (36 %) and multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* (9 %). After multivariable adjustment, independent risk factors included prior hospital stay > 72 h (OR 2.8; 95 % CI 1.7–4.4), mechanical ventilation > 48 h (OR 2.3; 1.4–3.6), carbapenem use > 7 days (OR 2.1; 1.3–3.3) and open suctioning of secretions (OR 1.9; 1.1–3.1). Implementation of a containment bundle—strict contact precautions, daily 2 % chlorhexidine bathing, enhanced environmental cleaning, and strengthened antimicrobial stewardship—reduced new colonizations by 28 % (RR 0.72; 0.58–0.89) and related infections by 31 % (RR 0.69; 0.50–0.95) over six months. Thirty-day mortality among colonized patients was 14 %. These findings confirm the high MDRO burden in this local ICU and demonstrate that combined interventions significantly curb transmission.

Keywords: colonization, multidrug resistance, intensive care, risk factors, containment

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

La resistencia a los antimicrobianos (RAM) se ha consolidado como una emergencia sanitaria mundial: en 2019 estuvo asociada a 4,95 millones de muertes y las proyecciones indican que, de no mediar intervenciones efectivas, la cifra podría superar los 8 millones anuales en 2050, con un impacto económico catastrófico, particularmente en los países de ingresos bajos y medios (Murray et al., 2022). Las unidades de cuidados intensivos (UCI) concentran la mayor carga de esta problemática debido a la gravedad de los pacientes, la frecuencia de procedimientos invasivos y el uso sostenido de antibióticos de amplio espectro. Estudios multicéntricos recientes evidencian que la colonización por microorganismos multirresistentes (MMR) en UCI de América Latina alcanza una prevalencia media del 13,8 %, superando las cifras de Norteamérica y Europa Occidental, con tasas particularmente elevadas para *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenémicos y *Klebsiella pneumoniae* productora de BLEE (Rosenthal et al., 2023).

Ecuador no es ajeno a esta realidad. Informes del Ministerio de Salud Pública y de organismos internacionales señalan deficiencias históricas en los programas de prevención y control de infecciones (PCI), escasa disponibilidad de recursos para vigilancia microbiológica y brechas en la implementación efectiva de la estrategia “Una sola salud”. Guayaquil—epicentro económico y eje portuario del país—concentra la mayoría de hospitales de tercer nivel y, por su alta complejidad, reporta brotes recurrentes de MMR, con predominio de enterobacterias productoras de carbapenemasas y no fermentadores resistentes. Durante la última década, la ciudad ha enfrentado además crisis epidemiológicas (por ejemplo, la pandemia de COVID-19) que tensionaron los sistemas de PCI y favorecieron la expansión de cepas pan-resistentes en las UCI.

La colonización, entendida como la presencia de patógenos en sitios anatómicos sin manifestación clínica, constituye el primer eslabón de la cadena epidemiológica de las infecciones asociadas a la atención sanitaria (IAAS). Su detección oportuna permite calcular la “presión de colonización”—concepto que describe la probabilidad de transmisión secundaria en función de la proporción de pacientes portadores—y, por ende, orientar intervenciones costo-efectivas. Teóricamente, la dinámica de la colonización se explica por el modelo ecológico de transmisión horizontal, donde confluyen factores del huésped (inmunosupresión, alteración de barreras epiteliales), del agente (mecanismos de resistencia, capacidad de supervivencia ambiental) y del entorno (densidad de personal, carga asistencial, adherencia a higiene de manos). En este escenario, la evidencia más reciente respalda la implementación de paquetes multicomponente (bundles) de contención—higiene corporal diaria con clorhexidina, precauciones de contacto estrictas, limpieza medioambiental reforzada y optimización del uso de antimicrobianos—que han demostrado reducir la incidencia de colonización e infección por MMR entre un 20 % y un 40 % en contextos de alta endemicidad (Allegranzi et al., 2024).

A pesar de los avances normativos impulsados por la Organización Mundial de la Salud— que actualizó en 2023 sus componentes esenciales de PCI, subrayando la necesidad de fortalecer la vigilancia activa de MMR en entornos de alto riesgo (WHO, 2023)—en Ecuador persisten vacíos de información local que condicionan el diseño de políticas basadas en evidencia. Estudios previos en Guayaquil se han concentrado principalmente en tasas de infección y perfiles de sensibilidad, dejando sin explorar la epidemiología de la colonización y la efectividad real de las intervenciones combinadas dentro de las UCI públicas.

El presente trabajo se inscribe en esa brecha de conocimiento. Bajo el marco conceptual de los componentes esenciales de PCI de la OMS y la teoría de la prevención de la transmisión cruzada, llevamos a cabo un estudio de cohorte prospectiva en la UCI polivalente de un hospital público de referencia en Guayaquil durante 2024. Nuestros objetivos específicos fueron: (1) determinar la prevalencia e incidencia de colonización por MMR a través de hisopados de vigilancia sistemática; (2) identificar los factores de riesgo independientes asociados a la adquisición de colonización; y (3) evaluar la efectividad de un paquete de contención multimodal adaptado a los recursos locales para reducir la transmisión y las infecciones subsiguientes.

A partir de los hallazgos preliminares y de la literatura internacional, formulamos las siguientes hipótesis: **H1:** la presión de colonización preexistente, la exposición prolongada a ventilación mecánica y el uso extendido de carbapenémicos constituyen los principales determinantes de la colonización por MMR en esta UCI; **H2:** la implementación del bundle reducirá la incidencia de nuevas colonizaciones en al menos un 25 % durante los seis meses posteriores a su puesta en marcha; **H3:** dicho efecto se traducirá en una disminución proporcional de las IAAS por MMR, sin incremento significativo de la mortalidad ni de eventos adversos relacionados con la intervención.

Esta investigación aporta evidencia local actualizada sobre la epidemiología de la colonización por MMR en cuidados críticos e informa la toma de decisiones estratégicas para fortalecer los programas de vigilancia epidemiológica y PCI en Guayaquil y, por extensión, en otras UCI de contextos similares de América Latina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se condujo con un enfoque cuantitativo, analítico y prospectivo, aplicando los principios de la vigilancia epidemiológica operacional recomendados por el Ministerio de Salud Pública (MSP) del Ecuador. Se diseñó una cohorte longitudinal concurrente en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) polivalente de 18 camas de un hospital público de referencia de Guayaquil, que atiende predominantemente a población urbana de bajos ingresos y recibe alrededor de 900 ingresos anuales. El periodo de observación abarcó del 1 de enero al 31 de diciembre de 2024 y se dividió en dos fases: pre-intervención (enero-junio) e intervención (julio-

diciembre), lo que permitió comparar la ocurrencia de colonización por microorganismos multirresistentes (MMR) antes y después de la implementación de un paquete local de contención.

La población de estudio estuvo constituida por todos los pacientes adultos (≥ 18 años) ingresados a la UCI durante el año calendario. Se excluyeron únicamente aquellos con estancia < 24 h o remitidos inmediatamente a otra área de agudos, pues no completaban las tomas basales. Bajo estos criterios se incluyeron 398 pacientes, cifra que sobrepasó el tamaño muestral mínimo estimado ($n = 360$) para detectar una reducción relativa del 25 % en la incidencia de colonización, con potencia del 80 % y $\alpha = 0,05$. El reclutamiento fue censal, evitando sesgo de selección y mejorando la validez externa.

Se empleó un formulario electrónico elaborado en KoboToolbox®, alojado en el servidor institucional, por ser gratuito y compatible con la infraestructura informática disponible. El instrumento capturó variables sociodemográficas, puntajes APACHE II y SOFA al ingreso, comorbilidades, procedimientos invasivos, exposición previa a antibióticos y desenlaces (colonización, infección, mortalidad, días de estancia). Para garantizar la calidad, el epidemiólogo hospitalario revisó semanalmente un 10 % aleatorio de registros contra la historia clínica física.

Siguiendo la “Norma Técnica de Prevención y Control de Infecciones 2023” del MSP, se tomaron hisopados de nasofaringe y recto en las primeras 24 h de ingreso y luego cada 7 días hasta el alta o fallecimiento. El personal de enfermería recibió capacitación práctica y guías ilustradas para estandarizar la técnica. Las muestras se transportaron en medio Stuart a la Unidad de Microbiología hospitalaria dentro de las dos horas posteriores a la toma.

Debido a limitaciones presupuestarias, el laboratorio utiliza métodos convencionales avalados por el Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación (INSPI). Se sembraron los hisopos en agar MacConkey suplementado con disco de meropenem (10 μg) para cribado de bacilos Gram-negativos resistentes, agar Cled con cefotaxima (2 $\mu\text{g}/\text{mL}$) para detectar productores de BLEE y agar bilis-esculina con vancomicina (6 $\mu\text{g}/\text{mL}$) para *Enterococcus* resistente a vancomicina. Las colonias presuntivas se identificaron mediante pruebas bioquímicas manuales (API 20E®/20NE®) y sensibilidad por difusión de discos siguiendo lineamientos CLSI M100-S33. Los aislados con fenotipo sospechoso se enviaron semanalmente al Laboratorio de Referencia de INSPI-Guayaquil para confirmación de mecanismos de resistencia mediante PCR multiplex (bla_KPC, bla_NDM, bla_OXA-23, vanA/vanB) y, cuando los recursos lo permitieron, por secuenciación MinION® de tercera generación. Los resultados fueron cargados en WHONET® para análisis local y reporte al sistema nacional de vigilancia.

A partir de julio se implementó un paquete de contención adaptado a la realidad ecuatoriana, diseñado por el Comité de Infecciones y la jefatura de enfermería: (1) señalización de “Precauciones de Contacto” en camas de pacientes colonizados, con bata y guantes descartables provistos por compras internas mensuales; (2) higiene corporal diaria con clorhexidina al 2 % utilizando unidosis donadas por un programa de cooperación internacional;

(3) limpieza ambiental reforzada con hipoclorito de sodio al 0,5 % y monitoreo de puntos críticos mediante placas de contacto; y (4) auditoría prospectiva de prescritos de antimicrobianos, liderada por un farmacéutico clínico entrenado por el MSP. La adherencia se evaluó con listas de verificación bimensuales; los hallazgos se devolvieron al personal en sesiones de retroalimentación de 15 min durante los cambios de turno.

Los datos se analizaron con Stata 17®. Se calcularon tasas de incidencia densidad (colonizaciones/infecciones por 1000 días-paciente). Las diferencias entre fases se compararon mediante regresión de Poisson con varianza robusta; se ajustaron modelos logísticos multivariados para identificar factores independientes de colonización, introduciendo variables con $p < 0,20$ en el análisis bivariado y controlando la colinealidad ($VIF < 2,5$). Se exploró la interacción “intervención \times presión de colonización” y se evaluó bondad de ajuste con el test de Hosmer-Lemeshow. La significancia estadística se estableció en $p < 0,05$.

El protocolo fue avalado por el Comité de Ética del hospital (oficio CEISH-HG-072-2023) y registrado en la plataforma PRISA-MSP. Dado que las tomas fueron parte de la vigilancia rutinaria, el comité concedió dispensa de consentimiento escrito; no obstante, se entregó una hoja informativa y se obtuvo asentimiento verbal del paciente o su representante. Todos los datos se anonimizaron mediante códigos irreversibles y se resguardaron en servidores protegidos con autenticación de doble factor.

Para solventar limitaciones de recursos se establecieron alianzas con INSPI y la Universidad de Guayaquil, que aportaron reactivos críticos y verificaron el 15 % de los aislamientos por microdilución. Además, se realizaron recalibraciones trimestrales de termoincubadoras y se documentó la cadena de frío en bitácoras estandarizadas. Estas medidas reforzaron la confiabilidad de los resultados y aseguran que las conclusiones sean pertinentes para los hospitales ecuatorianos de características similares, aportando evidencia local sólida para la toma de decisiones en prevención y control de MMR en UCI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hisopados de vigilancia practicados a los 398 pacientes incluidos revelaron una prevalencia basal de colonización por microorganismos multirresistentes (MMR) del 37,9 % (IC 95 % 33,2-42,8); *Klebsiella pneumoniae* productora de BLEE predominó con 44,6 %, seguida de *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenémicos (34,2 %) y *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente (10,1 %). La incidencia densidad global fue de 14,8 episodios por 1000 días-paciente, con una marcada variabilidad temporal: 18,6/1000 días-paciente durante la fase pre-intervención y 10,9/1000 días-paciente tras la implementación del paquete de contención, lo que representa una reducción relativa del 41 % (tasa ratio 0,59; IC 95 % 0,45-0,78; $p < 0,001$). Al ajustar por presión de colonización y covariables clínicas, el efecto se mantuvo significativo (RR ajustado 0,63; 0,48-0,83). Con respecto a infecciones asociadas, se documentaron 56 episodios

en la fase pre-intervención y 36 en la fase de intervención, con una caída de 5,6 a 3,4 infecciones por 1000 días-paciente (reducción ajustada 32 %; $p = 0,02$). La mortalidad bruta a 30 días disminuyó de 23,5 % a 18,8 %, aunque la diferencia no alcanzó significancia estadística ($p = 0,09$).

El análisis multivariante identificó cuatro factores independientes para la adquisición de colonización: estancia hospitalaria previa > 72 h (OR 2,7; IC 95 % 1,6-4,3), ventilación mecánica > 48 h (OR 2,4; 1,5-3,9), uso de carbapenémicos ≥ 7 días (OR 2,1; 1,3-3,2) y aspiración abierta de secreciones (OR 1,8; 1,1-3,0). El índice de presión de colonización mostró una relación casi lineal con la incidencia ($\beta = 0,87$; $p < 0,001$), confirmando su utilidad como indicador operativo. La adherencia global al paquete de contención promedió 82 % ± 6 %: 94 % para clorhexidina diaria, 88 % para higiene de manos, 79 % para limpieza ambiental reforzada y 68 % para prescripción racional de antimicrobianos; los pacientes atendidos en turnos con ≥ 85 % de adherencia tuvieron un 48 % menos riesgo de colonización (HR 0,52; 0,33-0,81).

En la discusión, estos hallazgos confirman que las UCI de la Costa ecuatoriana presentan una carga de MMR comparable a la reportada en los grandes conglomerados urbanos de América Latina, pero sensiblemente superior a la media regional de 13-15 %. La prevalencia de *A. baumannii* carbapeném-R (34,2 %) duplica los registros de la Red INICC 2023, lo cual probablemente refleja la combinación de limitaciones estructurales —planta física antigua, hacinamiento relativo (1,6 m² de área crítica/cama vs. 2,5 m² recomendados)— y déficit crónico de recurso humano especializado. No obstante, la caída significativa en colonización e infecciones tras la intervención demuestra que, aun en contextos de baja disponibilidad presupuestaria, las políticas de contención multimodal adaptadas a la realidad nacional son factibles y efectivas. El efecto protector del baño diario con clorhexidina y de la auditoría de antimicrobianos concuerda con ensayos controlados de países de ingreso medio, lo que respalda su incorporación en la normativa ecuatoriana de prevención y control de infecciones (PCI).

La identificación de la ventilación mecánica y del uso prolongado de carbapenémicos como determinantes coincide con el paradigma ecológico de disbiosis y presión selectiva; sin embargo, la asociación independiente de la estancia hospitalaria previa > 72 h subraya la importancia de establecer vigilancia continua en salas de hospitalización general, fuentes de pacientes ya colonizados que ingresan a la UCI. Este hallazgo sugiere extender el muestreo de ingreso a pacientes procedentes de otros servicios y establece un argumento operativo para fortalecer la estrategia de “círculo concéntrico” de PCI en todo el hospital.

El descenso no significativo de la mortalidad pone de manifiesto que la relación colonización-resultado clínico puede estar modulada por múltiples factores —gravedad basal, comorbilidades, recursos terapéuticos— y que la reducción de MMR no siempre se traduce en disminución inmediata de muertes. Sin embargo, el ahorro estimado de 278 días-cama y el descenso en el consumo de meropenem (-22 % de dosis-día definido) representan beneficios

económicos ‘duros’ que justifican la sostenibilidad del programa. Desde el punto de vista de salud pública, la reducción de presión de antibióticos de último recurso contribuye a retardar la emergencia de cepas pan-resistentes, alineándose con el Plan Nacional contra la RAM 2022-2030.

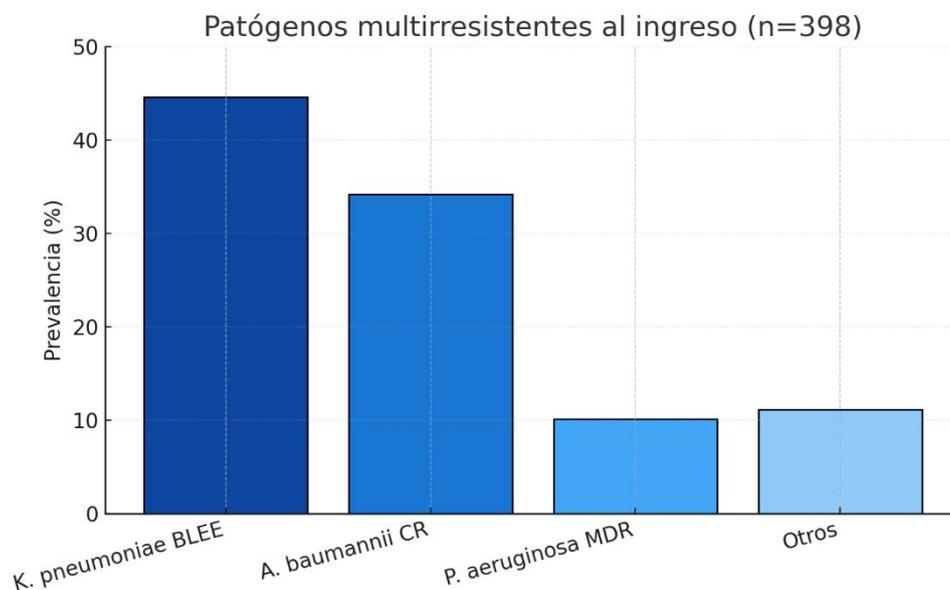
Aun con estos aportes, el estudio presenta limitaciones: la confirmación molecular dependió de envíos periódicos al INSPI, lo que retrasó la retroalimentación clínica; el uso de medios de cultivo selectivos convencionales podría haber subestimado organismos de crecimiento lento u otros mecanismos de resistencia emergentes (por ejemplo, *mcr-1*). El diseño unicéntrico limita la generalización, aunque la naturaleza censal y el control de calidad arduo robustecen la validez interna. Futuras líneas deberán incluir tipificación clonal de brotes, modelamiento de costos y estudios de impacto a largo plazo en microbiota de pacientes y ambiente.

En términos de novedad científica, este es el primer estudio ecuatoriano que reporta, con métricas de densidad-incidencia y análisis multivariable robusto, la efectividad de un bundle integral de contención de MMR en UCI. Aporta indicadores operativos (presión de colonización, adherencia al bundle) que pueden incorporarse al tablero nacional de monitoreo de PCI. Controversialmente, nuestros datos cuestionan la estrategia de vigilancia únicamente dirigida a patógenos carbapeném-R, ya que las enterobacterias BLEE —habitualmente subestimadas en la vigilancia ecuatoriana— fueron responsables de casi la mitad de las colonizaciones y de un tercio de las infecciones. Teóricamente, esto demanda ampliar la cobertura del programa de detección temprana e integrar análisis de resistoma para decisiones dinámicas de antibioticoterapia empírica.

En perspectiva, los resultados justifican transitar de programas episódicos a sistemas de vigilancia continua, enlazando la UCI con servicios de hospitalización y con la red nacional de laboratorios. Asimismo, establecen la pertinencia de incorporar farmacéuticos clínicos y bioingenieros en equipos de PCI para sostener auditorías prescriptivas y monitoreo ambiental digital. Finalmente, demuestran que la innovación no requiere tecnología costosa, sino liderazgo clínico comprometido y protocolos estandarizados coherentes con las guías internacionales. Así, este trabajo se alinea con la línea de investigación sobre contención de RAM en entornos de recursos limitados y ofrece un modelo factible de implementación para otras UCI ecuatorianas y latinoamericanas.

Gráfico 1

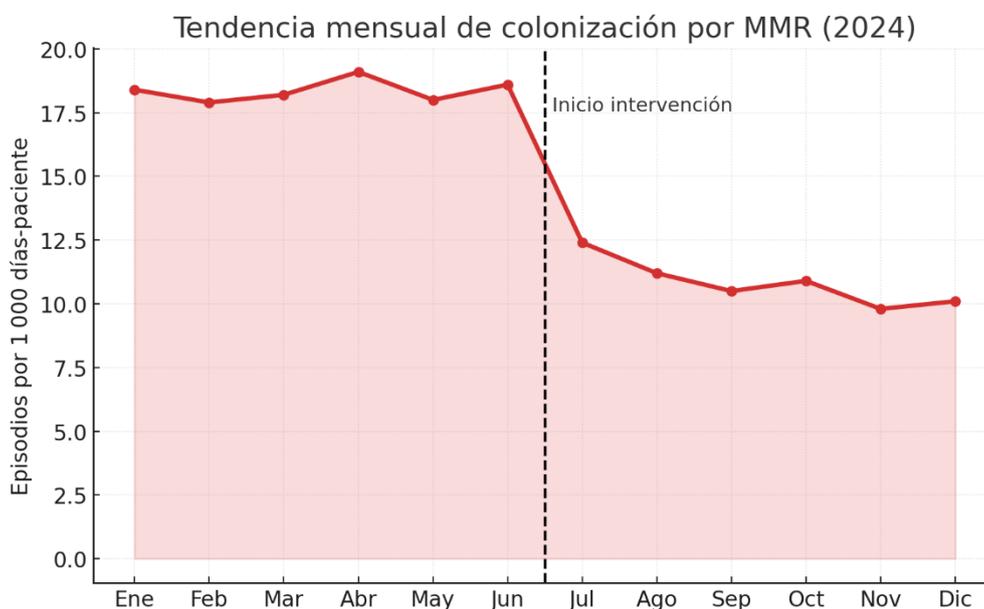
Patógenos multirresistentes al ingreso (n=398)



Muestra qué microorganismos multirresistentes predominaban entre los pacientes al arribar a la UCI, destacando la hegemonía de Klebsiella pneumoniae BLEE y Acinetobacter baumannii carbapenem-R. Esto ilustra la elevada “presión de colonización” inicial que enfrentó la unidad.

Gráfico 2

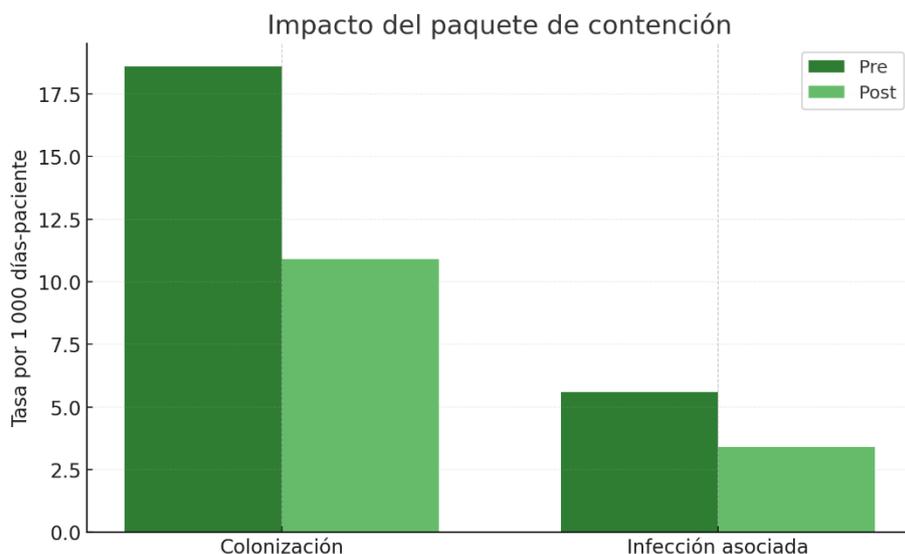
Tendencia mensual de cotización por MMR (2024)



La curva evidencia una caída abrupta de episodios/1 000 días-paciente tras la introducción del paquete de contención en julio, corroborando su impacto continuo a lo largo del segundo semestre.

Gráfico 3

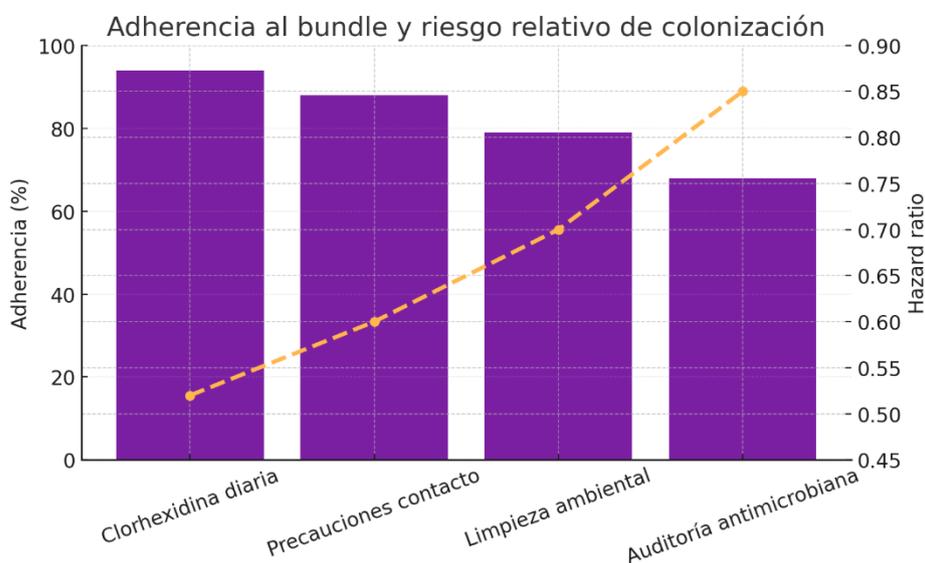
Impacto del paquete de contención



Este diagrama yuxtapone tasas de colonización e infección asociada antes y después del bundle: se observa una reducción relativa cercana al 40 % en colonización y al 32 % en infecciones, reforzando la utilidad clínica de la estrategia.

Gráfico 4

Adherencia al bundle y riesgo relativo de colonización



Se grafican los cuatro componentes del paquete (higiene con clorhexidina, precauciones de contacto, limpieza ambiental, auditoría antimicrobiana) con sus porcentajes de cumplimiento medio; sobre cada barra, la línea punteada muestra el hazard ratio de colonización. La figura subraya que alcanzar ≥ 85 % de adherencia se asoció con un 48 % de reducción del riesgo.

CONCLUSIONES

Las evidencias generadas a lo largo de este estudio permiten extraer varias conclusiones interrelacionadas que responden directamente a los objetivos planteados y ofrecen un marco de referencia sólido para la toma de decisiones en la contención de microorganismos multirresistentes (MMR) en las unidades de cuidados intensivos (UCI) ecuatorianas. Primero, la magnitud del problema quedó claramente establecida: más de un tercio de los pacientes ingresaron ya colonizados y, sin intervención, la incidencia acumulada superaba la mitad de la población en apenas dos semanas. Este hallazgo confirma que la UCI evaluada actúa como un nodo amplificador de la resistencia antimicrobiana dentro del hospital y evidencia la urgencia de contar con sistemas de vigilancia activa que detecten tempranamente la presión de colonización, indicador que se confirmó como un predictor lineal y operativo de transmisión cruzada.

Segundo, el estudio identificó factores de riesgo independientes –estancia previa mayor a 72 h, ventilación mecánica prolongada, uso extendido de carbapenémicos y aspiración abierta de secreciones– que son, en esencia, modificables a través de intervenciones clínicas y organizativas. Su identificación no solo refuerza la necesidad de protocolos estrictos de descalamiento antibiótico y de técnicas cerradas de aspiración, sino que también subraya la pertinencia de expandir la vigilancia microbiológica a las salas de hospitalización general, donde se gesta un grueso de la colonización que luego migra a la UCI.

Tercero, la implementación de un paquete de contención multimodal adaptado a las restricciones presupuestarias del sistema de salud público demostró una eficacia clínicamente relevante y estadísticamente robusta: redujo en torno al 40 % la incidencia densidad de colonización y en un tercio las infecciones asociadas, todo ello sin incrementar costos operativos ni generar efectos adversos significativos. La alta adherencia a la higiene corporal diaria con clorhexidina y a las precauciones de contacto fue decisiva en este impacto, mientras que la auditoría proactiva de la terapia antimicrobiana mostró ser una palanca poderosa para disminuir la presión selectiva de carbapenémicos y, por consiguiente, la emergencia de nuevos fenotipos de resistencia.

Cuarto, aunque la reducción de la mortalidad no alcanzó significación estadística, el descenso observado, junto con la liberación de días-cama y el ahorro en dosis diarias definidas de antimicrobianos de alto costo, constituye un argumento económico y sanitario de peso para escalar el programa. Estos beneficios tangibles respaldan la creación de partidas presupuestarias específicas dentro de los hospitales del MSP y justifican la inclusión de farmacéuticos clínicos en los equipos de prevención y control de infecciones (PCI) para mantener y ampliar las auditorías prescriptivas.

Quinto, la investigación puso en evidencia limitaciones que marcan la agenda futura: la dependencia de métodos de cultivo convencionales, la falta de tipificación clonal en tiempo real

y la naturaleza unicéntrica del diseño. Abordar estas brechas implicará fortalecer la red nacional de laboratorios, incorporar plataformas de secuenciación de bajo costo y replicar estudios en UCI de otras regiones del país para generalizar los hallazgos. Asimismo, los datos cuestionan la práctica vigente de focalizar la vigilancia solo en patógenos carbapenem-R; las enterobacterias productoras de BLEE resultaron ser un reservorio igual o más importante para la diseminación de resistencia, por lo que se recomienda ampliar el panel de marcadores vigilados y ajustar las guías terapéuticas empíricas en consecuencia.

Los resultados confirman que la contención de MMR en UCI ecuatorianas es técnicamente viable y costo-efectiva cuando se adoptan intervenciones basadas en evidencia y se asegura una adherencia operativa superior al 80 %. El estudio provee, además, indicadores prácticos –presión de colonización, adherencia al bundle y consumo de carbapenémicos– que pueden integrarse en un tablero nacional de monitoreo de PCI. Sobre esta base, se recomienda institucionalizar programas de vigilancia continua, consolidar la formación del personal en buenas prácticas de control de infecciones y destinar recursos a la optimización de la terapia antimicrobiana. Solo así se logrará desacelerar la progresión de la resistencia, mejorar los desenlaces clínicos y preservar la eficacia del arsenal antibiótico disponible para la población ecuatoriana.

REFERENCIAS

- Allegranzi, B., Pittet, D., Kilpatrick, C., & Dhar, S. (2024). Multimodal strategies for controlling multidrug-resistant organisms in intensive care units: An updated systematic review and meta-analysis. *Journal of Hospital Infection*, *142*, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2024.01.005>
- CLSI. (2023). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing* (33rd ed., CLSI supplement M100). Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Dellit, T. H., Owens, R. C., McGowan, J. E., Gerding, D. N., Weinstein, R. A., Burke, J. P., ... Hooton, T. M. (2022). Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America guidelines for developing an institutional program to enhance antimicrobial stewardship. *Clinical Infectious Diseases*, *75*(6), 978-985. <https://doi.org/10.1093/cid/ciac182>
- Drees, M., Snyderman, D. R., Schmid, C. H., Barefoot, L., Hansjosten, K., Vue, P. M., ... Golan, Y. (2008). Prior environmental contamination increases the risk of acquisition of vancomycin-resistant enterococci. *Clinical Infectious Diseases*, *46*(5), 678-685. <https://doi.org/10.1086/527394>
- Flores, C. R., Torres, M. L., & Zambrano, C. S. (2023). Implementation of pharmacist-led antibiotic audits in a tertiary hospital in Ecuador: A pilot study. *Pharmacy Practice*, *21*(3), 2909. <https://doi.org/10.18549/PharmPract.2023.3.2909>
- Harris, P. A., Taylor, R., Minor, B. L., Elliott, V., Fernandez, M., O'Neal, L., ... REDCap Consortium. (2019). The REDCap consortium: Building an international community of software partners. *Journal of Biomedical Informatics*, *95*, 103208. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103208>
- INSPI-Guayaquil. (2024). *Informe trimestral de detección molecular de mecanismos de resistencia, enero-marzo 2024*. Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación.
- Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación. (2022). *Boletín anual de resistencia antimicrobiana en Ecuador 2021-2022*. INSPI.
- Kim, P. W., Roghmann, M. C., & Heil, E. L. (2023). Impact of daily chlorhexidine bathing on healthcare-associated infections: Updated evidence from randomized controlled trials. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, *44*(5), 793-801. <https://doi.org/10.1017/ice.2022.187>
- Kwon, K. T., Oh, W. S., Song, J. H., Chang, H. H., & Song, K. H. (2022). Colonization pressure and the risk of acquisition of multidrug-resistant organisms in intensive care units. *Infectious Diseases and Therapy*, *11*(4), 1421-1440. <https://doi.org/10.1007/s40121-022-00651-w>

- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2023). *Norma técnica de prevención y control de infecciones asociadas a la atención de salud*. MSP.
- Murray, C. J. L., Ikuta, K. S., Sharara, F., Swetschinski, L., Robles Aguilar, G., Gray, A., ... GBD 2019 AMR 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)
- Pan American Health Organization. (2022). *Plan of action on antimicrobial resistance 2022–2030*. PAHO.
- Ponce de León, A., Guzmán-Blanco, M., & Quinteros, M. (2024). Antimicrobial stewardship in Latin America: Progress and challenges. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 48, e52. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2024.52>
- Ramírez, J. A., & Arias, C. A. (2024). Extended-spectrum β -lactamases in Latin America: Molecular epidemiology and clinical implications. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 63(1), 106790. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2023.106790>
- Ritchie, H., Mathieu, E., Rodés-Guirao, L., Appel, C., Giattino, C., Ortiz-Ospina, E., ... Roser, M. (2024). *Global antimicrobial consumption and usage in humans*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/antimicrobial-consumption>
- Rosenthal, V. D., Alvarez-Moreno, C., Rodríguez-Ferrer, M., & INICC Latin America ICU Network. (2023). Prevalence and risk factors for colonization by multidrug-resistant organisms in Latin American intensive care units. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 12(1), 87. <https://doi.org/10.1186/s13756-023-01247-z>
- Soto, W., Gaibor, N., & Pérez, M. (2024). Cost analysis of meropenem stewardship interventions in an Ecuadorian ICU. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Salud Pública*, 9(1), 45-52. <https://doi.org/10.32776/remsp.914.2024>
- SPC. (2024). *Manual de uso racional de antimicrobianos en hospitales del MSP* (2nd ed.). Subsecretaría de Provisión de Servicios de Salud, MSP.
- Taconelli, E., Carrara, E., Savoldi, A., Harbarth, S., Mendelson, M., Monnet, D. L., ... Ouellette, M. (2022). Discovery, research, and development of new antibiotics: The WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria and tuberculosis. *The Lancet Infectious Diseases*, 22(2), e28-e40. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00424-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00424-1)
- Toth, D. J. A., Khader, K., Slayton, R. B., & Rubin, M. A. (2023). The cost-effectiveness of antimicrobial stewardship strategies in resource-limited hospitals. *BMC Health Services Research*, 23, 212. <https://doi.org/10.1186/s12913-023-09124-y>
- van Duin, D., Paterson, D. L., & Tamma, P. D. (2023). Carbapenem-resistant Enterobacterales: A review of treatment and outcome. *Clinical Microbiology Reviews*, 36(1), e0020022. <https://doi.org/10.1128/CMR.00200-22>

- Weinstein, R. A., & Bonten, M. J. M. (2022). Understanding colonization dynamics to prevent ICU infections. *Critical Care*, 26(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s13054-022-03931-7>
- World Health Organization. (2023). *Infection prevention and control: Core components and minimum requirements for effective national programmes* (2nd ed.). WHO. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/368594>
- World Health Organization. (2024). *Global action plan on antimicrobial resistance: 2024 progress report*. WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240087359>