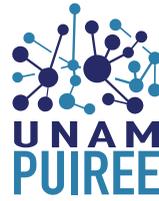


RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN MÉXICO 2017 a 2023

Reporte de los hospitales de la Red PUCRA:
Resistencia antimicrobiana y consumo de antibióticos





RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN MÉXICO 2017 a 2023

Reporte de los hospitales de la Red PUCRA:
Resistencia antimicrobiana y consumo de antibióticos

© Universidad Nacional Autónoma de México, 2024

Se permite la reproducción parcial o total del contenido de este documento, siempre y cuando se cite la fuente:
Universidad Nacional Autónoma de México, Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana (PUCRA).
Resistencia antimicrobiana en México 2017 a 2023. Reporte de los hospitales de la Red PUCRA: Resistencia antimicrobiana
y consumo de antibióticos. Ciudad de México, octubre 2024.

Disponible en: www.puiree.unam.mx

Diseño y maquetación:
Ana Lilia Acosta Moctezuma

Dirigir la correspondencia relacionada con este documento a:
Dr. Samuel Ponce de León Rosales:
sponce@unam.mx
con copia a Dra. Guadalupe Miranda Novales: mirandaguadalupe2707@yahoo.com

Contenido

Resumen ejecutivo	7
Introducción	9
Aislamientos bacterianos y métodos de laboratorio	14
Resistencia antimicrobiana en aislamientos a partir de hemocultivos	16
Resistencia antimicrobiana en aislamientos a partir de urocultivos	23
Medición del consumo de antibióticos.....	25
Discusión	28
Consideraciones finales	30
Conclusiones	31
Grupo coordinador del PUCRA	32
Referencias.....	33
Anexo I	34
Anexo II	37

Índice de figuras, cuadros y gráficos

Figura 1	Ubicación de los centros hospitalarios de la Red PUCRA participantes en el 2023	14
Cuadro 1	Número de aislamientos de bacilos gram negativos y cocos gram positivos a partir de hemocultivos.	15
Cuadro 2	Número de aislamientos de bacilos gram negativos a partir de urocultivos.	16
Cuadro 3	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de <i>Escherichia coli</i> a partir de hemocultivos	17
Cuadro 4	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de <i>Klebsiella pneumoniae</i> a partir de hemocultivos	17
Cuadro 5	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de <i>Enterobacter</i> spp. y <i>Enterobacter cloacae</i> a partir de hemocultivos	18
Cuadro 6	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> a partir de hemocultivos	19
Cuadro 7	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de <i>Acinetobacter baumannii</i> a partir de hemocultivos	19
Cuadro 8	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de <i>Staphylococcus aureus</i> a partir de hemocultivos	20
Cuadro 9	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de <i>Enterococcus faecium</i> a partir de hemocultivos.	21
Gráfico 1	Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR en bacterias del grupo ESKAPE a partir de hemocultivos 2024	22
Gráfico 2	Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR en <i>Acinetobacter baumannii</i> a partir de hemocultivos 2020-2024	22
Gráfico 3	Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR en <i>Pseudomonas aeruginosa</i> a partir de hemocultivos 2020-2024	23
Cuadro 10	Aislamientos de <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i> a partir de urocultivos	23
Gráfico 4	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en 260,562 aislamientos de <i>Escherichia coli</i> a partir de urocultivos	24
Gráfico 5	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en 31,817 aislamientos de <i>Klebsiella pneumoniae</i> a partir de urocultivos.	24
Cuadro 11	Antibióticos de mayor consumo en los hospitales de la Red PUCRA 2023 (mediana de la DDD/100 estancias)	26
Gráfico 6	Consumo de los diferentes antibióticos en DDD/100 estancias en 45 hospitales de la Red PUCRA durante 2022	26
Gráfico 7	Consumo de los principales antibióticos en DDD/100 estancias en 47 hospitales de la Red PUCRA durante 2023	27

Resumen ejecutivo

Este reporte presenta el análisis de los datos compartidos por los hospitales y laboratorios integrados a la Red PUCRA para la vigilancia de la resistencia antimicrobiana y consumo de antibióticos en hospitales durante el periodo de 2017 a 2023.

En total durante este periodo, se recibió información de 41,113 aislamientos clínicos de muestras de hemocultivos, de los cuales 30,484 (74.1%) fueron bacilos gram negativos (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter* spp., *Pseudomonas aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii*) y 10,629 (25.9%) fueron cocos gram positivos (*Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecium*).

En el mismo periodo se recibió información de 292,379 urocultivos, de estos, 260,562 (89.1%) correspondieron a aislamientos de *E. coli* y 31,817 (10.9%) a aislamientos de *K. pneumoniae*.

El consumo de antibióticos parenterales en hospitales se calculó con base a la fórmula en dosis diaria definida (DDD) /100 estancias, de acuerdo con la metodología de la Organización Mundial para la Salud (OMS).

A destacar en este reporte:

- Los enterobacteriales *E. coli* y *K. pneumoniae*, son la orden de bacterias que con mayor frecuencia se aíslan a partir de hemocultivos.
- La resistencia a los beta-lactámicos (incluidas cefalosporinas de 3ª y 4ª generación y aztreonam) es elevada en *E. coli* y *K. pneumoniae*, debida a la producción de beta-lactamasas de espectro extendido (BLEEs). Para ambas bacterias se observó incremento en la resistencia a beta-lactámicos y fluoroquinolonas (ciprofloxacina) en 2022 y 2023, en comparación con 2021.
- Con relación a los bacilos gram negativos no fermentadores, hubo una leve disminución del porcentaje de resistencia a los antibióticos de primera línea para *Pseudomonas aeruginosa*, reportándose entre 15% y 25%, sin embargo, se ha notado un incremento paulatino de aislamientos con característica XDR (extensamente resistente) en los últimos dos años. Para el 2021 se reportaron 5% de aislamientos XDR, en el 2022 16% y en el 2023 21%. Aun cuando el porcentaje de los aislamientos MDR (multidrogo resistente) se mantengan en números similares a los años anteriores, el aumento de cepas XDR incrementa el número de aislamientos dentro de la categoría DTR (difíciles de tratar), para los cuales las opciones de tratamiento son escasas.

- *Acinetobacter baumannii* continúa presentando la frecuencia más elevada de resistencia a múltiples antibióticos. Y si bien se ha registrado una disminución en el porcentaje de aislamientos en la categoría XDR en 2023, el porcentaje en la categoría PDR (pandrog resistente), fue similar a la del 2022 (22%).
- En *Staphylococcus aureus* no hubo variaciones en la resistencia a fármacos de primera línea, sin embargo, en *E. faecium*, se ha registrado un incremento paulatino en la resistencia a vancomicina a partir de 2021.
- Los únicos antibióticos activos para los aislamientos de *E. coli* y *K. pneumoniae* a partir de urocultivos son amikacina y carbapenémicos. Para *E. coli* se agrega además nitrofurantoína.
- Los fármacos de mayor consumo en DDD/100 estancias son: 1° las cefalosporinas, 2°. los carbapenémicos, 3°. vancomicina y 4°. amikacina. El consumo global durante 2022 y 2023 fue similar, pero con leve disminución en comparación con 2021.

Las recomendaciones y las medidas implementadas para el control de la resistencia antimicrobiana han tenido poco impacto a lo largo de siete años de vigilancia. En cinco bacterias (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *A. baumannii*, *P. aeruginosa* y *E. faecium*) aisladas a partir de hemocultivos, al menos 50% de los aislamientos se clasifican en las categorías MDR, XDR y PDR, lo cual implica un reto para su tratamiento debido a las pocas opciones disponibles. Esto nos coloca en un panorama sombrío ante la RAM.

Introducción

Desde su creación en 2017, el Plan Universitario para el Control de la Resistencia Antimicrobiana (PUCRA), integró una Red de instituciones de atención clínica con capacidad de análisis bacteriológico a través de metodología estandarizada. El presente documento reúne los resultados de la información recabada a lo largo de un periodo de 7 años.

A partir de su formación, cada año varias instituciones se sumaron a la Red PUCRA para enviar información sobre la resistencia antimicrobiana de bacterias de interés clínico y consumo de antibióticos en hospitales. Durante el 2021 se contaba con 37 instituciones en 11 estados de la República Mexicana y en el 2023 el número incrementó a 59 instituciones en 16 estados de la República Mexicana.

La Red incluye información de laboratorios clínicos que reciben muestras de pacientes externos, lo cual contribuye a conocer datos sobre la resistencia antimicrobiana en la comunidad (principalmente en urocultivos).

Para fines de comparación entre diferentes hospitales, el consumo de antibióticos se realiza en dosis diaria definida (DDD)/100 estancias, una de las metodologías recomendadas por la OMS, para 2023, se obtuvo esta información en 47 hospitales de la Red PUCRA.

Este reporte resume los resultados de la información compartida por 59 centros hospitalarios e instituciones que pertenecen a la Red. A continuación, se enlistan las instituciones y participantes que enviaron información en el 2023.

- | | |
|--|--|
| 1. CARPERMOR LABORATORIO DE REFERENCIA INTERNACIONAL
B.Q.D. Ana Karen Jiménez Ramírez
Q.F.B. Salvador Eduardo Rodríguez Martínez | 4. HOSPITAL ARANDA DE LA PARRA, LEÓN, GTO.
Q.F.B. Karla Abigail Zúñiga Arenas
Dr. Juan Manuel Cisneros Carrasco
Q.F.B. Ana Patricia Ramírez Saldaña
Dr. Alejandro Macías Hernández |
| 2. CEDIMI LABORATORIOS
Q.F.B. María Bertha Ballesteros Silva
Q. Ofelia Judith Ortiz Alvarado | 5. HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD PETRÓLEOS MEXICANOS
Dra. Ofelia María Rosales del Real
Quim. María de la Paz Flores Romero
Dr. Freddy Domínguez Sosa |
| 3. CENTRO HOSPITALARIO MAC, AGUASCALIENTES NORTE
T.L.C. Nallely del Pilar Hernández García | |

6. HOSPITAL CIVIL DE GUADALAJARA DR. JUAN I. MENCHACA
Dr. Juan José Morales Reyes
Q.F.B. Herlinda Pinto Macedo
Dr. Francisco Eduardo Castillo Vélez
7. HOSPITAL CIVIL DE GUADALAJARA FRAY ANTONIO ALCALDE
Dr. Esteban González Díaz
Dr. Héctor Raúl Pérez Gómez
Dr. Rodrigo Escobedo Sánchez
Dr. Eduardo Rodríguez Noriega
Dra. Sara Alejandra Aguirre Díaz
Dra. Ma. Del Rayo Morfín Otero
Dr. Sergio Esparza Ahumada
8. HOSPITAL CARDIOLÓGICA AGUASCALIENTES
M.B.A. Dra. Monserrat González Limón
Dr. Francisco Márquez Díaz
Lic. Enf. Luz María Muñoz Delgado
9. HOSPITAL DE ESPECIALIDADES PEDIÁTRICAS, TUXTLA GUTIÉRREZ
M. en C. José Manuel Feliciano Guzmán
M.en C. José Raúl López Sántiz
Dra. Griselda García Morales
Dra. Enid Alejandra Nava Ruíz
10. HOSPITAL DEL NIÑO Y EL ADOLESCENTE MORELENSE
L.F. Santos Casarrubias Barrios
Dr. Jorge Israel Hernández Blanquel
T.L.C Jesús Alfonso Aguirre Torres
Q.F.B. Domingo Sánchez Francia
11. HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO
Dra. Claudia Vázquez Zamora
Dra. Ana Patricia Rendón Hernández
Dr. Víctor Gutiérrez Muñoz
Dra. Beatriz Leal Escobar
Q.F.B. Francisco Antonio Jiménez Flores
12. HOSPITAL GENERAL DR. AGUSTÍN O'HORAN, MÉRIDA, YUC.
Q.F.B. Wendy Cristina Kantún Caamal
Q. Nery Jazhel Lara Aké
Dra. María Esther Rangel Ramírez
Q.F.B. Rosaura Palma Pech
13. HOSPITAL GENERAL DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ
Dra. Ana Patricia Rodríguez Zulueta
Dr. Juan Pablo Ramírez Hinojosa
Q.F.B. Margarita Lozano García
14. HOSPITAL GENERAL AJUSCO MEDIO DRA. OBDULIA RODRÍGUEZ R., SEDESA
Dra. Rosalba Rivera Callejas
Dr. Roberto Carlos García García
Dra. Mónica Ambriz Tututi
15. HOSPITAL GENERAL BALBUENA, SEDESA
Dr. Felipe de Jesús Casillas Franco
Dra. Daniela Itzel Chávez Sánchez
Dr. Pablo Muñoz Piedras
16. HOSPITAL GENERAL DURANGO
Dr. Juan Carlos Tinoco Favila
17. HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO DR. EDUARDO LICEAGA
Dra. María Luisa Hernández Medel
Dra. Manuelita Zavala Pineda
Q.F.B. Miguel Ángel Morales Gil
18. HOSPITAL GENERAL DE TLÁHUAC, SEDESA
Lic. B. E. Ignacio Escalante Velázquez
Dra. Carmen Flores Salas
Dr. Miguel Ángel Martínez Rivera
19. HOSPITAL GENERAL DE ZONA UMF N° 8 GILBERTO FLORES IZQUIERDO
Dr. Enrique Rojano Lastra
Dr. Julián Alberto Priego Díaz

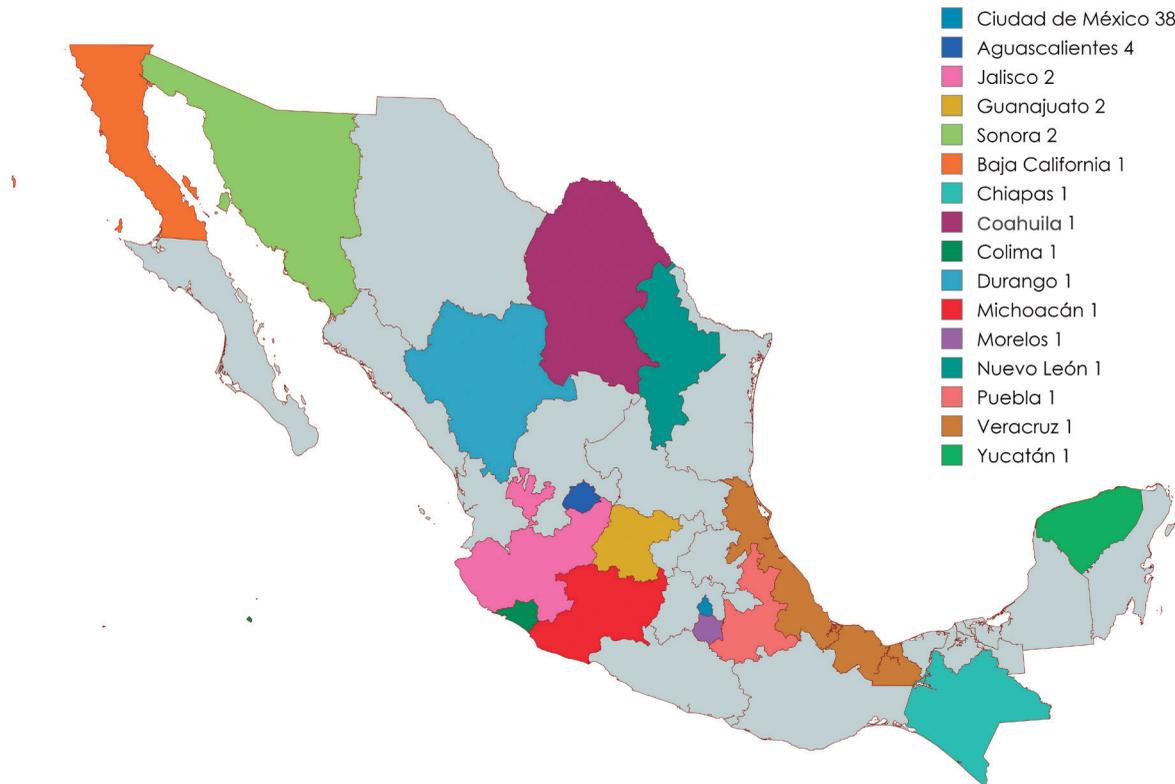
20. HOSPITAL GENERAL DR. ENRIQUE CABRERA, SEDESA
Dr. Ricardo Ramos Xicoténcatl
Dra. Leticia Rojas García
21. HOSPITAL GENERAL MILPA ALTA, SEDESA
Dr. Luis Antonio Castillo Espíndola
Q.F.B. Eunice Galavis Espinoza
Dra. Leonor Hernández Arriaga
L. F. Bárbara Judith Monzalvo Reyes
Mtro. Pablo Ortíz Acevedo
Dra. María del Pilar Bolaños Flores
22. HOSPITAL GENERAL TECOMÁN DR. JOSÉ F. RIVAS GUZMÁN, COLIMA
Dr. Marco Antonio Prado Quezada
Q.F.B. Héctor Manuel González Díaz
23. HOSPITAL GENERAL TOPILEJO, SEDESA
Dra. Mayrel Romero Bermejo
Mtro. Víctor Álvarez Cortes
24. HOSPITAL MATERNO INFANTIL INGUARÁN, SEDESA
Q.F.B. Mario Alberto Camacho González
Dra. María del Carmen Morales Cárdenas
25. HOSPITAL MATERNO INFANTIL MAGDALENA CONTRERAS, SEDESA
Dra. Marcela Susana Merino Bautista
26. HOSPITAL MATERNO INFANTIL DR. NICOLÁS M. CEDILLO, SEDESA
Dr. Juan Carlos Olvera Moreno
Dra. Elida Susana Torbellín Aldana
Q.F.B. Myriam Barrios Pompa
27. HOSPITAL MATERNO INFANTIL TLÁHUAC, SEDESA
Dr. Jesús Mauricio Garcés Gutiérrez
Dr. Raúl Mateo Ríos Fabián
28. HOSPITAL MATERNO PEDIÁTRICO XOCHIMILCO, SEDESA
Dra. Noemí Zacarias León
Ing. Alejandro Rafael Zavala Rivapalacio
29. HOSPITAL PEDIÁTRICO AZCAPOTZALCO, SEDESA
Dra. Miriam Trinidad Macias Heredia
Dr. Jhonathan Mata Aranda
Dra. Lucila Huitztl Rosas
Q.F.B. Aridai Domínguez Carrasco
30. HOSPITAL PEDIÁTRICO COYOACÁN, SEDESA
Dr. Eduardo Aranda Patrón
Dra. Magali Rosas Castillo
Q.F.B. Rebeca Rodríguez Llamas
Q.F.B. Dulce María García García
31. HOSPITAL PEDIÁTRICO IZTACALCO, SEDESA
Dra. Alison Aislinn Ruth Niño Ruíz
Q.F.B. Mónica Marisela García
32. HOSPITAL PEDIÁTRICO IZTAPALAPA, SEDESA
Dra. Viridiana Montoya Cruz
M.A.H y S.P. Alberto Reyes García
Dr. Jesús Camargo Oviedo
C. Ángel David Pérez Domínguez
C.D. Raquel Núñez Morales
Dra. Didexy Pérez Mejía
33. HOSPITAL PEDIÁTRICO LA VILLA, SEDESA
Dra. Claudia Olga Nisadooh Gutiérrez Ramírez
Q.F.B. Susana Rodríguez Silva
34. HOSPITAL PEDIÁTRICO MOCTEZUMA, SEDESA
Dr. Víctor Hugo Portugal Moreno
Dra. Gabriela Gil Márquez
Q.B.P. Iván Carmona Juárez
Lic. en Farmacia Elizabeth Cano Atanacio

35. HOSPITAL PEDIÁTRICO PERALVILLO, SEDESA
Dra. Verónica Morales Rangel
Dra. Matiana Guadalupe Landa Esteban
36. HOSPITAL PEDIÁTRICO TACUBAYA. SEDESA
Dra. Paulina Cuevas Ortega
Dra. Andrea Vargas García
37. HOSPITAL PRIVADO DE HERMOSILLO, S.A de C.V. (HOSPITAL CIMA)
Dr. Francisco Javier Navarro Gálvez
38. HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD LIC. ADOLFO LÓPEZ MATEOS, ISSSTE
Dr. Félix Octavio Martínez Alcalá
Dra. Laura Olivia Estrada Hernández
Dra. Alejandra Eugenia Chávez Ortíz
Enf. Patricia Sánchez Cervantes
Enf. Jaqueline González Arellano
T.L.C. Nadia Paulina Carrillo Aburto
C.D. Agles Cruz Peralta
39. HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL BAJÍO, LEÓN, GTO.
Dra. Mariana Gil Veloz
Q.F.B. Luis Raúl Rivera Garay
40. HOSPITAL REGIONAL DE XALAPA DR. LUIS F. NACHÓN
Dra. Olga Adriana Flores Lomán
41. INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGÍA
Dra. Patricia Volkow Fernández
Q.B.P. María del Consuelo Velázquez Acosta
Dra. Diana Vilar Compte
Dra. Patricia Cornejo Juárez
42. INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA DR. IGNACIO CHÁVEZ
Q.F.B. Ana María Hernández Dueñas
Dr. Gabriel Israel Soto Nieto
Mtra. María del Rosario Vázquez Larios
43. INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN SALVADOR ZUBIRÁN
MsC Eric Ochoa Hein
Dr. Bernardo Alfonso Martínez Guerra
Dra. María Fernanda González Lara
Q.F.B. Patricia Bárcenas Bautista
44. INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ISMAEL COSIO VILLEGAS
Dr. Víctor Hugo Ahumada Topete
Dr. Eduardo Becerril Vargas
Dra. Pamela Garcíadiego Fossas
Q.B.P. Christian Daniel Mireles Dávalos
Dra. Odalis Rodríguez Ganen
45. INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA MANUEL VELASCO SUÁREZ
Dr. José Luis Soto Hernández
M. en C. Karen Flores Moreno
Mtra. Angie Loyo Domínguez
Lic. Jheny López Velázquez
46. INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA
Dra. Mercedes Macías Parra
Dra. Irma Virginia Díaz Jiménez
Dr. Eduardo Arias de la Garza
Q.C. Damaris Manzano Arredondo

47. INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA
Dra. Claudia Adriana Colín Castro
Dr. Rafael Franco Cendejas
M. en C. Melissa Hernández Durán
Dr. Luis Esaú López Jácome
48. LABORATORIO CLÍNICO MAC, AGUASCALIENTES SUR
Lic. A.Q.B. Rocío Montserrat Gómez
T.L.C. Victoria Alejandra Romo Viscencio
Q. José Antonio Reyes Valtierra
M. en C. Alejandro Rocha García
49. LABORATORIO CLÍNICO HIMALAYA. AGUASCALIENTES
Lic. A.Q.B. Rocío Montserrat Gómez
50. LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN CLÍNICA, LABDIC
Biol. Edith Rebollo Maximino
Q.B.P. América Salgado Martínez
PTBQI Enrique Capula Rodarte
51. LABORATORIO ROAL, MEXICALI B.C.
Q.F.B. Gloria del Carmen Álvarez Valdez
Q.F.B. Elsa Margarita Romo Valenzuela
52. LABORATORIOS RUÍZ, PUEBLA, PUE.
Q.C. Leticia Acosta Sandria
Q.F.B. Ana Rosa Pérez Chetla
53. UMAE 34 IMSS, HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA, MONTERREY NL
Dr. Arturo Muñiz García
Dra. Silvia Marina Salas Pérez
Dra. Laura Eugenia Ambríz Garza
Dra. Sandra Gabriela Galindo Alvarado
Dr. José Lorenzo Infante López
54. UMAE N° 71, IMSS, TORREÓN
Dra. Gabriela Flores Casas
Dr. Armando Abraham de Pablos Leal
55. UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA DR. LUIS MÉNDEZ DEL C.M.N. SIGLO XXI, IMSS
Dra. Angélica Atzin Cedillo López
Dr. Edgar Cruz García
M. en C. Jesús Manuel Ramos Hernández
56. UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIERREZ DEL C.M.N. SIGLO XXI, IMSS
Dr. Oscar David Ovalle Luna
Dr. Gustavo Vázquez Morales
Dr. Edgar Carrillo Vázquez
57. UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES No. 2 LUIS DONALDO COLOSIO MURRIETA IMSS, CIUDAD OBREGON, SONORA
Dr. Daniel Cadena Orea
Dr. Ricardo Serrano Osuna
58. UMAE HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA DR. VICTORIO DE LA FUENTE NARVÁEZ, IMSS
Dr. Miguel Ángel Figueroa Camacho
Dr. Jesús Bernabé Licon Vela
Dra. Juliana Aleida Hinojosa Morales
Dra. Yazmín Zacate Palacios
59. UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA DR. SILVESTRE FRENK FREUND DEL C.M.N. SIGLO XXI, IMSS
Dra. María Guadalupe Labra Zamora
Dra. María Guadalupe Miranda Novales
Dr. Daniel Octavio Pacheco Rosas

La mayoría de los hospitales o instituciones se localizan en la Ciudad de México, y el resto repartidos en 14 entidades federativas de la República Mexicana: Aguascalientes, Baja California, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sonora, Tamaulipas y Yucatán (Figura 1).

Figura 1. Ubicación de los centros hospitalarios de la Red PUCRA participantes en el 2023



Aislamientos bacterianos y métodos de laboratorio

Los hospitales participantes enviaron información de la resistencia antimicrobiana en los aislamientos obtenidos, a partir de hemocultivos (solo uno y el primer aislamiento por paciente, en caso de tener el mismo microorganismo en varios cultivos). Se incluyeron los microorganismos del grupo ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, y especies de *Enterobacter*), y se solicitó clasificar el número de aislamientos MDR (multidrogosresistentes), XDR (extensamente resistentes) y PDR (pandrogosresistentes) (definiciones Anexo II); así como información de los aislamientos de *E. coli* a partir de sangre y orina, y *K. pneumoniae* de urocultivos. Se incluyeron únicamente estas dos fuentes de aislamiento (sangre y orina) a fin de obtener datos de bacterias clínicamente relevantes.

En el periodo 2023 se recibió información de 9,174 aislamientos clínicos de muestras de hemocultivos, de los cuales 7,023 (76.5%) fueron bacilos gram negativos (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *Enterobacter spp.*, *P. aeruginosa* y *A. baumannii*) y 2,151 (23.5%) fueron cocos gram positivos (*S. aureus* y *E. faecium*) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de aislamientos de bacilos gram negativos y cocos gram positivos de hemocultivos.

Microorganismo	# AISLAMIENTOS POR AÑO							TOTAL
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Bacilos gram negativos								
<i>E. coli</i>	1,467	1,955	1,301	1,347	1,641	2,306	3,068	13,085
<i>K. pneumoniae</i>	886	1,369	782	796	965	1,393	1,772	7,963
<i>Enterobacter spp.*</i>	278	443	250	352	480	-	-	2,443
<i>E. cloacae</i>	-	-	-	-	-	640	472	
<i>A. baumannii</i>	317	443	375	633	621	599	567	2,988
<i>P. aeruginosa</i>	586	757	425	607	682	948	1144	4,005
Subtotal gram negativos	3,534	4,967	3,133	3,735	4,389	5,886	7,023	30,484
Cocos gram positivos								
<i>S. aureus</i>	848	1,586	1,032	987	1,302	1,679	1,871	9,305
<i>E. faecium</i>	197	181	119	223	291	313	280	1324
Subtotal gram positivos	1,045	1,767	1,151	1,210	1,593	1,992	2,151	10,629
Total	4,579	6,734	4,284	4,945	5,982	7,878	9,174	41,113

*Incluye *Enterobacter aerogenes* (ahora *Klebsiella aerogenes*) y *Enterobacter cloacae*.

De urocultivos durante 2023 se recibió información de 62,942 aislamientos, de los cuales 55,185 (88.3%) correspondieron a *E. coli* y 7,757 (11.7%) a *K. pneumoniae* (Cuadro 2).

La identificación y susceptibilidad de los aislamientos bacterianos se llevó a cabo por uno o más de los siguientes métodos de laboratorio:

- VITEK® 2 (bioMérieux)
- BD Phoenix™ (Becton-Dickinson)
- MicroScan autoSCAN-4 System Beckman Coulter®
- Kirby-Bauer
- MALDI TOF VITEK® MS (identificación)

Los métodos de laboratorio empleados para el análisis de los aislamientos clínicos son procedimientos estandarizados que cuentan con controles de calidad internos y externos. Los puntos de corte utilizados con el propósito de considerar una bacteria resistente o sensible a un antibiótico se basaron en los criterios del Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio (CLSI) del año correspondiente (ver Anexo 1). Los informes recibidos se integraron en una base de datos única, y se analizan con pruebas de estadística descriptiva (medidas de resumen, frecuencias simples y porcentajes).

Cuadro 2. Número de aislamientos de bacilos gram negativos a partir de urocultivos.

Microorganismo	# AISLAMIENTOS POR AÑO							TOTAL
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
<i>E. coli</i>	11,056	42,297	34,255	31,684	38,905	47,180	55,185	260,562
<i>K. pneumoniae</i>	1,095	5,611	3,627	3,583	4,604	5,540	7,757	31,817
Total	12,151	47,908	37,882	35,267	43,509	52,720	62,942	292,379

*Incluye *Enterobacter aerogenes* (ahora *Klebsiella aerogenes*) y *Enterobacter cloacae*.

Resistencia antimicrobiana en aislamientos a partir de hemocultivos

En los aislamientos de enterobacteriales se observó que la resistencia antimicrobiana ha tenido pocas variaciones a lo largo de siete años. Los enterobacteriales *E. coli* y *K. pneumoniae*, tienen resistencia elevada a las cefalosporinas, en piperacilina/tazobactam se registra un incremento y el promedio ya es superior al 20%. Se conserva actividad para los carbapenémicos y amikacina. La resistencia a ciprofloxacina es elevada con incremento en los dos últimos años.

En el caso de *Enterobacter* spp. los datos informados durante 2017 a 2021 incluyeron información de *E. aerogenes* (ahora *Klebsiella aerogenes*), y *E. cloacae*, debido a que el número de aislamientos informados era escaso. Los porcentajes de resistencia para estos microorganismos no son elevados. A partir de 2022, la información solo corresponde a *E. cloacae*, y en comparación, se observa un número mayor de aislamientos. A pesar de la susceptibilidad reportada a cefalosporinas, no se recomienda el uso de cefalosporinas de tercera generación, debido a la inducción de producción de AMP C y desarrollo de resistencia durante el tratamiento.

Cuadro 3. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Escherichia coli* a partir de hemocultivos.

<i>E. coli</i> (n=13,085)								
Antibiótico	Año*							Promedio n=1,869
	2017 n=1,467	2018 n=1,955	2019 n=1,301	2020 n=1,374	2021 n=1,641	2022 n=2,306	2023 n=3,068	
Ampicilina	88	86	84	88	83	88	90	87
Amikacina	2	2	2	1	1	0	0	1
PIP/TAZ	23	19	10	15	16	22	24	18
Cefepime	69	75	64	60	56	71	69	66
Ceftriaxona	69	75	64	60	56	71	69	66
Ertapenem	0	0	0	3	4	0	0	1
Meropenem	0	1	0	3	2	0	1	1
Ciprofloxacina	70	65	66	73	62	74	73	68

*Se presenta la mediana de los porcentajes de resistencia de los hospitales que proporcionaron información del microorganismo y los antibióticos. PIP/TAZ= piperacilina/tazobactam.

Cuadro 4. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Klebsiella pneumoniae* a partir de hemocultivos.

<i>K. pneumoniae</i> (n= 7,971)								
Antibiótico	Año*							Promedio n=1,277
	2017 n= 886	2018 n= 1,377	2019 n= 782	2020 n= 796	2021 n= 965	2022 n= 1,393	2023 n= 1,772	
Amikacina	7	4	3	0	0	0	0	2
PIP/TAZ	26	23	17	23	26	40	40	28
Cefepime	65	68	58	73	62	65	66	65
Ceftriaxona	65	68	58	73	62	65	66	65
Ertapenem	0	1	5	0	3	0	3	2
Meropenem	4	2	3	0	5	0	3	2
Ciprofloxacina	41	49	38	39	49	56	60	47

*Se presenta la mediana de los porcentajes de resistencia de los hospitales que proporcionaron información del microorganismo y los antibióticos. PIP/TAZ= piperacilina/tazobactam.

Cuadro 5. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Enterobacter spp.*[&] y *Enterobacter cloacae* a partir de hemocultivos.

<i>Enterobacter spp.</i> ^{&} (n= 1,803)					<i>Enterobacter cloacae</i> (n= 1,112)			Total n=(2,915)
Antibiótico	Año*							
	2017 n= 278	2018 n= 443	2019 n= 250	2020 n= 352	2021 n= 480	2022 n= 640	2023 n= 472	Promedio n=416
Amikacina	0	0	1	0	0	0	0	0
PIP/TAZ	24	20	3	15	7	13	6	13
Cefepime	17	14	15	17	7	6	8	12
Ceftriaxona	35	33	31	32	23	25	32	30
Ertapenem	0	0	0	7	7	0	0	2
Meropenem	3	0	0	0	0	0	0	0
Ciprofloxacina	5	14	8	13	9	8	11	10

*Se presenta la mediana de los porcentajes de resistencia de los hospitales que proporcionaron información del microorganismo y los antibióticos. PIP/TAZ= piperacilina/tazobactam.

& Incluye *Enterobacter aerogenes* (ahora *Klebsiella aerogenes*) y *Enterobacter cloacae*, durante los años 2017-2021.

A partir de los reportes de aislamientos de *P. aeruginosa* se encontró que si bien la resistencia no es tan elevada (Cuadro 6), con respecto a la mayoría de los fármacos activos de primera y segunda línea ya se encuentra por arriba del 20%, posterior a un incremento durante 2022, se ve un descenso en 2023. En el último año, se incrementó el número de aislamientos. Este perfil de resistencia refleja que varios hospitales tienen aislamientos que cumplen con la definición de DTR (difícil de tratar: resistente a ceftazidima, cefepime, piperacilina-tazobactam, imipenem-cilastatina, meropenem, ciprofloxacina, levofloxacina), y obliga a la elección de fármacos de último recurso (ceftolozano/tazobactam, ceftazidima/avibactam), no siempre disponibles.

Cuadro 6. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Pseudomonas aeruginosa* a partir de hemocultivos.

<i>P. aeruginosa</i> (n= 5,149)								
Antibiótico	Año*							
	2017 n= 586	2018 n= 757	2019 n= 425	2020 n= 607	2021 n= 682	2022 n= 948	2023 n= 1,144	Promedio n=736
Amikacina	15	12	22	18	14	22	19	17
PIP/TAZ	22	18	19	17	18	44	44	22
Cefepime	22	24	25	27	15	40	18	24
Ceftazidima	24	23	27	25	21	34	18	25
Meropenem	30	25	33	34	27	33	25	30
Ciprofloxacina	18	19	19	32	13	28	25	22

*Se presenta la mediana de los porcentajes de resistencia de los hospitales que proporcionaron información del microorganismo y los antibióticos. PIP/TAZ= piperacilina/tazobactam.

A. baumannii es el microorganismo con mayores porcentajes de resistencia a todos los grupos de antibióticos evaluados (Cuadro 7). Durante 2020, fue notorio un incremento en el número de aislamientos y resistencia. En 2022, la resistencia disminuyó en general para la mayoría de los antibióticos, pero hay otro incremento en 2023, destacando la resistencia a tigeciclina. Este dato se ve afectado ya que solamente el 50% de los hospitales que informan aislamientos tienen el dato de resistencia a este antibiótico.

Cuadro 7. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Acinetobacter baumannii* a partir de hemocultivos.

<i>A. baumannii</i> (n= 2,988)								
Antibiótico	Año*							
	2017 n= 317	2018 n= 443	2019 n= 375	2020 n= 633	2021 n= 621	2022 n= 599	2023 n=567	Promedio n=498
Amikacina	47	49	8	40	50	46	35	45
SAM	44	52	14	83	53	22	35	45
PIP/TAZ	60	57	69	80	67	50	71	64
Cefepime	68	85	40	84	67	40	63	64
Ceftazidima	ND	52	49	89	59	53	63	60
Meropenem	44	79	43	80	67	30	43	57
Ciprofloxacina	71	64	64	80	63	50	63	65
Tigeciclina**	ND	27	9	0	37	38	50	43

*Se presenta la mediana de los porcentajes de resistencia de los hospitales que proporcionaron información del microorganismo y los antibióticos. SAM= Ampicilina/Sulbactam, PIP/TAZ= piperacilina/tazobactam, ND= No disponible. ** El número de hospitales que informan aislamientos y resistencia a este antibiótico es el 50% del total.

Con relación a la vigilancia de la resistencia en microorganismos gram positivos, la información corresponde a *S. aureus* y *E. faecium*. La mediana de la resistencia a los antibióticos de primera línea en aislamientos de *S. aureus* no es tan elevada como lo que se registra hacia los microorganismos gram negativos, y se ha mantenido sin cambios importantes a lo largo del periodo de colección de datos. Con respecto a este agente, en infecciones invasivas, asociado a una mayor mortalidad y complicaciones, se cuenta con más opciones disponibles para el tratamiento.

En el caso de *E. faecium* los porcentajes de resistencia son elevados para los beta-lactámicos, a partir de 2020 se observó un incremento en la resistencia en general a todos los antibióticos reportados, y a partir de 2021 se registraron nuevamente aislamientos resistentes a vancomicina, que no se informaban en los dos años anteriores. La resistencia a gentamicina de alto nivel también incrementó en los últimos tres años.

Cuadro 8. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Staphylococcus aureus* a partir de hemocultivos.

S. aureus (n= 9, 251)								
Antibiótico	Año*							
	2017 n= 848	2018 n= 1,586	2019 n= 1,032	2020 n= 987	2021 n= 1,302	2022 n= 1,679	2023 n= 1,817	Promedio n=1,321
Ciprofloxacina	33	31	25	26	18	19	21	25
Gentamicina	10	8	4	7	4	11	10	8
Clindamicina	36	36	30	39	29	29	37	34
Eritromicina	35	33	30	35	27	33	37	33
Linezolid	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxacilina	21	23	25	25	20	22	20	22
Rifampicina	0	0	2	0	0	0	0	0
TMP/SMX	0	5	3	3	1	0	2	2
Vancomicina	0	0	0	0	0	0	0	0
Tigeciclina	0	0	0	0	0	0	0	0

*Se presenta la mediana de los porcentajes de resistencia de los hospitales que proporcionaron información del microorganismo y los antibióticos.

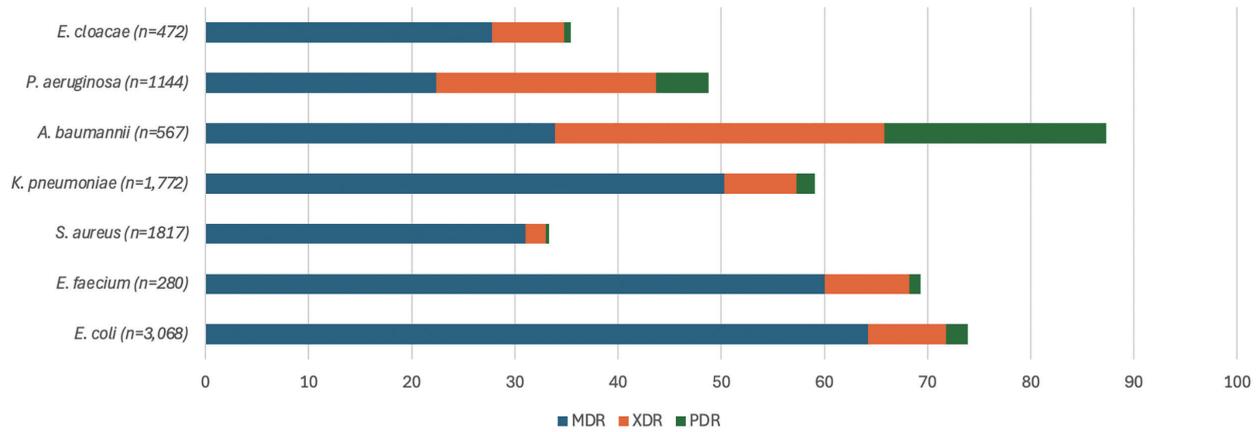
Cuadro 9. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Enterococcus faecium* a partir de hemocultivos.

<i>E. faecium</i> (n= 1,604)								
Antibiótico	Año*							Promedio n=221
	2017 n= 197	2018 n= 181	2019 n= 119	2020 n= 223	2021 n= 291	2022 n= 313	2023 n= 280	
Ampicilina	29	59	63	75	68	77	75	64
Ciprofloxacina	25	56	56	69	65	73	67	59
Eritromicina	87	96	97	100	100	96	100	97
Estreptomocina de nivel alto	13	58	32	67	66	ND	32	45
Gentamicina de nivel alto	0	12	0	0	38	35	45	19
Levofloxacino	14	50	12	52	56	55	60	43
Linezolid	0	0	0	0	0	0	0	0
Penicilina	29	79	60	100	64	54	76	64
Quinupristina/dalfopristina	50	0	4	0	0	0	1	8
Tetraciclina	50	50	62	100	48	36	43	56
Vancomicina	0	25	0	0	21	23	33	15
Tigeciclina	ND	0	0	0	0	0	0	0

*Se presenta la mediana de los porcentajes de resistencia de los hospitales que proporcionaron información del microorganismo y los antibióticos. ND= no disponible

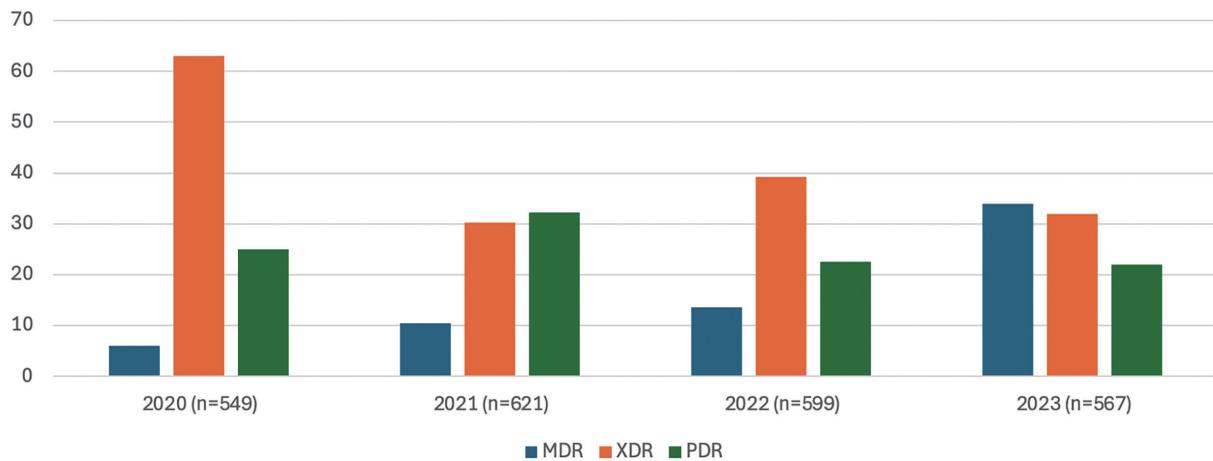
Se realizó una comparación del número de aislamientos en hemocultivos con característica de multi-resistencia durante los 2020-2023. Los aislamientos de *A. baumannii* en su mayoría pertenecen a la categoría extensamente resistente y pandrogó-resistente (XDR y PDR), seguido de *Pseudomonas aeruginosa* (Gráfico 1). En relación al resto de los microorganismos, la mayor cantidad de aislamientos corresponde a la categoría MDR, con frecuencias elevadas para *E. coli*, *E. faecium* y *K. pneumoniae*.

Gráfico 1. Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR en bacterias del grupo ESKAPE a partir de hemocultivos 2023.



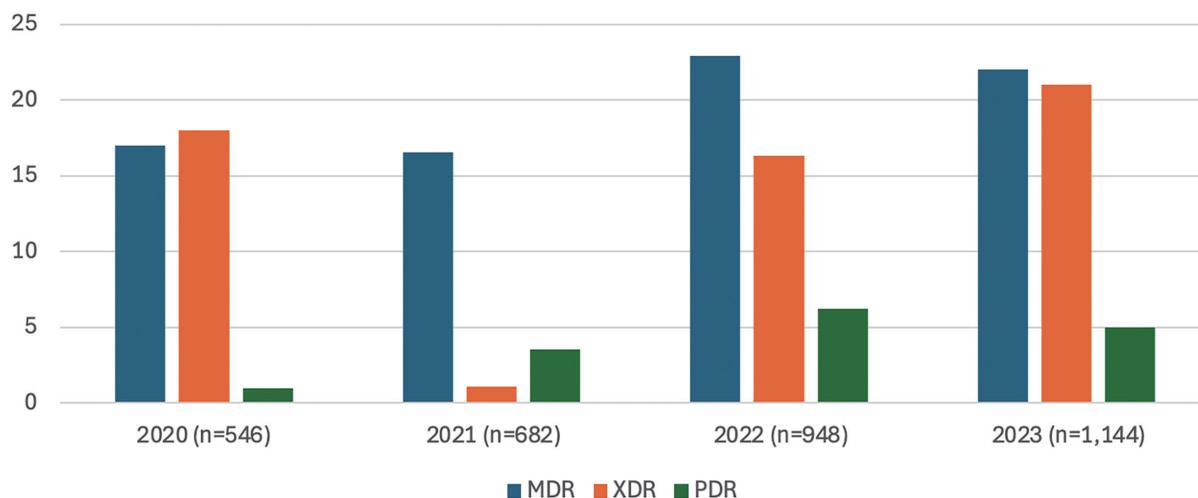
A pesar de que *A. baumannii* siempre se ha caracterizado por el número de aislamientos en categorías de multidrogoresistencia, el porcentaje de XDR y PDR ha ido disminuyendo a partir de 2021, como podemos observar en el Gráfico 2.

Gráfico 2. Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR en *Acinetobacter baumannii* 2020-2023.



El otro microorganismo donde se observa un incremento importante en el número de aislamientos MDR y XDR es *P. aeruginosa*, en los años 2022 y 2023 (Gráfico 3).

Gráfico 3. Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR en *Pseudomonas aeruginosa* 2020-2023.



Resistencia antimicrobiana en aislamientos a partir de urocultivos

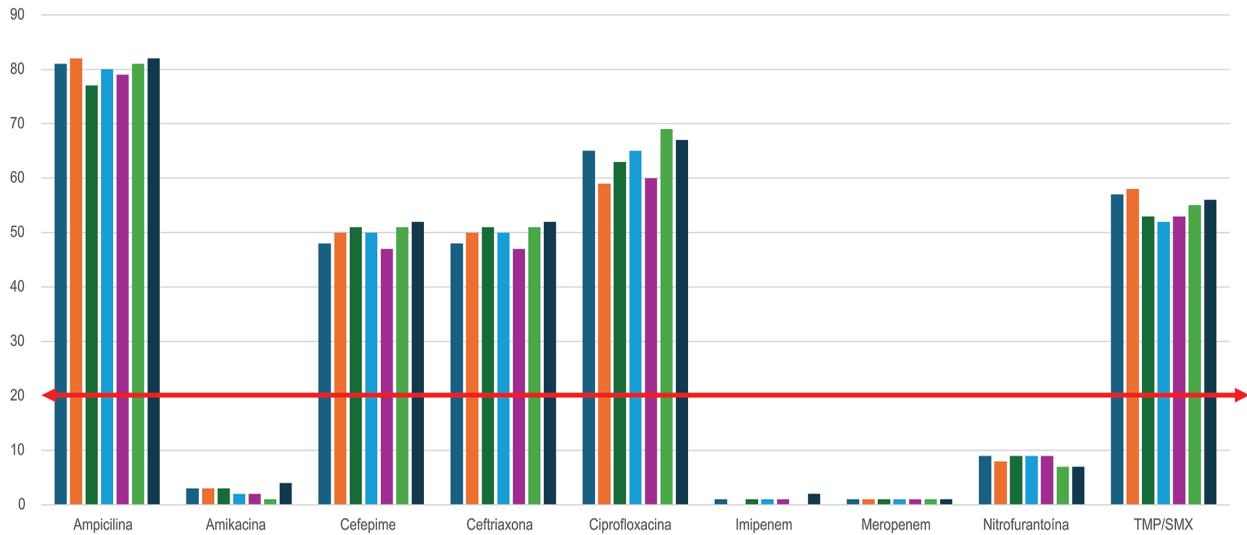
La gran mayoría de los aislamientos a partir de urocultivos correspondieron a *E. coli* (81.8%). Gracias a la información que proporcionan laboratorios que reciben muestras de pacientes ambulatorios, y que contribuyen con los datos de más del 60% de los aislamientos recibidos, los resultados reflejan lo que ocurre en la comunidad tanto como el problema que se presenta en el ámbito hospitalario (Cuadro 10).

Cuadro 10. Aislamientos de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* a partir de urocultivos.

Microorganismo	# aislamientos por año							TOTAL
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
<i>E. coli</i>	11,056	42,297	34,255	31,684	38,905	47,180	55,185	260,562
<i>K. pneumoniae</i>	1,095	5,611	3,627	3,583	4,604	5,540	7,757	31,817
Total	12,151	47,908	37,882	35,267	43,509	52,720	62,942	292,379

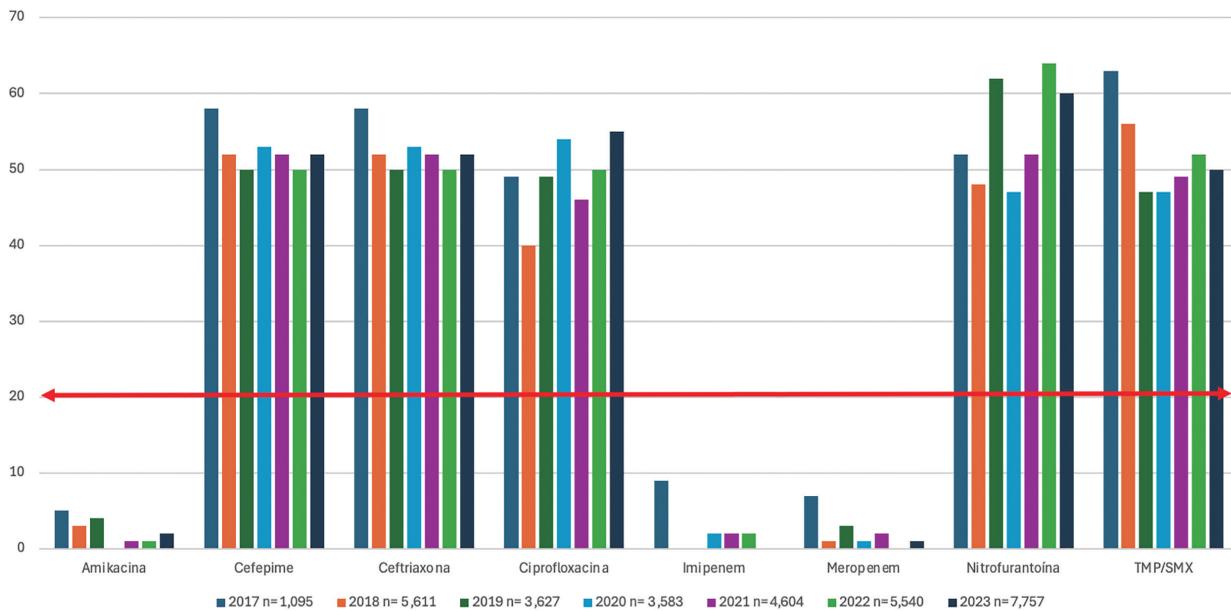
Considerando que, de acuerdo con las recomendaciones de tratamiento en la mayoría de las guías de práctica clínica, al registrarse un porcentaje de resistencia mayor al 20% el número de fallas o recaídas puede ser mayor, los únicos fármacos que conservan su actividad *in vitro* son: amikacina, nitrofurantoína y carbapenémicos en el caso de *E. coli*, y únicamente amikacina y carbapenémicos en el caso de *K. pneumoniae* (Gráficos 5 y 6, la flecha roja destaca el 20%). En el último año se registró un leve incremento en la resistencia a amikacina, uno de los fármacos más activos.

Gráfico 4. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en 260,562 aislamientos de *Escherichia coli* a partir de urocultivos 2017-2023.



La flecha roja destaca la resistencia del 20% y la resistencia de los fármacos por arriba de ese valor.

Gráfico 5. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en 31,817 aislamientos de *Klebsiella pneumoniae* a partir de urocultivos.



La flecha roja destaca la resistencia del 20% y la resistencia de los fármacos por arriba de ese valor.

Medición del consumo de antibióticos

De acuerdo con la recomendación de la OMS, y con la Estrategia Nacional de Acción contra la Resistencia a los Antimicrobianos de México publicada en 2018, se realizó el cálculo del consumo de antimicrobianos en dosis diarias definidas (DDD)/100 estancias.

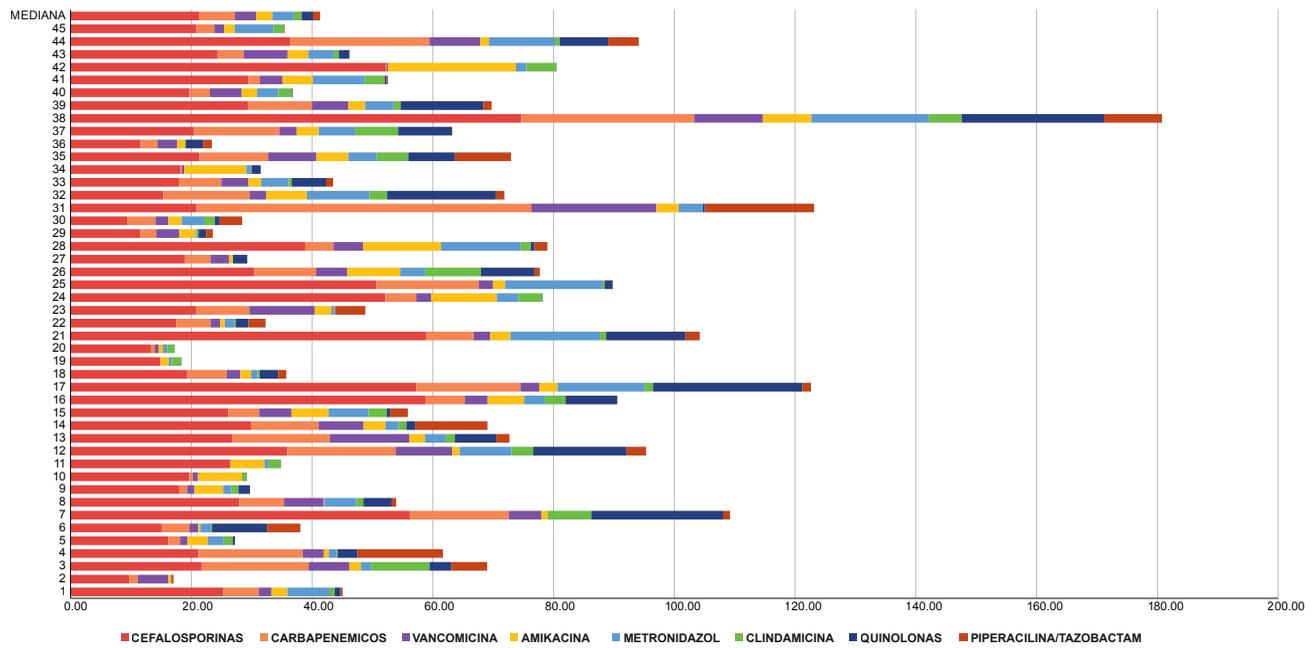
El sistema ATC/DDD (Anatomical Therapeutic Chemical classification with Defined Daily Doses) tiene el propósito de servir como una herramienta para mejorar la calidad en el uso de medicamentos. La clasificación ATC divide los fármacos en diferentes grupos de acuerdo con el órgano o sistema donde actúan, y sus propiedades farmacológicas y terapéuticas. El sistema se desarrolló desde 1990. Se actualiza periódicamente por "WHO's International Working Group for Drug Statistics Methodology".²

La DDD es la dosis diaria de mantenimiento habitualmente utilizada de acuerdo con la indicación principal en un paciente adulto.

Los centros hospitalarios informaron el consumo de antibióticos en gramos totales anuales. El consumo de antibióticos se expresó en DDD/100 estancias. La fórmula empleada fue: $(\text{consumo de antibiótico en gramos/DDD}) \times (100/\text{estancias})$. La estancia se calculó con el número de camas, la ocupación hospitalaria y el número de días del periodo de estudio. Durante los siete años de vigilancia, el número de hospitales que comparten su consumo de antibióticos se ha incrementado. En 2021 y 2022 se registró un incremento en el consumo de cefalosporinas y carbapenémicos, en comparación con 2019. Con respecto a 2023, se registra una disminución en los tres antibióticos de mayor consumo (cefalosporinas, carbapenémicos y vancomicina), así como de quinolonas. En el Gráfico 6, se muestra el consumo en DDD/100 estancias de los 8 principales antibióticos en los hospitales.

Al inicio del registro del consumo de antibióticos en los hospitales de la Red se encontró que los cinco de mayor consumo durante 2017 y 2018 fueron: cefalosporinas, carbapenémicos, vancomicina, penicilina y quinolonas, en orden decreciente (Cuadro 11). A partir de 2019, se encontró un cambio hacia los dos últimos, y se atribuyó principalmente a problemas de abasto de penicilinas naturales y semisintéticas. En su lugar, los antibióticos que se consumen en cuarto y quinto lugar de frecuencia son amikacina y metronidazol, con medianas de 2.56 DDD/100 y 2.55/100 estancias respectivamente. El consumo de penicilinas y quinolonas se mantiene bajo.

Gráfico 6. Consumo de los principales antibióticos en DDD/100 estancias en 45 hospitales de la Red PUCRA durante 2022.

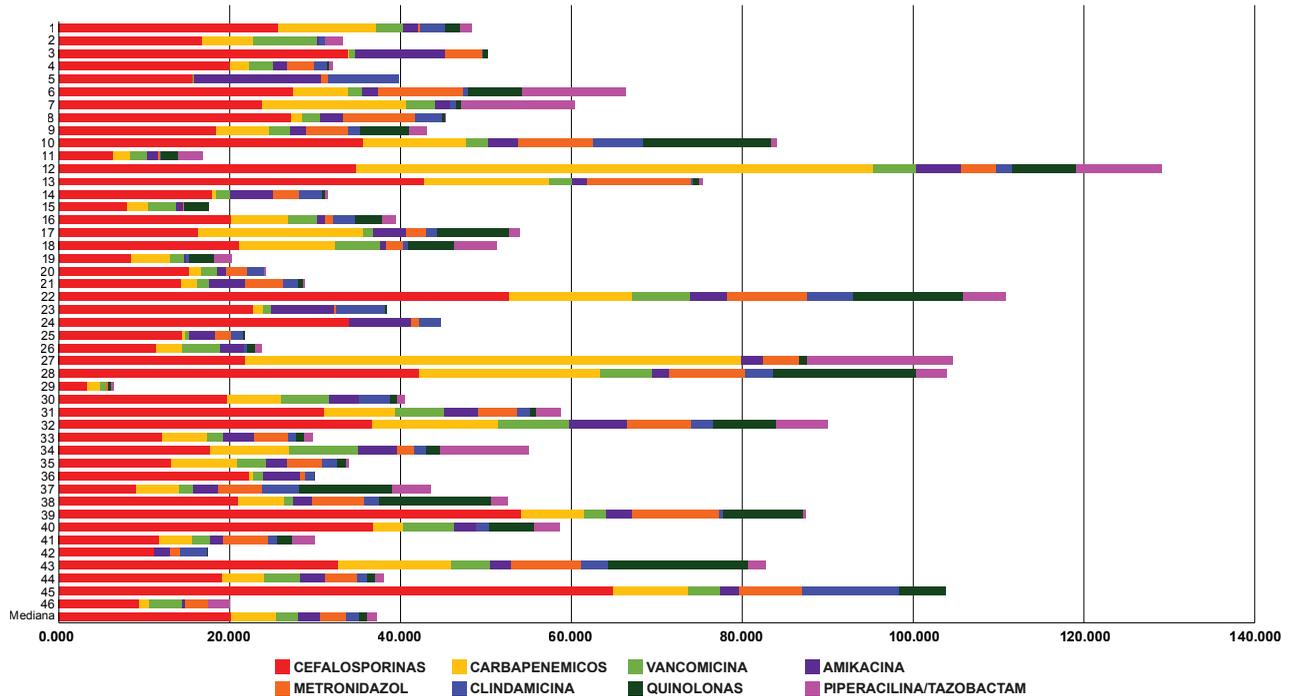


Cuadro 11. Antibióticos de mayor consumo en los hospitales de la Red PUCRA (mediana de la DDD/100 estancias).

Antibiótico	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Cefalosporinas	17.4	18.2	18.3	17.8	24.3	27.0	20.1
Carbapenémicos	7.3	7.7	4.6	6.7	6.9	7.0	5.3
Vancomicina	4.7	4.5	3.7	5.5	3.5	3.7	2.6
Penicilinas	4.5	4.5	1.3	0.7	1.1	1.1	0.7
Quinolonas	3.6	4.4	1.8	1.9	1.3	1.2	1

Entre las instituciones participantes en la Red PUCRA se incluyen hospitales generales, hospitales de tercer nivel de atención, institutos nacionales de salud, hospitales regionales de alta especialidad y hospitales privados. En el Gráfico 6, se presenta la mediana de consumo de los principales antibióticos durante 2022 en comparación con los consumos de 2023 (Gráfico 7). El número de hospitales que enviaron información fue similar. Únicamente los antibióticos con una mediana de consumo de al menos 1 DDD/100 estancias fueron incluidos. Se puede observar la gran variabilidad que existe entre los diferentes hospitales. El número de hospitales (cinco) que reportan consumos superiores a más de 100 DDD/100 estancias fue igual en ambos años.

Gráfico 7. Consumo de los principales antibióticos en DDD/100 estancias en 47 hospitales de la Red PUCRA durante 2023.



Discusión

A lo largo de siete años, más de 50 instituciones han colaborado en la Red PUCRA. Gracias a los datos recibidos, actualmente se cuenta con información de miles de aislamientos de microorganismos ESKAPE (hemocultivos) y con cientos de miles de aislamientos a partir de urocultivos (*E. coli* y *K. pneumoniae*).

El problema de la resistencia antimicrobiana se presenta en todos los hospitales y laboratorios, independientemente del nivel de atención, tamaño (por número de camas) y tipo de muestra (hemocultivos y urocultivos).

Escherichia coli es el microorganismo más frecuentemente aislado en hemocultivos en hospitales en México, similar a lo reportado a nivel mundial, en segundo lugar, se encuentra *Staphylococcus aureus* y en tercer lugar *Klebsiella pneumoniae*. Al realizar una comparación de los datos con lo registrado en el reporte GLASS 2022 de la OMS, y con datos del 2020 (Global antimicrobial resistance and use surveillance system, WHO, 2022), en la Red PUCRA hubo mayor resistencia en los aislamientos de *E. coli* en hemocultivos, con una mediana del porcentaje de resistencia a cefalosporinas de 3ª generación de 66% vs. 41.8% del reporte GLASS. De manera similar, GLASS informó de un incremento en la resistencia a meropenem en *E. coli* a lo largo del tiempo (0.5% [2017] – 0.9% [2020]) vs. Red PUCRA (0% [2017]– 3% y 2% [2020 y 2021]), pero la Red de hospitales no reportó aislamientos de *E. coli* resistentes a carbapenémicos en 2022, y solo 1% de resistencia a meropenem en 2023. En los aislamientos de *K. pneumoniae* la mediana del porcentaje de resistencia a cefalosporinas de tercera generación en la Red PUCRA es de 65% en comparación con 62% del reporte GLASS. Aún no están disponibles los datos de 2021 y 2022 del reporte GLASS, posiblemente se vean cambios debido a la pandemia de COVID-19. México no aporta información a este reporte, a diciembre 31 de 2021 el reporte GLASS contaba con información de 216 países, territorios o áreas.

En otra comparación con los datos reportados por la Red de Seguridad Nacional de Atención a la Salud (NHSN, durante 2021) de hospitales en E.U.A, hay notables diferencias en la resistencia de *E. coli* y *K. pneumoniae*, ya que esa Red informa una resistencia a cefalosporinas de 23.9% y 25.2% respectivamente, vs. 66% y 65% de la Red PUCRA. De igual manera, la resistencia a fluoroquinolonas en *E. coli* es mucho menor en E.U.A. (34.7% NHSN vs 68% Red PUCRA).

Si bien la resistencia a carbapenémicos no es elevada en los enterobacteriales, actualmente constituyen la primera línea de tratamiento de infecciones del torrente sanguíneo por enterobacterias productoras de beta-lactamasas de espectro extendido. Debido al número de aislamientos y por estar entre las primeras causas de bacteremia, se espera que el consumo de carbapenémicos se siga incrementando y en consecuencia la resistencia a estos fármacos.

La resistencia registrada en GLASS para *A. baumannii* es similar a la Red PUCRA, con medianas de porcentajes superiores a 55% para carbapenémicos. La resistencia en la Red

NHSH es menor (39.5%). Este microorganismo, habitualmente causante de neumonías, ahora se encuentra como causa de infecciones del torrente sanguíneo. En este escenario, y con la existencia de aislamientos con características XDR y PDR, constituye una amenaza por las limitadas opciones terapéuticas disponibles en México. En los últimos años, como un dato favorable, se observa una disminución en el porcentaje de aislamientos en las categorías MDR XDR y PDR.

En los aislamientos a partir de urocultivos, GLAAS también informa porcentajes elevados en fármacos que solían recomendarse como primera línea, como ampicilina y TMP/SMZ, y de segunda línea como fluoroquinolonas. Es necesario contar con el informe de susceptibilidad a fosfomicina, aunque este fármaco solo se recomienda para tratamiento de infecciones urinarias no complicadas por *E. coli*. La Red PUCRA realizó un estudio con 156 aislamientos de *E. coli* y 82 aislamientos de *K. pneumoniae*. Se encontró resistencia >20% para beta-lactámicos, TMP/SMZ y quinolonas, la resistencia en *E. coli* <20% para amikacina, fosfomicina y nitrofurantoína; y para *K. pneumoniae*, en amikacina y fosfomicina. No se encontró resistencia a carbapenémicos. En total, las bacterias con características MDR representaron 61% de los aislamientos.

Con respecto a *S. aureus* la resistencia a oxacilina de la Red PUCRA (22%), es menor que lo registra en GLASS y la Red NHSN, de 34.7% y 40%, respectivamente. Aún se conservan varias opciones para tratamiento de primera línea, y que deberían considerarse a fin de realizar un sobreconsumo de vancomicina. En 2023, se registró una disminución en el consumo de vancomicina en DDD/100 estancias.

En el caso de *Enterococcus faecium* el número de aislamientos se incrementó los últimos años, pero puede atribuirse al crecimiento de la Red. Se mantiene la vigilancia por presentar principalmente características de MDR, con opciones limitadas de tratamiento (vancomicina, linezolid y en algunos casos en combinaciones con gentamicina y quinolonas). El reporte GLASS no incluye información de *Enterococcus faecium*. La Red NHSN informó para 2021, 66.8% de resistencia a vancomicina, en contraste con la Red PUCRA, con resistencia mucho más baja (15% en promedio, la más alta 25% en 2018).

El reporte GLASS 2022 informó el consumo de antibióticos en 24 países, territorios o áreas de los 109 incluidos. Su indicador fue DDD por 1000 habitantes por día y la mayoría reportó antibióticos orales, por ello no se puede comparar con los consumos de la Red. Solo se menciona, que al igual que en México, el subgrupo de antibióticos de mayor consumo en hospitales son las cefalosporinas (de 1ª a 4ª generación). GLASS reportó una mediana de consumo de 7.1 (rango, 1.0-24.2) DDD por 1000 habitantes por día. La Red NHSN reporta sus consumos en una razón estandarizada de administración de antimicrobianos (SAAR), por lo que no fue posible realizar comparaciones.

Es difícil hacer consideraciones sobre el consumo de antibióticos en los hospitales a lo largo del tiempo, debido a que se han ido incorporando más instituciones. Algunos hospitales e institutos tienen consumos bajos. Ya que no todos los hospitales informan el mismo número de antibióticos, se seleccionaron los de mayor consumo a fin de representar el Gráfico. En los

últimos años, las quinolonas y las penicilinas han sido desplazadas por amikacina y metronidazol. Es de hacer notar, que el número de hospitales que informaron consumos superiores a la mediana y a 100 DDD/100 estancias se mantuvieron igual en 2022 y 2023, cuando se esperaba que todas las medidas estarían encaminadas a reducir los consumos. En 2023, se observa una discreta disminución en el consumo de los tres antibióticos utilizados con mayor frecuencia en todos los hospitales.

Consideraciones finales

Reconocemos el esfuerzo que han realizado las instituciones de la Red PUCRA con el fin de continuar enviando la información año con año, y con ello poder presentar datos confiables de la situación de la resistencia antimicrobiana en nuestro país y el consumo de antibióticos en hospitales.

Al igual que reportes internacionales, se destacan los aislamientos de bacterias MDR, con muy pocas variaciones a lo largo de siete años. Todos los datos que envían las instituciones son revisados a detalle a fin de mantener la coherencia y congruencia en estos reportes. Solo se incluyen los que han sido verificados.

Una limitante de este reporte es que no ha sido posible incluir los reportes de susceptibilidad a colistina. Actualmente, el único método aceptado por el CLSI es el método de microdilución, ya que no es un método que se lleve a cabo habitualmente en laboratorios de rutina, la mayoría de las instituciones no cuentan con este resultado.

Esperamos que estos reportes sean de utilidad con el objetivo de contribuir a la planeación de las actividades necesarias a fin de disminuir la resistencia y consumo de antibióticos, por ejemplo, la elaboración y/o revisión de guías de práctica clínica, tomando en cuando el perfil epidemiológico local y las recomendaciones de la OMS incorporando la categoría AWaRe para cada antibiótico,¹¹ y fortalecer los programas de optimización de uso de antibióticos.

Conclusiones

La resistencia a los beta-lactámicos (incluidas cefalosporinas de 3^a y 4^a generación) y fluoroquinolonas es elevada en *E. coli* y *K. pneumoniae*. Durante 2022 y 2023 se observó un incremento en la resistencia. En *P. aeruginosa* los porcentajes de resistencia a fármacos de primera línea se encuentran entre 20% y 30%, sin embargo, el número de aislamientos en las categorías extensamente resistente y pandrogroresistente han incrementado a partir de 2022, lo cual indica más aislamientos en la categoría DTR (difíciles de tratar), para los cuales las opciones de tratamiento son escasas. *Acinetobacter baumannii* continúa presentando la frecuencia más elevada de resistencia a múltiples antibióticos, pero el número de aislamientos en las categorías XDR y PDR han disminuido a partir de 2021, sin embargo, un 20% de los aislamientos se reportan resistentes a todos los antibióticos evaluados (PDR).

La resistencia a oxacilina en *S. aureus* permanece estable. En *E. faecium*, durante 2021, 2022 y 2023 se registraron aislamientos resistentes a vancomicina que no se habían informado en los dos años previos.

Los únicos antibióticos activos para los aislamientos de *E. coli* y *K. pneumoniae* a partir de urocultivos son amikacina y carbapenémicos. Para *E. coli* se incluye además nitrofurantoína.

Los tres fármacos de mayor consumo en DDD/100 estancias son las cefalosporinas, los carbapenémicos y vancomicina. Durante 2022 y 2023 se registró una disminución en el consumo global con respecto a 2021. Se estima que 4 de cada 10 pacientes hospitalizados recibe al menos un antibiótico.

Grupo Coordinador del PUCRA

Programa Universitario de Investigación sobre Riesgos Epidemiológicos y Emergentes (PUIREE)

Coordinación

Samuel Ponce de León Rosales

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Eric Ochoa Hein

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Manuel Velasco Suárez"

José Luis Soto Hernández

Facultad de Medicina, UNAM

René Arredondo Hernández

Andrea Elizabeth Vite de la Cruz

Karen Flores Moreno

Yolanda López Vidal

Claudia Mayoral Terán

María Guadalupe Miranda Novales

Patricia Orduña Estrada

Mauricio Rodríguez Álvarez

Referencias

1. Programa Universitario de Investigación en Salud. Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. 2018. <http://www.puis.unam.mx/divulgacion/pucra.php>
2. WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology https://www.whocc.no/atc_ddd_methodology/purpose_of_the_atc_ddd_system/ fecha de acceso: agosto 2024.
3. Estrategia Nacional de Acción contra la Resistencia a los Antimicrobianos. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5525043&fecha=05/06/2018 fecha de acceso: 3 de agosto 2024
4. CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 33rd ed. CLSI supplement M100. Clinical and Laboratory Standards Institute; 2023
5. The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 14.0, 2024. <http://www.eucast.org>
6. Tamma PD, Heil EI, Justo JA, Mathers AJ, Satlin MJ and Bonomo RA. Infectious Diseases Society of America Guidance on the Treatment of Antimicrobial Resistant Gram-Negative Infections. Disponible en <https://www.idsociety.org/practice-guideline/amr-guidance/> (fecha de acceso: agosto 2024)
7. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report: 2022 <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062702> (fecha de acceso julio 2024)
8. Ajulo S, Awosile B. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS 2022): Investigating the relationship between antimicrobial resistance and antimicrobial consumption data across the participating countries. PLoS One. 2024 ;19(2):e0297921. doi: 10.1371/journal.pone.0297921.
9. Miranda-Novales G, Flores-Moreno K, López-Vidal Y, Ponce de León-Rosales S, Pucra Network Members. Limited Therapeutic Options in Mexico for the Treatment of Urinary Tract Infections. Antibiotics (Basel). 2022 Nov 18;11(11):1656. doi: 10.3390/antibiotics11111656.
10. Antibiotic resistance and patient Safety Portal. CDC gov. <https://arpsp.cdc.gov/profile/antibiotic-resistance?tab=antibiotic-resistance>. Fecha de acceso 2 agosto 2024.
11. The WHO AWaRe (Access, Watch, Reserve) antibiotic book. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062382>

Anexo I

Puntos de corte de acuerdo con la concentración mínima inhibitoria (CMI) en mcg/mL, recomendados por Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 2023.

Tabla A-1. Puntos de corte recomendados para enterobacterias.

Antimicrobiano	CLSI 2023 (mg/mL)		
	Sensible: ≤	Intermedio	Resistente: ≥
Ampicilina	8	16	32
Amikacina	4	8	16
Piperacilina/Tazobactam	8/4	-	32/4
Cefuroxima	8	16	32
Cefepime	2	-	16
Ceftazidima	4	8	16
Ceftriaxona	1	2	4
Cefotaxima	1	2	4
Ertapenem	0.5	1	2
Imipenem	1	2	4
Meropenem	1	2	4
Cloranfenicol	8	16	32
Fosfomicina	64	128	256
Nitrofurantoína	32	64	128
Ciprofloxacino	0.25	0.5	1
TMP/SXT	2/38	-	4/76
Colistina ^{&}	-	≤2	4

[&]Para colistina el método aceptable de reporte es microdilución en caldo.

Tabla A-2. Puntos de corte para *Acinetobacter* spp.

Antimicrobiano	CLSI 2023 (mg/mL)		
	Sensible: ≤	Intermedio	Resistente: ≥
Amikacina	16	32	64
Ampicilina/Sulbactam	8/4	16/8	32/16
Piperacilina/Tazobactam	16/4	32/4 – 64/2	128/4
Cefepime	8	16	32
Ceftazidima	8	16	32
Imipenem	2	4	8
Meropenem	2	4	8
Ciprofloxacino	1	2	4
Colistina*	-	≤2	4

*Para colistina el método aceptable de reporte es microdilución en caldo.

Tabla A-3. Puntos de corte para *Pseudomonas aeruginosa*.

Antimicrobiano	CLSI 2023 (mcg/mL)		
	Sensible: ≤	Intermedio	Resistente: ≥
Amikacina	16	32	64
Piperacilina/Tazobactam	16/4	32/4	64/4
Cefepime	8	16	32
Ceftazidima	8	16	32
Imipenem	2	4	8
Meropenem	2	4	8
Ciprofloxacino	0.5	1	2
Colistina*	-	≤2	4

*Para colistina el método aceptable de reporte es microdilución en caldo.

Tabla A-4. Puntos de corte para *Staphylococcus* spp.

Antimicrobiano	CLSI 2023 (mcg/mL)		
	Sensible: ≤	Intermedio	Resistente: ≥
Ciprofloxacino	1	2	4
Gentamicina	4	8	16
Clindamicina	0.5	1-2	4
Eritromicina	0.5	1-4	8
Linezolid	4	-	8
Oxacilina ¹	2	-	4
Rifampicina	1	2	4
Trimetoprim/Sulfametoxazol	2/38	-	4/76
Vancomicina*	2	4-8	16

¹ Puntos de corte para *S. aureus*

Tabla A-5. Puntos de corte para *Enterococcus* spp.

Antimicrobiano	CLSI 2023 (mcg/mL)		
	Sensible: ≤	Intermedio	Resistente: ≥
Ampicilina	8	-	16
Ciprofloxacino	1	2	4
Eritromicina	0.5	1-4	8
Levofloxacino	2	4	8
Linezolid	2	4	8
Penicilina	8	-	16
Quinupristina/Dalfopristina	1	2	4
Tetraciclina	4	8	16
Vancomicina	4	8-16	32

Anexo II

Definiciones para clasificar a los microorganismos como MDR, XDR, o PDR.

Categoría	Definición
Multidrogosresistentes (MDR)	Microorganismo resistente al menos a un agente en tres o más categorías de antimicrobianos.
Extensamente resistentes (XDR)	Microorganismo resistente al menos a un agente en todas las categorías de antimicrobianos, a excepción de dos o menos categorías de antimicrobianos (es decir, los aislamientos bacterianos permanecen susceptibles a solo una o dos categorías).
Pandrogosresistentes (PDR)	Microorganismo resistente a todos los agentes en todas las categorías de antimicrobianos.

Fuente: Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. Clin Microbiol Infect. 2012;18(3):268-281. doi:10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x

Se terminó de imprimir el 30 de septiembre de 2024, en los
talleres de Printshop S.A. de C.V. Av. Progreso No. 136,
Col. Barrio de Santa Catarina Coyoacán, C.P. 04010, CDMX.
Impreso en papel couché de 130 g. para interiores y para
forros couché de 300 g

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Rector

Dr. Jaime Martuscelli Quintana
Coordinador de Proyectos Académicos de Rectoría

Dra. María Soledad Funes Argüello
Coordinador de la Investigación Científica

Dr. José Manuel Saniger Blesa
Secretario de Investigación y Desarrollo

Dr. Samuel Ponce de León Rosales
Coordinador del Programa Universitario de Investigación
sobre Riesgos Epidemiológicos y Emergentes

