



# RESISTENCIA ANTIMICROBIANA 2017 a 2022

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

Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana





# RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN MÉXICO 2017 a 2022

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

Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana

© Universidad Nacional Autónoma de México, 2023

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 2022. Reporte de los hospitales de la Red PUCRA: Resistencia antimicrobiana  
y consumo de antibióticos. Ciudad de México, octubre 2023.

Disponible en: [www.puiree.unam.mx](http://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](mailto:sponce@unam.mx)  
con copia a Dra. Guadalupe Miranda Novales: [mirandaguadalupe2707@yahoo.com](mailto:mirandaguadalupe2707@yahoo.com)

## Contenido

1	RESUMEN EJECUTIVO .....	7
2	INTRODUCCIÓN .....	9
3	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
4	MEDICIÓN DEL CONSUMO DE ANTIBIÓTICOS .....	25
5	DISCUSIÓN .....	28
6	CONSIDERACIONES FINALES.....	30
7	CONCLUSIONES .....	31
8	GRUPO COORDINADOR DEL PUCRA.....	32
9	REFERENCIAS.....	33
10	ANEXO I.....	34
11	ANEXO II.....	37

## Índice de tablas y figuras

Figura 1	Ubicación de los centros hospitalarios de la Red PUCRA participantes en el 2021-2022	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 spp.</i> 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	20
Cuadro 8	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de <i>Staphylococcus aureus</i> a partir de hemocultivos	21
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 2020	22
Gráfico 2	Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR en bacterias del grupo ESKAPE a partir de hemocultivos 2021	22
Gráfico 3	Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR en bacterias del grupo ESKAPE a partir de hemocultivos 2022	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 205,377 aislamientos de <i>Escherichia coli</i> a partir de urocultivos	24
Gráfico 5	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en 24,060 aislamientos de <i>Klebsiella pneumoniae</i> a partir de urocultivos	24
Figura 2	Mediana de consumo de antibióticos (DDD/100 estancias) en el periodo 2017-2022	25
Gráfico 6	Consumo de los diferentes antibióticos en DDD/100 estancias en 28 hospitales de la Red PUCRA durante 2021	26
Gráfico 7	Consumo de los diferentes antibióticos en DDD/100 estancias en 45 hospitales de la Red PUCRA durante 2022	26
Cuadro 11	Antibióticos de mayor consumo en los hospitales de la Red PUCRA (mediana de la DDD/100 estancias)	27

## Resumen ejecutivo

Este reporte presenta el análisis de los datos compartidos por los hospitales y laboratorios integrados de la Red PUCRA, para la vigilancia de la resistencia antimicrobiana (RAM) durante el periodo de 2017 a 2022.

En total, se recibió información de 34,402 aislamientos clínicos de muestras de hemocultivos, de los cuales 25,644 (74.5%) fueron bacilos gram negativos (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter* spp., *Pseudomonas aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii*) y 8,758 (25.5%) fueron cocos gram positivos (*Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecium*).

En el caso de muestras a partir de urocultivos se recibió información de 229,437 urocultivos, de estos, 205,377 (89.5%) correspondieron a aislamientos de *E. coli* y 24,060 (10.5%) 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). Los tres antibióticos con mayor consumo durante el periodo son: cefalosporinas (1ª a 4ª generación, carbapenémicos y vancomicina). Hay gran variabilidad entre las diferentes instituciones. La mediana de consumo en DDD/100 estancias fue de 56.4 (10 hospitales) en 2017, y de 41.79 en 2022 (45 hospitales).

A destacar en este reporte:

- Los enterobacteriales (*E. coli* y *K. pneumoniae*, y *Enterobacter* spp.) 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). Durante 2021 y 2022 se observó un incremento en la resistencia a beta-lactámicos y a fluoroquinolonas (ciprofloxacina).
- Con relación a los bacilos gram negativos no fermentadores, la resistencia de *Pseudomonas aeruginosa* a fármacos de primera línea (ceftazidima, ciprofloxacina, cefepime), se encuentra entre 20% y 30%, sin embargo, el número de aislamientos con característica de multidrogo-resistencia (MDR) o pandrogo-resistencia (PDR) incrementó de 26% a 39%, lo cual indica un número mayor de aislamientos dentro de la categoría DTR (difíciles de tratar), para los cuales las opciones terapéuticas son escasas.
- *Acinetobacter baumannii* continúa presentando la frecuencia más elevada de resistencia a múltiples antibióticos. Durante 2020 se registró un mayor incremento, en los años siguientes hay una discreta disminución. Un 20% de los aislamientos durante 2022, se reportaron resistentes a todos los fármacos.

- En *Staphylococcus aureus* no hubo variaciones en la resistencia a fármacos de primera línea, pero en *E. faecium*, durante 2021 y 2022, se registraron aislamientos resistentes a vancomicina.
- 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 tres antibióticos de mayor consumo en DDD/100 estancias son cefalosporinas, carbapenémicos y vancomicina. Durante 2022 se registró una disminución en el consumo global con respecto a 2021.

A lo largo de seis años de vigilancia y a pesar de las estrategias y recomendaciones para lograr el control de la RAM, no se observa un impacto de las medidas efectuadas. La existencia de enterobacteriales productoras de BLEEs en hemocultivos implica la necesidad del uso de carbapenémicos, en consecuencia, continúa el incremento de gram negativos resistentes a carbapenémicos.

La Red PUCRA incluyó durante 2021 y 2022 una mayor cantidad de hospitales de segundo nivel de atención. A pesar de ello, los porcentajes de resistencia no se ven disminuidos.

## 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 6 años.

A partir de su formación, cada año varias instituciones se sumaron a la Red PUCRA para enviar información sobre la RAM en 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 2022 el número incrementó a 56 instituciones en 15 estados de la República Mexicana. Se sumaron diecinueve instituciones de la Secretaría de Salud (SEDESA) en la CDMX.

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

A fin de realizar un análisis comparativo 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 2022 se obtuvo esta información en 45 hospitales de la Red PUCRA.

Este reporte resume los resultados de la información compartida por 56 centros hospitalarios e instituciones que pertenecen a la Red. A continuación, se enlistan las instituciones participantes que enviaron información en el 2021 y 2022.

1. Centro de Diagnóstico Microbiológico S.A. de C.V. (CEDIMI) laboratorios Morelia, Mich.  
Q.F.B. María Bertha Ballesteros Silva
2. Centro Hospitalario MAC Aguascalientes Norte, Aguascalientes, Ags.  
T.L.C. Nallely del Pilar Hernández García
3. Hospital Aranda de la Parra, León, Gto.  
Dr. Juan Manuel Cisneros Carrasco  
Q.C.B. Érida González Aguilar  
Dr. Alejandro Macías Hernández  
Q.F.B. Ana Patricia Ramírez Saldaña  
Q.F.B. Karla Abigail Zúñiga Arenas
4. Hospital Central Sur de Alta Especialidad, Petróleos Mexicanos, CDMX  
Dr. Freddy Domínguez Sosa  
M.A.H y S.P. María de la Paz Flores Romero  
Q.F.B. Gloria Muñoz Soto  
Dra. Ofelia Rosales del Real
5. Hospital Civil de Guadalajara Dr. Juan I. Menchaca, Guadalajara, Jal.  
Dr. Francisco Eduardo Castillo Vélez  
Dr. Juan José Morales Reyes  
Q.F.B. Herlinda Pinto Macedo
6. Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, Guadalajara, Jal.  
Dra. Sara Alejandra Aguirre Díaz

- Dr. Rodrigo Escobedo Sánchez  
Dr. Sergio Esparza Ahumada  
Dr. Esteban González Díaz  
Dra. Ma. Del Rayo Morfín Otero  
Dr. Héctor Raúl Pérez Gómez  
Dr. Eduardo Rodríguez Noriega
7. Hospital de Cardiología, Aguascalientes, Ags.  
M.B.A. Dra. Monserrat González Limón  
Dr. Francisco Márquez Díaz  
Lic. Enf. Luz María Muñoz Delgado
8. Hospital del Niño y del Adolescente Morelense, Emiliano Zapata, Morelos  
Dr. Eduardo Arias de la Garza  
T.L.C. Jesús Alfonso Aguirre Torres  
L.F. Santos Casarrubias Barrios  
Q.F.B. Domingo Sánchez Francia
9. Hospital General Ajusco Medio, SEDESA, CDMX  
Dr. Roberto Carlos García García  
Dr. Arturo González Ledesma  
Dr. Juan Pablo Ornelas Moreno  
Dr. Jesús Ortiz Ramírez  
Dr. Moisés Perdomo Galván
10. Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, CDMX  
Dra. María Luisa Hernández Medel  
Q.F.B. Miguel Ángel Morales Gil  
Dra. Manuelita Zavala Pineda
11. Hospital General de Tláhuac, SEDESA, CDMX  
Lic. B. E. Ignacio Escalante Velázquez  
Dra. Carmen Flores Salas  
Dr. Víctor González Romero  
Dr. Miguel Ángel Martínez Rivera
12. Hospital General Dr. Agustín O'Horán, Mérida, Yuc.  
Dra. Mussaret Zaidi Jacobson  
E.C.Q.B Neri Jazhel Lara Aké  
Q.F.B. Wendy Cristina Kantún Caamal
- Q.F.B. Rosaura Palma Pech  
Dra. María Esther Rangel Ramírez
13. Hospital General Dr. Enrique Cabrera, SEDESA, CDMX  
Q.F.B. Imelda Pérez Bonaparte  
Dr. Ricardo Ramos Xicoténcatl  
Dra. Leticia Rojas García
14. Hospital General Dr. Manuel Gea González, CDMX  
Q.F.B Margarita Lozano García  
Dra. Ana Patricia Rodríguez Zulueta  
Dr. Juan Pablo Ramírez Hinojosa
15. Hospital General Durango, Durango, Dgo.  
Dr. Juan Carlos Tinoco Favila
16. Hospital General Milpa Alta, SEDESA, CDMX  
Dr. Luis Antonio Castillo Espíndola  
Dra. Leonor Hernández Arriaga  
Dr. Daniel López Mejía
17. Hospital General Regional 6, Ciudad Madero, Tamps.  
Dr. Eliseo Alejandro Aguillón García  
Dra. Blanca Estela Hernández Chena  
Dr. Rajab Mohamed Rajab Abu Jarad  
Q.F.B. Eduardo Rojas Tenorio
18. Hospital General Tecomán Dr. José F. Rivas Guzmán, SEDESA, Colima, Col.  
Q.F.B. Héctor Manuel González Díaz  
Dra. Silvia Berenice Ochoa Anaya  
Dr. Marco A. Prado Quezada
19. Hospital General Topilejo, SEDESA, CDMX  
Mtro. Víctor Álvarez Cortés  
Dra. Jennifer Cuapantecatl Mendieta  
Dr. Jesús Herminio Rivera Bañuelos
20. Hospital Materno Infantil Dr. Nicolás M. Cedillo, SEDESA, CDMX  
Q.F.B. Myriam Barrios Pompa  
Dr. Juan Carlos Olvera Moreno

- Dr. Luis Manuel Núñez Rosales  
Dra. Elida Susana Torbellin Aldana
21. Hospital Materno Infantil Inguarán, SEDESA, CDMX  
Dra. Lucia Aguirre Antonio  
Dra. Liliana Nallely Fonseca Jiménez  
Dra. María del Carmen Morales Cárdenas
22. Hospital Materno Infantil Magdalena Contreras, SEDESA, CDMX  
Dra. Marcela Susa Merino Bautista
23. Hospital Materno Infantil Tláhuac, SEDESA, CDMX  
Dr. Jesús Mauricio Garcés Gutiérrez  
Dr. Raúl Mateo Ríos Fabián
24. Hospital Materno Pediátrico Xochimilco, SEDESA, CDMX  
Dr. Eduardo Calleja Baltazar  
Dra. Judith Meléndez Viana  
Dra. Liliana Nallely Fonseca Jiménez  
Dra. Minerva Ruth Zavala Durán  
Dra. Noemí Zacarias León  
Dr. Alejandro Rafael Zavala Rivapalacio
25. Hospital Pediátrico Azcapotzalco, SEDESA, CDMX  
Q.F.B. Aridai Domínguez Carrasco  
Dra. Lucila Huitztl Rosas  
Dra. Miriam Trinidad Macias Heredia  
Dr. Jonathan Mata Aranda  
Dra. Carolina Muñoz Perea
26. Hospital Pediátrico de Coyoacán, SEDESA, CDMX  
Dr. Eduardo Aranda Patrón  
Q.F.B. Dulce María García García  
Dra. María del Carmen Jaimes Torres  
Q.F.B. Rebeca Rodríguez Llamas  
Dra. Magali Rosas Castillo  
Q.F.B. Karla Gisela Vargas Soto
27. Hospital Pediátrico Iztacalco, SEDESA, CDMX  
Dra. Alison Aislinn Ruth Niño Ruíz  
Dr. Hugo Caballero Novara  
Dra. Ma. de la Concepción Sara Cortés y Quesada
28. Hospital Pediátrico Iztapalapa, SEDESA, CDMX  
Dr. Ernesto Alejandro Diantes Sánchez  
Dr. Jesús Camargo Oviedo  
Dr. José Francisco Mier de Leija  
Dra. Viridiana Montoya Cruz  
C.D. Raquel Núñez Morales  
C. Roberto Ortiz Sotelo  
Dra. Didexy Pérez Mejía  
Q.F.B. Alberto Reyes García  
Dr. Mario de Jesús Ruiz Almorejo
29. Hospital Pediátrico La Villa, SEDESA, CDMX  
Dra. Claudia Olga Nisadooh Gutiérrez Ramírez  
Dr. Néstor Javier Rivera Pinea  
Q.F.B. Susana Rodríguez Silva
30. Hospital Pediátrico Moctezuma, SEDESA, CDMX  
Dra. Gabriela Gil Márquez  
Q.B.P. Iván Carmona Juárez  
Dr. José Antonio Maraboto Millán  
Dr. Víctor Hugo Portugal Moreno
31. Hospital Pediátrico Peralvillo, SEDESA, CDMX  
Dra. Verónica Morales Rangel  
Dra. María del Pilar Robles Blancas
32. Hospital Pediátrico San Juan de Aragón, SEDESA, CDMX  
Dr. Sergio Durán Pérez  
Q.F.B. María Dolores Fuentes Ramírez  
T.L.C. Gabriel Guzmán Anaya  
Dra. Ángeles Yozabeth Ibarías Carranza  
C.D. Ana Laura Maya Fuentes  
Q.F.B. Sandra Patricia Muñoz Valencia  
Dra. Lucero Tepale Mejía

33. Hospital Pediátrico Tacubaya, SEDESA, CDMX  
Dra. Paulina Cuevas Ortega  
Dra. Laura Munguía Martínez  
Dra. Leydi Areli Ruíz Salinas
34. Hospital Privado Cima, Hermosillo, Son.  
Lic. en Enf. Ma. Gabriela Barceló Martínez  
Ing. Francisco Javier Gutiérrez Luke  
Lic. en Enf. Magdalena Hernández Rubio  
Dr. Francisco Javier Navarro Gálvez  
Dr. Gilberto Ungson Beltrán
35. Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, León, Gto.  
Dr. Javier Moisés Castellanos Martínez  
Dra. Mariana Gil Veloz  
Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez  
Q.F.B. Luis Raúl Rivera Garay
36. Hospital Regional de Alta Especialidad Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE, CDMX  
T.L.C. Nadia Paulina Carrillo Aburto  
C.D. Agles Cruz Peralta  
Dra. Laura Olivia Estrada Hernández  
Dr. Félix Octavio Martínez Alcalá  
Dr. Marco Antonio Paredes Montaña
37. Hospital Regional Presidente Benito Juárez, ISSSTE, Oaxaca, Oax.  
Dr. Emmanuel de Jesús Cortés Santiago  
Dra. María Isabel Martínez Pérez
38. Instituto Nacional de Cancerología México, CDMX  
Dra. Patricia Cornejo Juárez  
Q.B.P. María del Consuelo Velázquez Acosta  
Dra. Diana Vilar Compte  
Dra. Patricia Volkow Fernández
39. Instituto Nacional de Cardiología Dr. Ignacio Chávez, CDMX  
Q.F.B. Ana María Hernández Dueñas  
Dr. Gabriel Israel Soto Nieto  
Mtra. María del Rosario Vázquez Larios
40. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, CDMX  
Q.F.B. Patricia Bárcenas Bautista  
Q.F.B. Elia Criollo Mora  
Dra. María Fernanda González Lara  
M. E. A. Bernardo Alfonso Martínez Guerra  
Dr. Eric Ochoa Hein
41. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, CDMX  
Dr. Víctor Hugo Ahumada Topete  
Dr. Eduardo Becerril Vargas  
Q.F.B. Gabriela Carmona Sanchez  
Dra. Laura Elena Carreto Binaghi  
Dra. Pamela Garcadiago Fossas  
Dra. Graciela Hernández Silva  
Q.F.B. María Elena Jiménez Martínez  
Dr. José Arturo Martínez Orozco  
Q.B.P. Christian Daniel Mireles Davalos  
Dra. Odalis Rodríguez Ganen  
Dr. Marco Villanueva Reza
42. Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Dr. Manuel Velasco Suárez, CDMX  
M. en C. Karen Flores Moreno  
Mtra. Angie Loyo Domínguez  
Dr. José Luis Soto Hernández
43. Instituto Nacional de Pediatría, CDMX  
Dr. Eduardo Arias de la Garza  
Dra. Irma Virginia Díaz Jiménez  
Dra. Mercedes Macías Parra  
Q.C. Damaris Manzano Arredonda
44. Instituto Nacional de Rehabilitación Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra, CDMX  
Dra. Claudia Adriana Colín Castro  
Dr. Rafael Franco Cendejas  
M.C. Melissa Hernández Durán  
Dr. Esaú López Jácome
45. Laboratorio Clínico Himalaya, Aguascalientes, Ags.  
L.A.Q.B. Rocío Montserrat Gómez

46. Laboratorio Clínico MAC Aguascalientes Sur, Aguascalientes, Ags.  
Q. José Antonio Reyes Valtierra  
M. en C. Alejandro Rocha García
47. Laboratorio de Diagnóstico e Investigación Clínica (LABDIC), CDMX  
Biol. Edith Rebollo Maximino
48. Laboratorio de Referencia Internacional – CARPERMOR, CDMX  
Q.B.P. Diana Gallegos Rodríguez  
B.Q.D. Ana Karen Jiménez Ramírez  
Q.F.B. Salvador Eduardo Rodríguez Martínez
49. Laboratorio Roal S.C., Mexicali, B.C.  
Q.F.B. Gloria del Carmen Álvarez Valdez  
Q.F.B. Elsa Margarita Romo Valenzuela
50. Laboratorios Ruíz, S.A. de C.V. Puebla, Pue.  
Q.C. Leticia Acosta Sandria  
Q.C. Dulce Gabriela Velásquez Ramírez
51. UMAE-Hospital de Cardiología, IMSS, Monterrey, N.L.  
Dra. Laura Elena Ambríz Garza  
Dra. Sandra Gabriela Galindo Alvarado  
Dra. Silvia Marina Salas Pérez  
Dr. Arturo Muñoz García
52. UMAE-Hospital de Cardiología Dr. Luis Méndez CMN Siglo XXI, IMSS, CDMX  
Dra. Angélica Atzin Cedillo López  
Dr. Edgar Cruz García
53. UMAE-Hospital de Especialidades Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez CMN Siglo XXI, IMSS, CDMX  
Dra. Yazmin Zacate Palacios
54. UMAE-Hospital de Especialidades Luis Donaldo Colosio Murrieta, IMSS, Ciudad Obregón, Sonora  
Dr. Daniel Cadena Orea  
Dr. Ricardo Serrano Osuna
55. UMAE-Hospital de Pediatría Dr. Silvestre Frenk Freud CMN Siglo XXI, IMSS, CDMX  
Dra. María Guadalupe Labra Zamora  
Dra. María Guadalupe Miranda Novales  
Dr. Daniel Octavio Pacheco Rosas
56. UMAE-Hospital de Traumatología Dr. Victorio de la Fuente Narváez, IMSS, CDMX  
Dr. Jesús Bernabé Licono Vela  
Dra. Juliana Aleida Hinojosa Morales  
Dra. Yazmín Zacate Palacios

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 2021-2022.



## Aislamientos bacterianos y métodos de laboratorio

Los hospitales participantes enviaron información de la RAM 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 (multidrogo resistentes), XDR (extensamente resistentes) y PDR (pandrogo resistentes) (definiciones en Anexo II); así como información de los aislamientos de *Escherichia coli* a partir de sangre y orina, y *K. pneumoniae* de urocultivos. Se incluyeron únicamente estas dos fuentes de aislamiento (sangre y orina) para tener datos de bacterias clínicamente relevantes.

En el periodo 2017-2022 se recibió información de 34,402 aislamientos clínicos de muestras de hemocultivos, de los cuales 25,644 (74.5%) fueron bacilos gram negativos (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *Enterobacter spp.*, *P. aeruginosa* y *A. baumannii*) y 8,758 (25.5%) 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	
<b>Bacilos gram negativos</b>							
<i>E. coli</i>	1,467	1,955	1,301	1,347	1,641	2,306	10,017
<i>K. pneumoniae</i>	886	1,369	782	796	965	1,393	6,191
<i>Enterobacter spp.</i>	278	443	250	352	480	-	2,443
<i>E. cloacae</i>	-	-	-	-	-	640	
<i>A. baumannii</i>	317	443	375	633	621	599	2,988
<i>P. aeruginosa</i>	586	757	425	607	682	948	4,005
Subtotal gram negativos	3,534	4,967	3,133	3,735	4,389	5,886	25,644
<b>Cocos gram positivos</b>							
<i>S. aureus</i>	848	1,586	1,032	987	1,302	1,679	7,434
<i>E. faecium</i>	197	181	119	223	291	313	1,324
Subtotal gram positivos	1,045	1,767	1,151	1,210	1,593	1,992	8,758
Total	4,579	6,734	4,284	4,945	5,982	7,878	34,402

De urocultivos se recibió información de 229,437 aislamientos, de los cuales 205,377 (89.5%) correspondieron a *E. coli* y 24,060 (10.5%) 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

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

Microorganismo	# AISLAMIENTOS POR AÑO						TOTAL
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
<i>E. coli</i>	11,056	42,297	34,255	31,684	38,905	47,180	205,377
<i>K. pneumoniae</i>	1,095	5,611	3,627	3,583	4,604	5,540	24,060
Total	12,151	47,908	37,882	35,267	43,509	52,720	229,437

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 para 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 I). 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)

### **Resistencia antimicrobiana en aislamientos a partir de hemocultivos**

En los aislamientos de enterobacteriales se observó que la RAM ha tenido pocas variaciones a lo largo del periodo de seis años que se reporta. La frecuencia de aislamientos productores de beta-lactamasas de espectro extendido (BLEE) es elevada en *E. coli* y *K. pneumoniae*. Conservan su actividad los carbapenémicos y amikacina. La resistencia a fluoroquinolonas (ciprofloxacina) también es elevada, con un incremento en el último año. No se registró resistencia a colistina ni a tigeciclina, ambos fármacos de reserva (clasificación AWaRe, OMS), sin embargo, tigeciclina no está indicada en infecciones del torrente sanguíneo.

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 bajo. Los porcentajes de resistencia para estos microorganismos no son elevados. En el último año (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 su uso de cefalosporinas de tercera generación, debido a la inducción de producción de AmpC 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=10,017)							
Antibiótico	Año*						
	2017 n=1,467	2018 n=1,955	2019 n=1,301	2020 n=1,374	2021 n=1,641	2022 n=2,306	Promedio n=1,690
Ampicilina	88	86	84	88	83	88	86
Amikacina	2	2	2	1	1	0	1
PIP/TAZ	23	19	10	15	16	22	18
Cefepime	69	75	64	60	56	71	66
Ceftriaxona	69	75	64	60	56	71	66
Ertapenem	0	0	0	3	4	0	1
Meropenem	0	1	0	3	2	0	1
Ciprofloxacina	70	65	66	73	62	74	68
Tigeciclina	ND	0	0	0	0	0	0
Colistina	ND	ND	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. PIP/TAZ= piperacilina/tazobactam, ND= no disponible

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

<i>K. pneumoniae</i> (n= 6,191)							
Antibiótico	Año*						
	2017 n= 886	2018 n= 1,377	2019 n= 782	2020 n= 796	2021 n= 965	2022 n= 1,393	Promedio n=1,033
Amikacina	7	4	3	0	0	0	2
PIP/TAZ	26	23	17	23	26	40	26
Cefepime	65	68	58	73	62	65	65
Ceftriaxona	65	68	58	73	62	65	65
Ertapenem	0	1	5	0	3	0	2
Meropenem	4	2	3	0	5	0	2
Ciprofloxacina	41	49	38	39	49	56	45
Tigeciclina	ND	0	0	2	0	0	0
Colistina	ND	ND	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. PIP/TAZ= piperacilina/tazobactam, ND= no disponible

**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= 640)	Total n=(2,443)	
Antibiótico	Año*						
	2017 n= 278	2018 n= 443	2019 n= 250	2020 n= 352	2021 n= 480	2022 n= 640	Promedio n=407
Amikacina	0	0	1	0	0	0	0
PIP/TAZ	24	20	3	15	7	13	14
Cefepime	17	14	15	17	7	6	13
Ceftriaxona	35	33	31	32	23	25	30
Ertapenem	0	0	0	7	7	0	2
Meropenem	3	0	0	0	0	0	1
Ciprofloxacina	5	14	8	13	9	8	10
Tigeciclina	ND	0	0	0	0	0	0
Colistina	ND	ND	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. PIP/TAZ= piperacilina/tazobactam, ND= no disponible

& Incluye *Enterobacter aerogenes* y *Enterobacter cloacae*.

\*\* Solo incluye a *Enterobacter cloacae* en 2022.

A partir de los reportes de aislamientos de *P. aeruginosa* se encontró que, si bien la resistencia no es tan elevada, para la mayoría de los fármacos activos de primera y segunda línea ya se encuentra por arriba del 20%, y con incremento durante 2022 (Cuadro 6), lo cual se traduce en que varios hospitales ya tienen aislamientos que entran en la categoría de difícil de tratar (DTR) (resistente a ceftazidima, cefepime, piperacilina-tazobactam, imipenem-cilastatina, meropenem, ciprofloxacina, levofloxacina), y obliga a la elección de fármacos de reserva como último recurso (polimixinas, ceftazolano/tazobactam, ceftazidima/avibactam) los cuales son de costo elevado, y no siempre están disponibles.

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

<i>P. aeruginosa</i> (n= 2,375)							
Antibiótico	Año*						Promedio n=668
	2017 n= 586	2018 n= 757	2019 n= 425	2020 n= 607	2021 n= 682	2022 n= 948	
Amikacina	15	12	22	18	14	22	17
PIP/TAZ	22	18	19	17	18	44	23
Cefepime	22	24	25	27	15	40	26
Ceftazidima	24	23	27	25	21	34	26
Meropenem	30	25	33	34	27	33	30
Ciprofloxacina	18	19	19	32	13	28	22
Colistina	ND	ND	0	0	0	13	0

\*Se presenta la mediana de los porcentajes de resistencia de los hospitales que proporcionaron información del microorganismo y los antibióticos. PIP/TAZ= piperacilina/tazobactam, ND= no disponible

*Acinetobacter 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 esta bacteria. En 2022, la resistencia disminuyó en general para la mayoría de los antibióticos. En estos cambios hay que considerar la contribución de hospitales de segundo nivel, que, si bien informan un número reducido de aislamientos, no registran porcentajes tan elevados. También se observó a partir de 2020 un incremento en 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 para este antibiótico.

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

A. baumannii (n= 2,988)							
Antibiótico	Año*						Promedio n=498
	2017 n= 317	2018 n= 443	2019 n= 375	2020 n= 633	2021 n= 621	2022 n= 599	
Amikacina	47	49	8	40	50	46	45
SAM	44	52	14	83	53	22	45
PIP/TAZ	60	57	69	80	67	50	64
Cefepime	68	85	40	84	67	40	64
Ceftazidima	ND	52	49	89	59	53	60
Meropenem	44	79	43	80	67	30	57
Ciprofloxacina	71	64	64	80	63	50	65
Tigeciclina**	ND	27	9	0	37	38	43
Colistina	ND	ND	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. 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, los hospitales informaron de *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 para los microorganismos gram negativos, y se ha mantenido sin cambios importantes a lo largo del periodo de colección de datos. Para 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. En 2021 y 2022 se registraron nuevamente aislamientos resistentes a vancomicina, que no se informaban en los dos años anteriores. La resistencia a gentamicina de alto nivel ha sido variable.

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

<i>S. aureus</i> (n= 7, 434)							
Antibiótico	Año*						Promedio n=1,239
	2017 n= 848	2018 n= 1,586	2019 n= 1,032	2020 n= 987	2021 n= 1,302	2022 n= 1,679	
Ciprofloxacina	33	31	25	26	18	19	25
Gentamicina	10	8	4	7	4	11	7
Clindamicina	36	36	30	39	29	29	33
Eritromicina	35	33	30	35	27	33	32
Linezolid	0	0	0	0	0	0	0
Oxacilina	21	23	25	25	20	22	23
Rifampicina	0	0	2	0	0	0	0
TMP/SMX	0	5	3	3	1	0	2
Vancomicina	0	0	0	0	0	0	0
Tigeciclina	ND	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

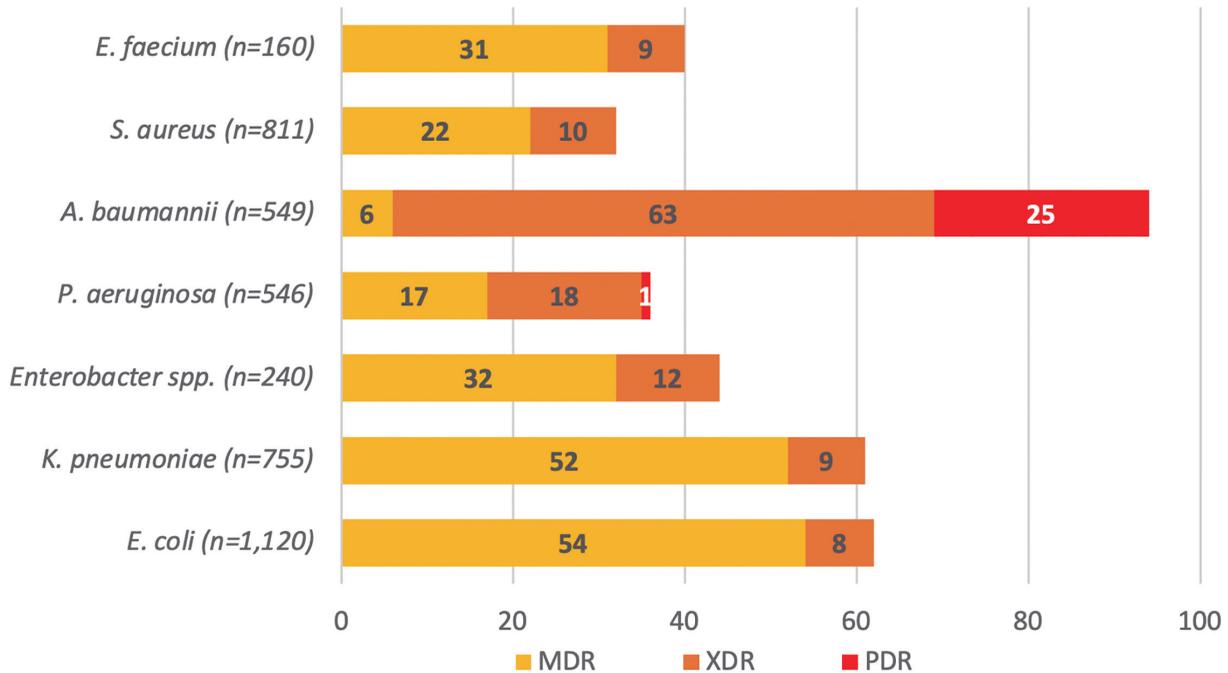
**Cuadro 9.** Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Enterococcus faecium* a partir de hemocultivos.

<i>E. faecium</i> (n= 1,324)							
Antibiótico	Año*						Promedio n=221
	2017 n= 197	2018 n= 181	2019 n= 119	2020 n= 223	2021 n= 291	2022 n= 313	
Ampicilina	29	59	63	75	68	77	62
Ciprofloxacina	25	56	56	69	65	73	57
Eritromicina	87	96	97	100	100	96	96
Estreptomina de nivel alto	13	58	32	67	66	ND	47
Gentamicina de nivel alto	0	12	0	0	38	35	14
Levofloxacino	14	50	12	52	56	55	40
Linezolid	0	0	0	0	0	0	0
Penicilina	29	79	60	100	64	54	64
Quinupristina/dalfopristina	50	0	4	0	0	0	9
Tetraciclina	50	50	62	100	48	36	58
Vancomicina	0	25	0	0	21	23	12
Tigeciclina	ND	0	0	0	0	0	0

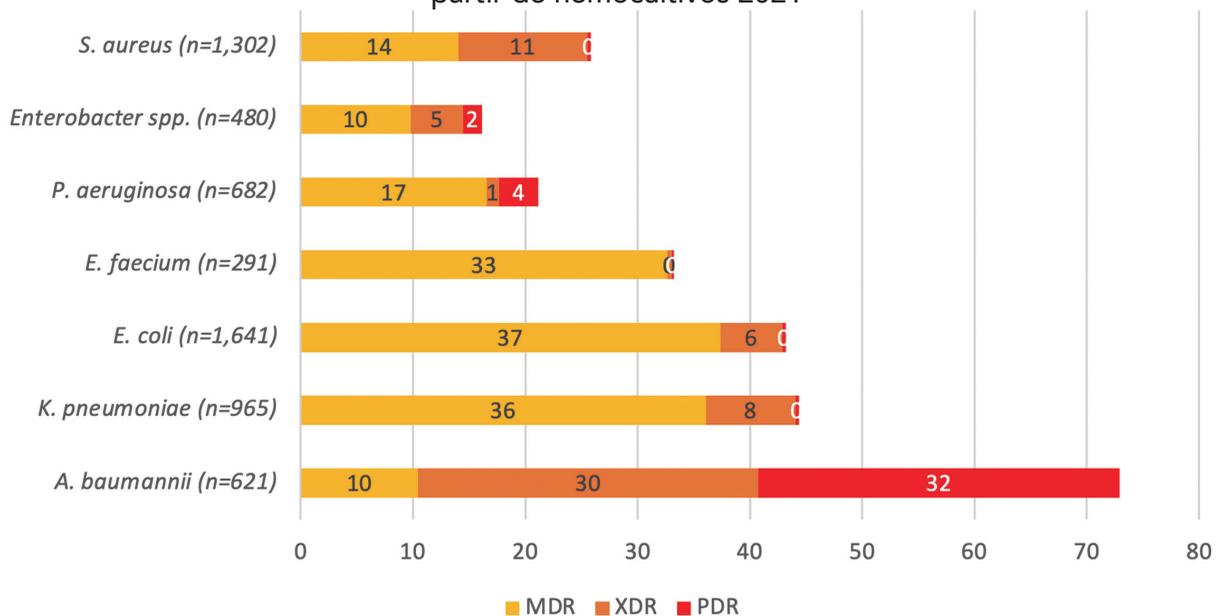
\*Se presenta la mediana de los porcentajes de resistencia de los hospitales que proporcionaron información del microorganismo y los antibióticos. ND= no disponible

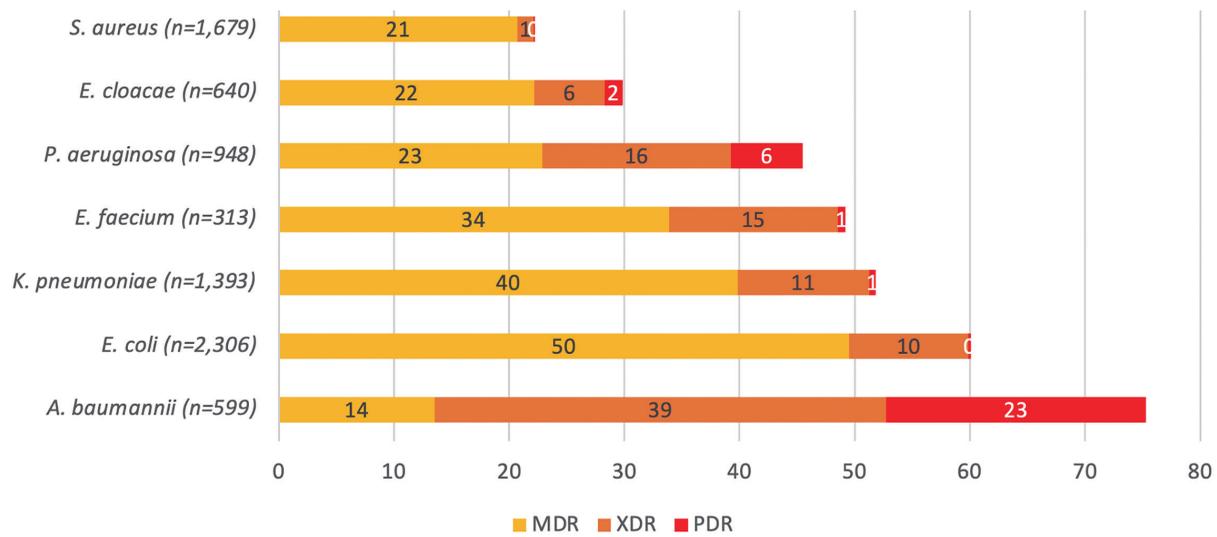
Se realizó una comparación del número de aislamientos en hemocultivos con característica de multi-resistencia en los últimos 3 años 2020, 2021 y 2022. Los aislamientos de *A. baumannii* en su mayoría pertenecen a la categoría extensamente resistente y pandrogro resistente (XDR y PDR), seguido de *P. aeruginosa*, *E. faecium*, y los enterobacteriales *K. pneumoniae* y *E. coli*. En los gráficos 1-3 podemos observar las diferencias a lo largo de estos años.

**Gráfico 1.** Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR\* en bacterias del grupo ESKAPE a partir de hemocultivos 2020.



**Gráfico 2.** Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR en bacterias del grupo ESKAPE a partir de hemocultivos 2021



**Gráfico 3.** Porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR en bacterias del grupo ESKAPE a partir de hemocultivos 2022

### Resistencia antimicrobiana en aislamientos a partir de urocultivos

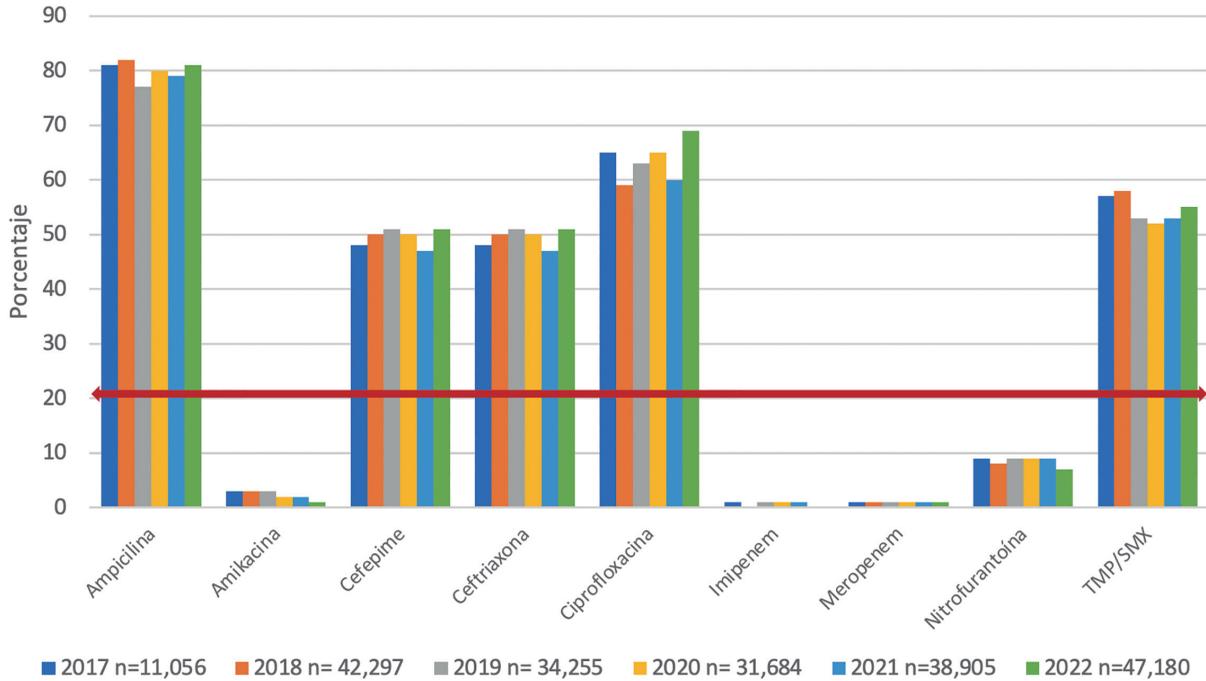
La gran mayoría de los aislamientos a partir de urocultivos correspondieron a *E. coli* (89.5%). Gracias a la información que proporcionan laboratorios que reciben muestras de pacientes ambulatorios, y que contribuyen con los datos de más del 60% de los aislamientos recibidos, los resultados reflejan 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.

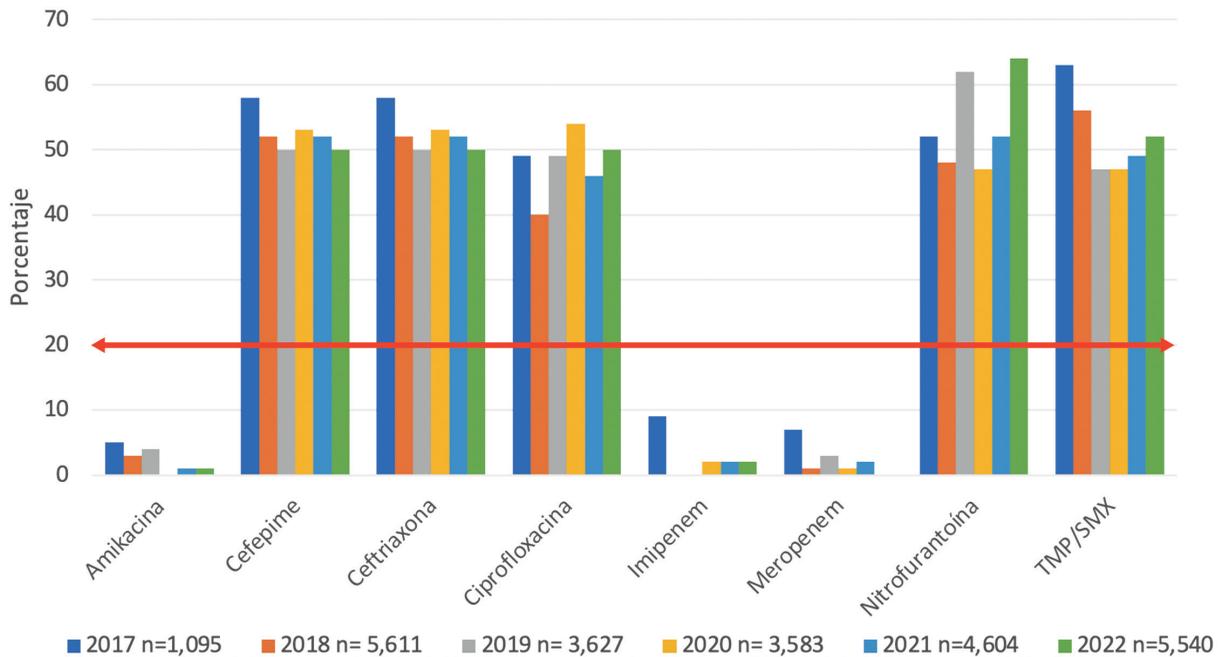
Microorganismo	# aislamientos por año						TOTAL
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
<i>E. coli</i>	11,056	42,297	34,255	31,684	38,905	47,180	205,377
<i>K. pneumoniae</i>	1,095	5,611	3,627	3,583	4,604	5,540	24,060
Total	12,151	47,908	37,882	35,267	43,509	52,720	229,437

Considerando que, de acuerdo con las recomendaciones de tratamiento, al registrarse un porcentaje de resistencia mayor al 20% el número de fallas o recaídas puede ser mayor (señalado por la línea roja en los gráficos 4 y 5). 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*.

**Gráfico 4.** Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Escherichia coli* a partir de urocultivos (n=205,377)



**Gráfico 5.** Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de *Klebsiella pneumoniae* a partir de urocultivos. (n= 24,060).



## Medición del consumo de antibióticos

De acuerdo con las recomendaciones de la OMS y 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)

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 y divide los fármacos en diferentes grupos de acuerdo con el órgano o sistema donde actúan, así como sus propiedades farmacológicas y terapéuticas. El sistema se desarrolló desde 1990, y se actualiza periódicamente por un grupo internacional coordinado por la OMS (WHO's International Working Group for Drug Statistics Methodology)

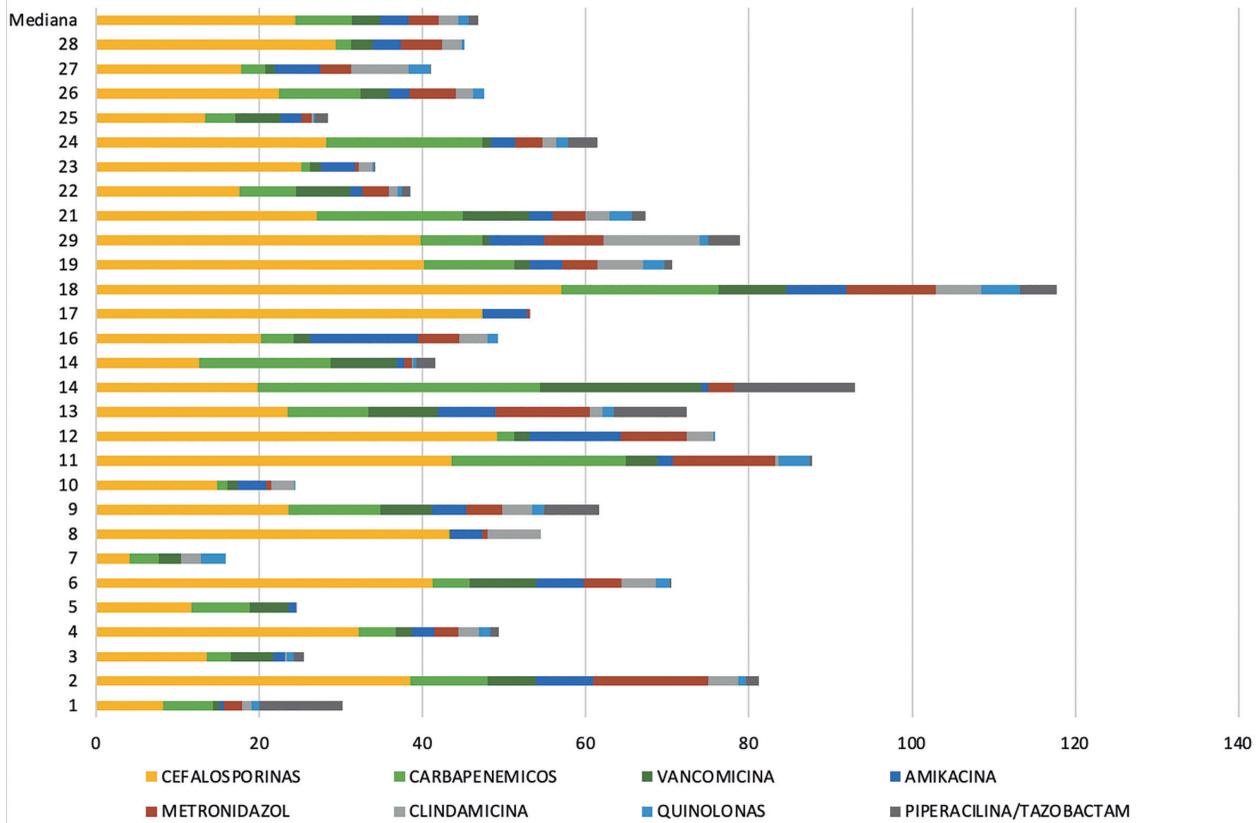
La DDD es la dosis diaria de mantenimiento habitualmente utilizada de acuerdo con la indicación principal en un paciente adulto.

Para este reporte se incluye la información que los centros hospitalarios de la Red PUCRA enviaron sobre el consumo de antibióticos en gramos totales anuales. El consumo de antibióticos se expresó en DDD/100 estancias. La fórmula empleada fue: consumo de antibiótico en gramos/DDD x 100/estancias. La estancia se calculó con el número de camas, la ocupación hospitalaria y el número de días del periodo de estudio. Durante los seis años de vigilancia, el número de hospitales que comparten su consumo de antibióticos se ha incrementado. En 2020 y 2021 se registró un aumento en el consumo general de antibióticos con respecto a 2019. En el último año (2022) la mediana nuevamente fue similar a la de 2019 (figura 2), sin embargo, hay cinco hospitales cuya mediana de consumo fue mayor a 100 DDD/100 estancias, lo cual implicaría que todos los pacientes hospitalizados reciben al menos un antibiótico. En los gráficos 6 y 7 se muestran las comparaciones de 2021 y 2022 para los principales antibióticos.

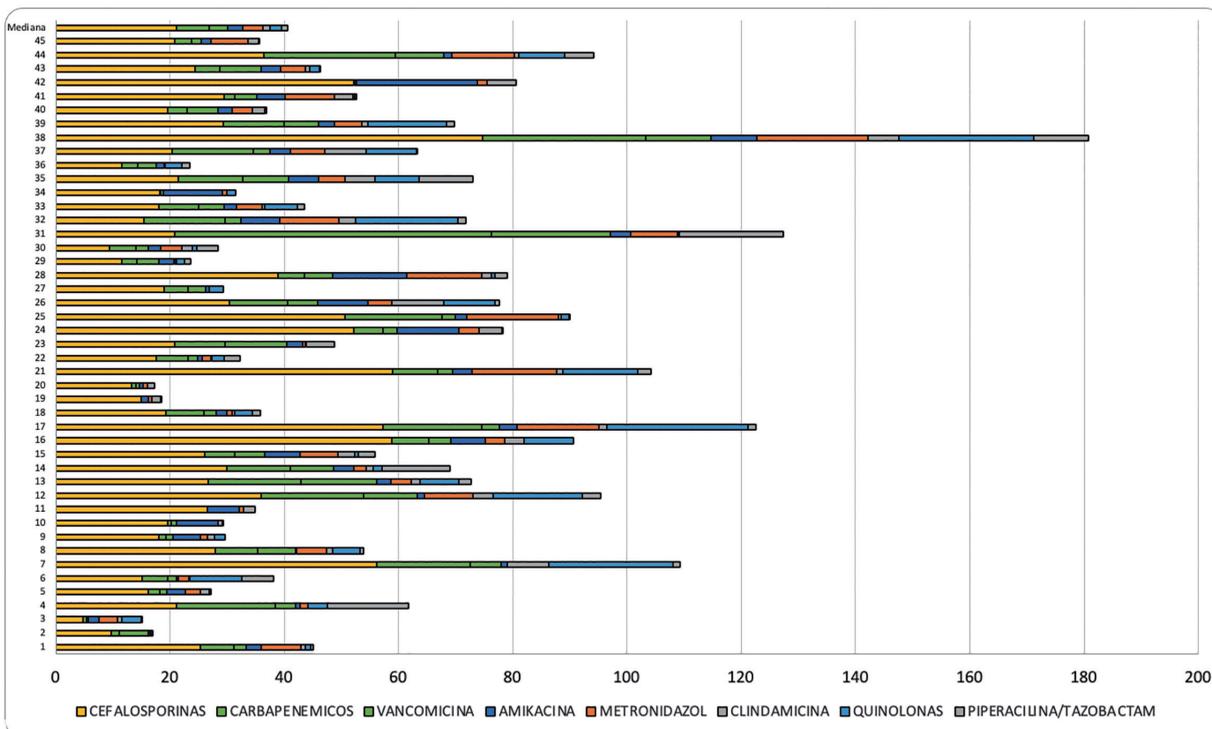
**Figura 2.** Mediana de consumo de antibióticos (DDD/100 estancias) en el periodo 2017-2022.

2017: 10 hospitales	2018: 13 hospitales	2019: 13 hospitales	2020 (pandemia): 15 hospitales	2021: 28 hospitales	2022: 45 hospitales
• 56.4/100 estancias	• 52.5/100 estancias	• 41.2/100 estancias	• 44.1/100 estancias	• 48.9/100 estancias	• 41.79/100 estancias

**Gráfico 6.** Consumo de los principales antibióticos en DDD/100 estancias en 28 hospitales de la Red PUCRA durante 2021.



**Gráfico 7.** Consumo de los principales antibióticos en DDD/100 estancias en 45 hospitales de la Red PUCRA durante 2022.



Cuando inició el registro de datos de consumo por hospitales de la Red se encontró que los cinco antibióticos 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 para 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 2.7 a 3.5 DDD/100. El consumo para los tres primeros lugares se ha mantenido, con un incremento en el grupo de las cefalosporinas del último año, así mismo, para el de los carbapenémicos a partir de 2020 en comparación con 2019. El consumo de penicilinas y quinolonas se mantiene bajo.

**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
Cefalosporinas	17.4	18.2	18.3	17.8	24.3	27.0
Carbapenémicos	7.3	7.7	4.6	6.7	6.9	7.0
Vancomicina	4.7	4.5	3.7	5.5	3.5	3.7
Penicilinas	4.5	4.5	1.3	0.7	1.1	1.1
Quinolonas	3.6	4.4	1.8	1.9	1.3	1.2

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 los Gráficos 6 y 7 se presentan las medianas de consumo de los principales antibióticos en comparación con los hospitales de la Red en 2021 y 2022, respectivamente.

## Discusión

A lo largo de seis años más de 50 instituciones han colaborado con la Red PUCRA. Gracias a los datos enviados, 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 RAM 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 *S. aureus* y en tercer lugar *K. pneumoniae*. Al realizar una comparación de los datos con lo registrado en el reporte GLASS de la OMS 2022 (Global antimicrobial resistance and use surveillance system, WHO, con datos del 2020), 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 65% 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 en 2022 no se reportaron aislamientos resistentes a carbapenémicos. 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 para 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, también de 2020) 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 24.7% y 24.4% respectivamente, vs 66% y 65% de la Red PUCRA. De igual manera, la resistencia a fluoroquinolonas en *E. coli* es mucho menor (35.2% 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 elevado número de aislamientos, y a que este grupo de bacterias están entre las principales causas de bacteremia, podría esperarse que el consumo de carbapenémicos siga incrementando y, por lo tanto, también la resistencia a estos fármacos.

La resistencia registrada en GLASS para *A. baumannii* es similar a la encontrada en la Red PUCRA, con medianas de porcentajes superiores a 50% y hasta 73% para carbapenémicos y aminoglucósidos, respectivamente. La resistencia en la Red NHSN es menor (40%). 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, constituyen una amenaza por las limitadas opciones terapéuticas disponibles en México.

En los aislamientos a partir de urocultivos, GLAAS también informa porcentajes elevados tanto para fármacos anteriormente de primera línea (ampicilina y TMP/SMZ) como de segunda (fluoroquinolonas). Recientemente se incorporó a los reportes la susceptibilidad a fosfomicina, y se informarán los siguientes años, 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* de hemocultivos. 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 encontrada en la Red PUCRA es menor que lo registra en GLASS y la Red NHSN, 23% vs 34.7% y 40%. Aún se conservan varias opciones para el tratamiento de primera línea y que deberían considerarse para no incurrir en un consumo excesivo de vancomicina.

En el caso de *E. faecium* el número de aislamientos aumentó 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 *E. faecium*. La Red NHSN informó para 2020, 65.7% de resistencia a vancomicina, en contraste con la Red PUCRA, con resistencia mucho más baja (12% 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 nuestra 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 fueron incorporando más instituciones. Algunos hospitales e institutos tienen consumos bajos. Ya que no todos los hospitales informan el mismo número de antibióticos, se seleccionaron para representación en el gráfico los de mayor consumo. En los últimos años, las quinolonas y las penicilinas han sido desplazadas por amikacina y metronidazol. Cabe destacar que el número de hospitales que informaron consumos superiores a la mediana y a 100 DDD/100 estancias fue mayor en 2022, cuando se esperaría que todas las medidas estarían encaminadas a reducir los consumos. Se observó incremento en el uso de cefalosporinas, probablemente con relación a la pandemia, como ha sido documentado ya por varios autores.

## Consideraciones finales

Reconocemos el esfuerzo que han realizado las instituciones de la Red PUCRA a fin de continuar enviando la información año con año, y así lograr presentar datos confiables de la situación de la RAM en nuestro país, así mismo, el consumo de antibióticos en hospitales. Tener en la actualidad información integrada de seis años de varias instituciones es de gran relevancia para lograr los objetivos de los planes para el control de la RAM.

Al igual que reportes internacionales, se destacan los aislamientos de bacterias MDR, con muy pocas variaciones a lo largo de seis años. Aún con todas las limitaciones que tienen algunas de las instituciones que colaboran en estos reportes, los datos se revisan detenidamente, para su congruencia antes de la presentación.

Cada hospital e institución colaborador de la Red PUCRA recibe anualmente un informe personalizado que compara los datos de su hospital con el resto de la Red. Confiamos que estos reportes sean de utilidad para contribuir a la planeación de las actividades necesarias que permiten disminuir la resistencia y consumo de antibióticos, por ejemplo, la elaboración y/o revisión de guías de práctica clínica, tomando en cuenta el perfil epidemiológico local así como las recomendaciones de la OMS incorporando la categoría AWaRe para cada antibiótico.

## Conclusiones

La resistencia a los beta-lactámicos (incluidas cefalosporinas de 3<sup>a</sup> y 4<sup>a</sup> generación y aztreonam) y fluoroquinolonas es elevada en *E. coli* y *K. pneumoniae*. Durante 2021 y 2022 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 la categoría de extensamente resistente y pandrogro-resistencia se incrementaron en 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. Durante 2020 se registró un mayor incremento y en los años siguientes hay una discreta disminución. Un 20% de los aislamientos durante 2022 se reportaron resistentes a todos los fármacos.

La resistencia a oxacilina en *S. aureus* permanece estable. En *E. faecium*, durante 2021 y 2022 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 a nivel hospitalario en DDD/100 estancias son las cefalosporinas, los carbapenémicos y vancomicina. Durante 2022 se registró una disminución en el consumo general de antibióticos a nivel hospitalario con respecto a 2021. Se estimó que 4 de cada 10 pacientes hospitalizados recibe al menos un antibiótico durante su internamiento.

## **Grupo Coordinador del PUCRA**

### **Programa Universitario de Investigación sobre Riesgos Epidemiológicos y Emergentes (PUIREE), Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana (PUCRA)**

Coordinador

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

Karen Flores Moreno

Yolanda López Vidal

María Guadalupe Miranda Novales

Patricia Orduña Estrada

Mauricio Rodríguez Álvarez

Andrea Elizabeth Vite de la Cruz

## 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/>
2. WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology [https://www.whocc.no/atc\\_ddd\\_methodology/purpose\\_of\\_the\\_atc\\_ddd\\_system/](https://www.whocc.no/atc_ddd_methodology/purpose_of_the_atc_ddd_system/) fecha de acceso: mayo 2023.
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](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5525043&fecha=05/06/2018) fecha de acceso: 3 de agosto 2023
4. CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 32nd ed. CLSI supplement M100. Clinical and Laboratory Standards Institute; 2022
5. The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 12.0, 2022. <http://www.eucast.org>
6. Tamma PD, Aitken SL, Bonomo RA, Mathers AJ, van Duin D, Clancy CJ. Infectious Diseases Society of America Guidance on the Treatment of Antimicrobial Resistant Gram-Negative Infections. A Focus on Extended-Spectrum  $\beta$ -lactamase Producing Enterobacterales (ESBL-E), Carbapenem-Resistant Enterobacterales (CRE), and *Pseudomonas aeruginosa* with Difficult-to-Treat Resistance (DTR-*P. aeruginosa*). Disponible en <https://www.idsociety.org/practice-guideline/amr-guidance/> (fecha de acceso: julio 2023)
7. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report: 2022 <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062702> (fecha de acceso: julio 2023)
8. 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.
9. Antibiotic resistance and patient Safety Portal. CDC gov. <https://arpsp.cdc.gov/profile/antibiotic-resistance?tab=antibiotic-resistance>. Fecha de acceso 2 agosto 2023.
10. 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 The Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 2022.

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

Antimicrobiano	CLSI 2021 (mg/mL)		
	Sensible: $\leq$	Intermedio	Resistente: $\geq$
Ampicilina	8	16	32
Amikacina	16	32	64
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 <sup>&amp;</sup>	-	$\leq 2$	4

<sup>&</sup>Para colistina el método aceptable de reporte es microdilución en caldo. Se reporta como Intermedio con una MIC  $\leq 2$  mg/mL.

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

Antimicrobiano	CLSI 2022 (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 <sup>&amp;</sup>	-	≤2	4

<sup>&</sup>Para colistina el método aceptable de reporte es microdilución en caldo.

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

Antimicrobiano	CLSI 2022 (mcg/mL)		
	Sensible: ≤	Intermedio	Resistente: ≥
Amikacina	16	32	64
Piperacilina/Tazobactam	16/4	32/4 – 64/4	128/4
Cefepime	8	16	32
Ceftazidima	8	16	32
Imipenem	2	4	8
Meropenem	2	4	8
Ciprofloxacino	0.5	1	2
Colistina <sup>&amp;</sup>	-	≤2	4

<sup>&</sup>Para colistina el método aceptable de reporte es microdilución en caldo.

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

Antimicrobiano	CLSI 2022 (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 <sup>1</sup>	2	-	4
Rifampicina	1	2	4
Trimetoprim/Sulfametoxazol	2/38	-	4/76
Vancomicina <sup>1</sup>	2	4-8	16

<sup>1</sup> Puntos de corte para *S. aureus*

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

Antimicrobiano	CLSI 2022 (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

<sup>1</sup> Puntos de corte para *S. aureus*

## Anexo II

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

Categoría	Definición
<b>Multidrogorresistentes (MDR)</b>	Microorganismo resistente al menos a un agente en tres o más categorías de antimicrobianos.
<b>Extensamente resistentes (XDR)</b>	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).
<b>Pandrogorresistentes (PDR)</b>	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 25 de octubre de 2023, 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. Enrique Graue Wiechers  
Rector

Dr. Jaime Martuscelli Quintana  
Coordinador de Asesores del Rector

Dr. William Lee Alardín  
Coordinador de la Investigación Científica

Dr. José Manuel Saniger Blesa  
Secretario de Investigación y Desarrollo

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

