



RESISTENCIA ANTIMICROBIANA 2017 a 2020

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



RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN MÉXICO 2017 a 2020

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

© Universidad Nacional Autónoma de México, 2022

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 2020. Reporte de los hospitales de la Red PUCRA: Resistencia antimicrobiana y consumo de antibióticos. Ciudad de México, julio 2022.

Disponible en: www.puis.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
Declaración para el Control de la Resistencia Antimicrobiana CDMX 2021	8
Introducción	11
Aislamientos bacterianos y métodos de laboratorio	15
Resistencia antimicrobiana en aislamientos a partir de hemocultivos	17
Resistencia antimicrobiana en aislamientos a partir de urocultivos	22
Susceptibilidad antimicrobiana a fosfomicina a partir de aislamientos bacterianos de urocultivos.....	24
Medición del consumo de antibióticos	25
Discusión	27
Consideraciones finales	28
Conclusiones	29
Grupo Coordinador del PUCRA	30
Referencias.....	31
Colaboradores de la Red de Hospitales y Laboratorios del PUCRA	32
Anexo I.....	35
Anexo II.....	37
Agradecimientos a los presupuestos recibidos.....	38

Índice de tablas y figuras

Figura 1	Ubicación de los centros hospitalarios de la Red PUCRA en 2021	14
Cuadro 1	Número de aislamientos de bacilos gram negativos y cocos gram positivos 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	18
Cuadro 5	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en aislamientos de <i>Enterobacter spp.</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
Cuadro 10	Aislamientos de <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i> a partir de urocultivos	23
Gráfico 2	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en 119,292 aislamientos de <i>Escherichia coli</i> a partir de urocultivos	23
Gráfico 3	Porcentaje de resistencia antimicrobiana en 13,916 aislamientos de <i>Klebsiella pneumoniae</i> a partir de urocultivos	24
Figura 2	Mediana de consumo de antibióticos (DDD/100 estancias) en el periodo 2017-2020	25
Cuadro 11	Antibióticos de mayor consumo en hospitales de la Red PUCRA (mediana de la DDD/100 estancias)	26
Gráfico 4	Consumo de los diferentes antibióticos en DDD/100 estancias en 16 hospitales de la Red PUCRA durante 2020	26

Resumen ejecutivo

En el tercer informe se presenta la *Declaración para el Control de la Resistencia Antimicrobiana CDMX 2021*, establecida de manera conjunta con la Academia Nacional de Medicina de México (ANMM), el cual integra trece propuestas de acciones precisas para el combate de la resistencia antimicrobiana (RAM) en México. También se muestra el análisis de datos compartidos por los hospitales y laboratorios de la Red PUCRA durante el periodo 2017 a 2020. En total se recibió información de 20,542 aislamientos clínicos de muestras de hemocultivos, de los cuales 15,369 (74.8%) fueron bacilos gram negativos (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. cloacae*, *P. aeruginosa* y *A. baumannii*) y 5,173 (25.2%) fueron cocos gram positivos (*S. aureus* y *E. faecium*).

La resistencia antimicrobiana en bacilos gram negativos es muy elevada; en el caso de las enterobacterias se observa una alta resistencia a cefalosporinas que refleja la presencia de cepas productoras de beta-lactamasas de espectro extendido (BLEEs) y a fluoroquinolonas. Para los bacilos gram negativos no fermentadores, principalmente *A. baumannii*, se encontró que las opciones terapéuticas se limitan a los antibióticos colistina y tigeciclina. En el caso de la resistencia en cocos gram positivos, la resistencia a eritromicina y clindamicina en *S. aureus* es superior al 30%. En el caso de *E. faecium*, la resistencia es sobresaliente, las mayores tasas se encontraron contra los beta-lactámicos, aminoglucósidos y quinolonas.

La resistencia antimicrobiana reportada para 133,208 urocultivos, 119,292 (89.5%) aislamientos de *E. coli* y 13,916 (10.4%) de *K. pneumoniae*, indican que las opciones de tratamiento empírico se reducen al uso de nitrofurantoína, amikacina y carbapenémicos, pero tan solo los dos últimos serían de utilidad en el caso de *K. pneumoniae*.

El consumo de antibióticos en los hospitales demuestra que las cefalosporinas, carbapenémicos y vancomicina son los antibióticos de mayor consumo. En el último año se observó una notable reducción en el consumo de penicilinas. Toda esta información representa los datos de hospitales con más de 500,000 egresos hospitalarios.

A destacar en este reporte:

- A pesar de los esfuerzos generados para combatir la resistencia antimicrobiana en México, no se han visto reflejados cambios favorables en la reducción de ésta durante los cuatro años de vigilancia epidemiológica realizada por la Red PUCRA.
- De los microorganismos del grupo ESKAPE aislados a partir de hemocultivos durante 2020; *A. baumannii* mostró el mayor porcentaje de aislamientos multidrogoresistentes (63% MDR) y pandrogoresistentes (25% PDR). Para *E. coli* y *K. pneumoniae* se reportan 50% de los aislamientos como MDR.
- Las cefalosporinas, carbapenémicos y vancomicina son los antibióticos de mayor consumo en los hospitales que integran la Red PUCRA, con una disminución importante del consumo de penicilinas, probablemente asociada a la falta de disponibilidad. Se estima que, al menos el 50% de los pacientes que ingresan a un hospital reciben un antibiótico.



Declaración para el Control de la Resistencia Antimicrobiana CDMX 2021

La resistencia antimicrobiana (RAM) es un fenómeno natural, que forma parte de la constante evolución de los microorganismos como bacterias, virus, hongos y parásitos frente a las presiones selectivas, ya sea de forma natural o por medio de la intervención del hombre. El uso y abuso de los antibióticos ha provocado que en la actualidad estemos ante una situación que amenaza nuestro bienestar y el avance médico, y ante la cual se requieren acciones urgentes por parte de todos los sectores implicados incluyendo el gobierno y la sociedad.

Por ello, representantes de diversas disciplinas e instituciones relacionadas con la salud humana y animal en México, reconociendo la urgente necesidad de contar con objetivos y propuestas de acciones precisas para el combate de la resistencia antimicrobiana (RAM) en México, declaramos lo siguiente:

Primero: La RAM es un problema prioritario de salud pública y una amenaza al desarrollo humano y la seguridad internacional. Para poder contrarrestar los efectos de la RAM se necesitan acciones a nivel local y nacional en las que participen todos los sectores del gobierno, por lo que para su control deben establecerse planes y calendarizarse metas con indicadores verificables para los próximos tres años.

Segundo: Se requiere elevar el nivel de prioridad y reconocer la necesidad de establecer acciones transversales en todos los sectores de la administración pública y actores involucrados en el consumo de antimicrobianos. Se sugiere implementar acciones entre los diversos sectores para alcanzar una disminución del consumo de antimicrobianos en un 30% al cabo del periodo propuesto (2022-2024), como parte de una primera fase.

Tercero: El uso de antimicrobianos en la industria agropecuaria es mayor que el destinado a la salud humana, con el consecuente impacto en la RAM. Por ello debe atenderse de forma prioritaria con políticas que garanticen el uso óptimo de los antimicrobianos, evitando la utilización de antibióticos de uso humano en la producción agropecuaria de alimentos y reservándolos exclusivamente para el tratamiento de infecciones.

Cuarto: Para el control del uso excesivo de antibióticos se requiere la concientización de la sociedad en general a través de campañas educativas dirigidas a población abierta, así como la incorporación de contenidos formales sobre las consecuencias de la RAM desde la educación básica.

Quinto: La formación y educación continua de profesionales es fundamental para el combate de la RAM. Se requieren profesionistas capacitados y con herramientas discursivas para la prescripción adecuada. Para lograr esto, las academias y autoridades educativas deben promover la incorporación de contenidos relacionados con la RAM y su combate en los programas y planes de estudio en áreas afines, incluyendo otras disciplinas además de las ciencias biológicas.

Sexto: En la práctica clínica es necesario procurar tanto el bienestar del paciente individual como el de la colectividad cuando se prescriben antimicrobianos. Deberán implementarse acciones que reconozcan esta dualidad y conduzcan a un uso responsable por parte de profesionistas, médicos, personal del área de la salud en general e instituciones médicas en todos los niveles de atención, de acuerdo con la mejor práctica médica.

Séptimo: Puesto que el mayor consumo indebido de antimicrobianos en salud humana se da en el tratamiento de infecciones respiratorias superiores y diarreas agudas, debe evitarse la prescripción rutinaria de antimicrobianos en estos casos y permitirse solamente para excepciones. Esta situación representa un enorme consumo de antibióticos que no debería ocurrir y, por tanto, su control constituye un significativo avance para contener la prescripción inadecuada. Se requiere que las autoridades responsables vigilen y controlen este problema de forma prioritaria.

Octavo: La prescripción de antimicrobianos para el tratamiento de infecciones de vías urinarias agudas no complicadas es otro de los principales motivos de consumo de antimicrobianos. Las guías de diagnóstico y prescripción deben incorporar la mejor práctica médica y los reportes recientes de resistencias a antimicrobianos de los aislamientos clínicos locales, que deberán ser actualizados periódicamente.

Noveno: La correcta prescripción de profilaxis antimicrobiana quirúrgica es imprescindible para mejorar tanto los desenlaces de los pacientes que se someten a cirugías como para evitar el consumo innecesario de antimicrobianos. Deben impulsarse acciones para la implementación de políticas actualizadas de profilaxis antimicrobiana quirúrgica en la totalidad de los centros que practiquen cirugías.

Décimo: Es fundamental asegurar la provisión suficiente, continua y oportuna de antimicrobianos en las instituciones de atención médica para favorecer un adecuado apego a la correcta prescripción. El coordinador del comité de control

de antimicrobianos en cada institución deberá emitir un aviso a la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) en caso de incumplimiento.

Décimo primero: Los consultorios ambulatorios privados y los adyacentes a las farmacias cumplen un rol sustantivo en la provisión de servicios médicos a la población general. Este sector debe cumplir con la educación continua de los responsables de la atención en dichos centros, así como con el acompañamiento experto periódico, y la vigilancia estrecha y permanente de las prescripciones de antimicrobianos por parte de la autoridad regulatoria.

Décimo segundo: La COFEPRIS y las autoridades equivalentes u homólogas en las entidades federativas son las máximas autoridades con la facultad de regular y supervisar las prácticas de prescripción de antimicrobianos para uso humano. Por su parte, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) debe hacer lo propio con relación al uso de antimicrobianos en medicina veterinaria, zootecnia y agroindustria. La CONAGUA deberá vigilar la dispersión de bacterias resistentes en el agua. Es importante que estas instituciones cuenten con programas operativos, recursos humanos, instalaciones y presupuesto fijos para poder llevar a cabo las acciones encaminadas a reducir la RAM.

Décimo tercero: Los temas de investigación en materia de RAM como son la vigilancia epidemiológica, la detección de determinantes genéticos, el desarrollo de herramientas diagnósticas y terapéuticas para el tratamiento, así como vacunas para la prevención de las enfermedades infecciosas, deben considerarse como rubros prioritarios en la agenda de investigación y desarrollo nacionales y recibir apoyo directo o incentivos específicos para lograr sus objetivos.

Instamos a todos los niveles de gobierno, así como a las instituciones educativas, las agrupaciones gremiales, los integrantes de las industrias farmacéutica y agropecuaria, a las organizaciones de la sociedad civil y a los medios de información a unir esfuerzos para poder alcanzar las metas propuestas en esta Declaración, y lograr así tener un impacto positivo en el control de la RAM en México.

Ciudad de México, 8 de octubre de 2021

Introducción

Desde su creación, en 2017, el Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana (PUCRA) propuso una estrategia para articular la respuesta nacional en la que participan instituciones vinculadas a la contención de la resistencia antimicrobiana (RAM) en México. Una de las primeras acciones que se llevaron a cabo fue la integración de una Red de instituciones de atención clínica con capacidad de análisis microbiológico, lo cual ha permitido recabar información sobre la frecuencia de aislamientos de patógenos bacterianos, asimismo, contar con sus perfiles de susceptibilidad y resistencia a los antimicrobianos realizados con metodologías estandarizadas. En este documento presentamos la integración de los resultados de los primeros cuatro años de vigilancia microbiológica con la información proporcionada por los centros colaboradores de la Red PUCRA.

Durante el periodo que se reporta (2017 – 2020) han colaborado 31 instituciones de 13 estados de la República Mexicana miembros de la Red. El panorama informativo de la situación, basado en un número elevado de aislamientos clínicos significativos y confiables, provenientes de los estados donde se ubican las diez ciudades más pobladas y donde se localizan la mayor parte de los centros hospitalarios del país. La inclusión de la información de laboratorios clínicos que reciben muestras de pacientes externos ha permitido ampliar los datos sobre la resistencia antimicrobiana en la comunidad (principalmente en urocultivos).

El consumo de antibióticos en Dosis Diarias Definidas (DDD) se calculó inicialmente con información de diez instituciones (2017), los siguientes dos años de trece instituciones (2018 2019), y en 2020 de quince instituciones.

Este reporte resume los resultados de la información compartida por 31 centros hospitalarios e instituciones que pertenecen a la Red.

- | | |
|--|--|
| <p>1. ASESORES ESPECIALIZADOS EN LABORATORIOS, PUEBLA, PUE.
Q.F.B. Miguel Ruíz Jiménez</p> | <p>4. CLÍNICA RUÍZ, PUEBLA, PUE.
Dr. Alejandro Ruiz Argüelles (RIP)
Q.C.B Leticia Acosta Sandría
Q.F.B. Carlos Martínez Barreda
Q.F.B. Dulce Gabriela Velásquez Ramírez</p> |
| <p>2. CARPERMOR - LABORATORIO DE REFERENCIA INTERNACIONAL
Q.F.B. Salvador Eduardo Rodríguez Martínez
B.Q.D. Ana Karen Jiménez Ramírez
Q.F.B. Leo García Ramírez</p> | <p>5. HOSPITAL ARANDA DE LA PARRA, LEÓN, GTO.
Dr. Alejandro Macías Hernández
Q.C.B. Érida González Aguilar</p> |
| <p>3. CEDIMI LABORATORIOS
Q.F.B. María Bertha Ballesteros Silva</p> | |

- | | |
|--|---|
| <p>6. HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD PETRÓLEOS MEXICANOS
Dr. Freddy Domínguez Sosa
Quím. María de la Paz Flores Romero</p> | <p>13. HOSPITAL GENERAL DE BALBUENA
Dr. Roberto Peña Hernández (RIP)
Dra. Flor del Bosque Villanueva Macías
Dr. Pablo Muñoz Piedras</p> |
| <p>7. HOSPITAL CIMA, HERMOSILLO, SON.
Dr. Jesús Antonio Sánchez Lucero
M. en C. Francisco Javier Navarro Gálvez
Dr. Carlos Boroel Cervantes</p> | <p>14. HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO "DR. EDUARDO LICEAGA"
Dra. María Luisa Hernández Medel
Q.F.B. Miguel Ángel Morales Gil</p> |
| <p>8. HOSPITAL CIVIL DE GUADALAJARA "DR. JUAN I. MENCHACA"
Dr. Juan José Morales Reyes
Q.F.B. Herlinda Pinto Macedo</p> | <p>15. HOSPITAL GENERAL DURANGO
Dr. Juan Carlos Tinoco Favila
Tec. Lab. Lorena Salcido Gutiérrez</p> |
| <p>9. HOSPITAL CIVIL DE GUADALAJARA "FRAY ANTONIO ALCALDE"
Dra. Ma. del Rayo Morfín Otero
Dr. Eduardo Rodríguez Noriega
Dr. Héctor Raúl Pérez Gómez
Dr. Sergio Esparza Ahumada</p> | <p>16. HOSPITAL GENERAL REGIONAL (HGR) No. 200, TECAMAC, EDO. DE MÉXICO
Dr. Daniel Alberto Basurto Chipolini
Quím. María Magdalena Ramírez Carbajal</p> |
| <p>10. HOSPITAL DEL NIÑO Y EL ADOLESCENTE MORELENSE
Dr. Eduardo Arias de la Garza
Q.F.B. Domingo Sánchez Francia
Quím. Jesús Alfonso Aguirre Torres</p> | <p>17. HOSPITAL GENERAL REGIONAL (HGR) No. 6, CD. MADERO, TAMP.
Dr. Juan Ramírez Hernández
Q.F.B. Blanca Margarita Paredes Torres
Dra. Blanca Estela Hernández Chena
Dr. Abu Jarad Rajab Mohamed
Dr. Eliseo Alejandro Aguillón García</p> |
| <p>11. HOSPITAL GENERAL "DR. AGUSTÍN O'HORAN", MÉRIDA, YUC.
Dra. Mussaret Zaidi Jacobson
Quím. Genny Margarita Méndez Grajales
Q.F.B. Wendy Cristina Kantún Caamal</p> | <p>18. HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO "DR. FEDERICO GÓMEZ"
Dr. Fortino Solórzano Santos
Dra. Briseida López Martínez
M. en C. Israel Parra Ortega
Dr. Rodolfo Jiménez Juárez
Dr. Sarbelio Moreno Espinosa</p> |
| <p>12. HOSPITAL GENERAL "DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ"
Dr. Juan Pablo Ramírez Hinojosa
Dra. Ana Patricia Rodríguez Zulueta
Quím. Margarita Lozano García</p> | <p>19. HOSPITAL PEDIÁTRICO VILLA
Dra. Lucía Álvarez Hernández
Q.F.B. Susana Rodríguez Silva</p> |

20. HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD DEL BAJÍO
Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez
Dr. Javier Moisés Castellanos Martínez
Dra. Mariana Gil Veloz
Q.F.B. Luis Raúl Rivera Garay
21. INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGÍA
Dra. Patricia Cornejo Juárez
Dra. Patricia Volkow Fernández
Dra. Diana Vilar Compte
Q.F.B. Consuelo Velázquez Acosta
22. INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "DR. IGNACIO CHÁVEZ"
Dr. Gabriel Israel Soto Nieto
Q.F.B. María del Rosario Vázquez Larios
Q.F.B. Ana María Hernández Dueñas
23. INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN SALVADOR ZUBIRÁN
Dr. Eric Ochoa Hein
Dra. María Fernanda González Lara
Q.F.B. Elia Criollo Mora
24. INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS "DR. ISMAEL COSIO VILLEGAS"
Dr. José Arturo Martínez Orozco
Quím. Christian Daniel Mireles Dávalos
25. INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIROLOGÍA "DR. MANUEL VELASCO SUÁREZ"
Dr. José Luis Soto Hernández
Quím. Verónica Ángeles Morales
26. INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA
Dr. Eduardo Arias de la Garza
Dra. Mercedes Macías Parra
Dra. Virginia Díaz Jiménez
27. INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA
Dr. Rafael Franco Cendejas
Dr. Esaú López Jácome
M. en C. Melissa Hernández Durán
Dra. Claudia Adriana Colín Castro
28. LABORATORIO ROAL, Mexicali, B.C.
Q.F.B. Gloria del Carmen Álvarez Valdez
29. UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD (UMAE) No. 34 HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA, IMSS, MONTERREY, N.L.
Dr. Julio D. Molina Gamboa
Dra. B. Elena Lamas Padilla
30. UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD (UMAE) HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA "DR. LUIS MÉNDEZ" CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI, IMSS
Dr. Edgar Cruz García
Dra. Abigail Meza Chávez
Dra. Angélica Atzin Cedillo López
Quím. Jesús M. Ramos Hernández
31. UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD (UMAE) HOSPITAL DE PEDIATRÍA "DR. SILVESTRE FRENK FREUND" CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI, IMSS
Dra. María Guadalupe Labra Zamora
Dra. María Guadalupe Miranda Novales

La mayoría de los hospitales o instituciones se localizan en la Ciudad de México, y el resto repartidos en 13 entidades federativas de la República Mexicana: Baja California, Jalisco, Nuevo León, Durango, Guanajuato, Sonora, Morelos, Tamaulipas, Michoacán, Puebla, Yucatán y Estado de México (Figura 1).

Figura 1. Ubicación de los centros hospitalarios de la Red PUCRA en 2021.



Aislamientos bacterianos y métodos de laboratorio

Los hospitales participantes enviaron información del número de aislamientos obtenidos a partir de hemocultivos (solo uno por paciente, en caso de tener el mismo microorganismo en varios cultivos) de los microorganismos del grupo ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, y especies de *Enterobacter*), y el número de aislamientos MDR (multidrogorresistentes), XDR (extensamente resistentes) y PDR (pandrogorresistentes) (definiciones Anexo II); así como el número de aislamientos de *Escherichia coli* y *K. pneumoniae* de urocultivos. Se incluyeron únicamente estas dos fuentes de aislamiento (sangre y orina) para tener una mejor apreciación de bacterias clínicamente relevantes.

En el periodo 2017-2020 se recibió información de 20,542 aislamientos clínicos de muestras de hemocultivos, de los cuales 15,369 (74.8%) fueron bacilos gram negativos (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. cloacae*, *P. aeruginosa* y *A. baumannii*) y 5,173 (25.2%) 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	
Bacilos gram negativos					
<i>E. coli</i>	1,467	1,955	1,301	1,347	6,070
<i>K. pneumoniae</i>	886	1,369	782	796	3,833
<i>E. cloacae</i>	278	443	250	352	1,323
<i>A. baumannii</i>	317	443	375	633	1,768
<i>P. aeruginosa</i>	586	757	425	607	2,375
Subtotal gram negativos	3,534	4,967	3,133	3,735	15,369
Cocos gram positivos					
<i>S. aureus</i>	848	1,586	1,032	987	4,453
<i>E. faecium</i>	197	181	119	223	720
Subtotal gram positivos	1,045	1,767	1,151	1,210	5,173
Total	4,579	6,734	4,284	4,945	20,542

De urocultivos se recibió información de 133,208 aislamientos, de los cuales 119,292 (89.5%) reportaron datos de *E. coli* y 13,916 (10.4%) de *K. pneumoniae* (Cuadro 2).

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

Microorganismo	# AISLAMIENTOS POR AÑO				TOTAL
	2017	2018	2019	2020	
<i>E. coli</i>	11,056	42,297	34,255	31,684	119,292
<i>K. pneumoniae</i>	1,095	5,611	3,627	3,583	13,916
Total	12,151	47,908	37,882	35,267	133,208

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

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 se basaron en los criterios del Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio (CLSI) de acuerdo con el año correspondiente (ver Anexo 1), lo que asegura que la información obtenida sea confiable y reproducible. La información recibida fue integrada en una base de datos única, la cual se analizó con pruebas de estadística descriptiva (frecuencias simples y porcentajes).

Debido a la resistencia reportada en aislamientos provenientes de urocultivos, se contempló evaluar otros antibióticos, para lo cual se solicitó a los hospitales y laboratorios de la Red PUCRA el envío de aislamientos de *E. coli* y *K. pneumoniae* de urocultivos con cualquier tipo de resistencia. Se eligió fosfomicina, por ser un antibiótico recomendado en guías internacionales para el tratamiento de infección urinaria aguda no complicada y que no se informó en los dos primeros años. Se recibieron en el laboratorio de la Red PUCRA un total de 238 aislamientos en el periodo del 2018 al 2020, de los cuales 156 fueron de *E. coli* y 82 de *K. pneumoniae*. Estos

aislamientos fueron proporcionados por 21 hospitales y laboratorios de ocho estados de la República Mexicana.

A todos los aislamientos bacterianos recibidos se determinó la susceptibilidad antimicrobiana a fosfomicina por el método de Kirby-Bauer.

Resistencia antimicrobiana en aislamientos a partir de hemocultivos

En los aislamientos de enterobacterias se observó:

- Resistencia elevada a cefalosporinas de tercera y cuarta generación (que refleja la producción de betalactamasas de espectro extendido), y a ciprofloxacina.
- Los antimicrobianos más activos fueron amikacina (resistencia de 2 a 4%), ertapenem y meropenem (resistencia de 1 a 2%).
- En el caso de *Enterobacter*, se recibió información de las especies *E. aerogenes* y *E. cloacae*. Debido al número menor de aislamientos los resultados se presentan en forma conjunta. Se puede observar que la resistencia en especies de *Enterobacter* es menor comparada con *E. coli* y *K. pneumoniae* (Cuadros 3 a 5).

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

<i>E. coli</i> (n=6,070)					
Antibiótico	Año*				
	2017 n=1,467	2018 n=1,955	2019 n=1,301	2020 n=1,374	Promedio n=1,524
Ampicilina	88	86	84	88	87
Amikacina	2	2	2	1	2
PIP/TAZ	23	19	10	15	17
Cefepime	69	75	64	60	67
Ceftriaxona	69	75	64	60	67
Ertapenem	0	0	0	3	1
Meropenem	0	1	0	3	1
Ciprofloxacina	70	65	66	73	69
Tigeciclina	ND	0	0	0	0
Colistina	ND	ND	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= 3,841)					
Antibiótico	Año*				
	2017 n= 886	2018 n= 1,377	2019 n= 782	2020 n= 796	Promedio n=960
Amikacina	7	4	3	0	4
PIP/TAZ	26	23	17	23	22
Cefepime	65	68	58	73	66
Ceftriaxona	65	68	58	73	66
Ertapenem	0	1	5	0	2
Meropenem	4	2	3	0	2
Ciprofloxacina	41	49	38	39	42
Tigeciclina	ND	0	0	2	1
Colistina	ND	ND	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.*[&] a partir de hemocultivos.

<i>Enterobacter spp.</i> (n= 1,323)					
Antibiótico	Año*				
	2017 n= 278	2018 n= 443	2019 n= 250	2020 n= 352	Promedio n=330
Amikacina	0	0	1	0	0
PIP/TAZ	24	20	3	15	16
Cefepime	17	14	15	17	16
Ceftriaxona	35	33	31	32	33
Ertapenem	0	0	0	7	2
Meropenem	3	0	0	0	1
Ciprofloxacina	5	14	8	13	10
Tigeciclina	ND	0	0	0	0
Colistina	ND	ND	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*.

A partir de los reportes de aislamientos de *P. aeruginosa* se encontró que (Cuadro 6):

- La tasa de resistencia más alta fue para meropenem (31%), seguida de cefepime y ceftazidima (25%), ciprofloxacino (22%) y piperacilina/tazobactam (19%).
- Los fármacos de primera y segunda elección de tratamiento para este microorganismo ya tienen resistencia superior a 20%.
- La distribución de la resistencia fue heterogénea entre los antibióticos y los años. Como ejemplo: cefepime mostró un aumento de cinco puntos en tan solo tres años, al ubicarse la tasa de resistencia en 27% en 2020.
- En los últimos dos años se evaluó la resistencia a colistina, que en ambos casos fue de 0%.

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

<i>P. aeruginosa</i> (n= 2,375)					
Antibiótico	Año*				
	2017 n= 586	2018 n= 757	2019 n= 425	2020 n= 607	Promedio n=594
Amikacina	15	12	22	18	17
PIP/TAZ	22	18	19	17	19
Cefepime	22	24	25	27	25
Ceftazidima	24	23	27	25	25
Meropenem	30	25	33	34	31
Ciprofloxacina	18	19	19	32	22
Colistina	ND	ND	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

Con relación a la resistencia de *A. baumannii* se resalta (Cuadro 7):

- Presenta la tasa de resistencia más alta entre los microorganismos gram negativos analizados, con porcentajes de resistencia entre el 36% y hasta el 70% para los antimicrobianos evaluados.
- El promedio de aislamientos de este patógeno fue de 442 durante los cuatro años. Dos sedes hospitalarias contribuyeron con el 73% de los aislamientos, una en la Ciudad de México (42%) y otra en Guadalajara, Jalisco (31%). El resto de los hospitales/institutos también reportan resistencias elevadas.
- Solo tigecilina y colistina se conservan como fármacos activos contra este microorganismo.

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

A. baumannii (n= 1,768)					
Antibiótico	Año*				
	2017 n= 317	2018 n= 443	2019 n= 375	2020 n= 633	Promedio n=442
Amikacina	47	49	8	40	36
SAM	44	52	14	83	48
PIP/TAZ	60	57	69	80	67
Cefepime	68	85	40	84	69
Ceftazidima	ND	52	49	89	63
Meropenem	44	79	43	80	62
Ciprofloxacina	71	64	64	80	70
Tigeciclina	ND	27	9	0	12
Colistina	ND	ND	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

Con relación a la vigilancia de la resistencia en microorganismos gram positivos, los hospitales informaron de *S. aureus* y *E. faecium*. Si bien las tasas de resistencia de *S. aureus* contra los antibióticos de primera línea no es tan elevada como en los microorganismos gram negativos.

- *S. aureus* registra resistencia mayor al 20% para clindamicina (35%), eritromicina (33%), ciprofloxacina (29%) y oxacilina (24%) (Cuadro 8).
- La resistencia en aislamientos de *E. faecium* fue elevada para betalactámicos, aminoglucósidos y quinolonas. (Cuadro 9).
- Es de hacer notar que en 2017 se reportó resistencia de 50% para quinupristina/dalfopristina, y en 2018 resistencia de 25% a vancomicina. En el resto de los años registrados fue de 0% para ambos antibióticos.

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

<i>S. aureus</i> (n= 4, 453)					
Antibiótico	Año*				
	2017 n= 848	2018 n= 1,586	2019 n= 1,032	2020 n= 987	Promedio n=1113
Ciprofloxacina	33	31	25	26	29
Gentamicina	10	8	4	7	7
Clindamicina	36	36	30	39	35
Eritromicina	35	33	30	35	33
Linezolid	0	0	0	0	0
Oxacilina	21	23	25	25	24
Rifampicina	0	0	2	0	1
TMP/SMX	0	5	3	3	3
Vancomicina	0	0	0	0	0
Tigeciclina	ND	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.

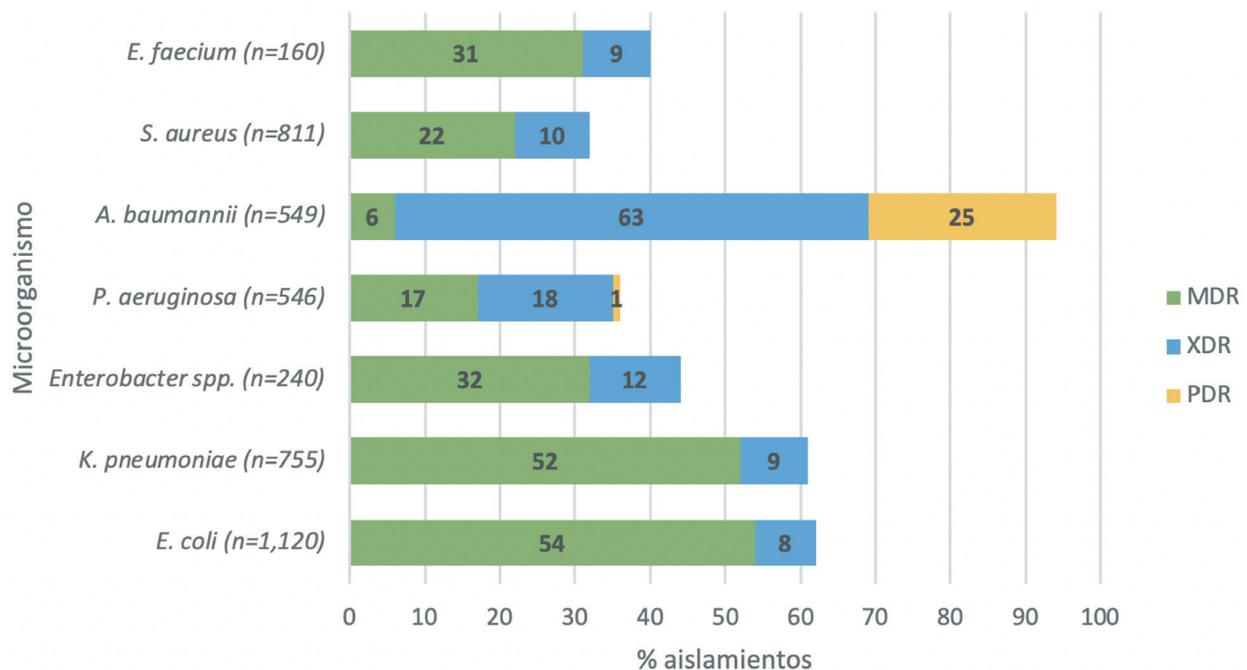
<i>E. faecium</i> (n= 720)					
Antibiótico	Año*				
	2017 n= 197	2018 n= 181	2019 n= 119	2020 n= 223	Promedio n=180
Ampicilina	29	59	63	75	57
Ciprofloxacina	25	56	56	69	52
Eritromicina	87	96	97	100	95
Estreptomina de nivel alto	13	58	32	67	43
Gentamicina de nivel alto	0	12	0	0	3
Levofloxacino	14	50	12	52	32
Linezolid	0	0	0	0	0
Penicilina	29	79	60	100	67
Quinupristina/dalfopristina	50	0	4	0	14
Tetraciclina	50	50	62	100	66
Vancomicina	0	25	0	0	6
Tigeciclina	ND	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

Con relación al porcentaje de aislamientos MDR, XDR y PDR (anexo II) provenientes de las cepas del grupo ESKAPE de hemocultivos (Gráfico 1):

- Los aislamientos de *E. coli* y *K. pneumoniae* del 2020 presentaron el mayor porcentaje de cepas MDR (52% y 54%).
- El 63% y 25% de aislamientos de *A. baumannii* fueron XDR y PDR, respectivamente.

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



* Multidrogresistente (MDR) se define como el microorganismo resistente al menos a un agente en tres o más categorías de antimicrobianos. Extensamente resistente (XDR) se define como el microorganismo resistente al menos a un agente en todas las categorías de antimicrobianos, a excepción de dos o menos categorías de antimicrobianos (permanecen susceptibles a solo una o dos categorías). Pandrogresistentes (PDR) se define como el microorganismo resistente a todos los agentes en todas las categorías de antimicrobianos.

Resistencia antimicrobiana en aislamientos a partir de urocultivos

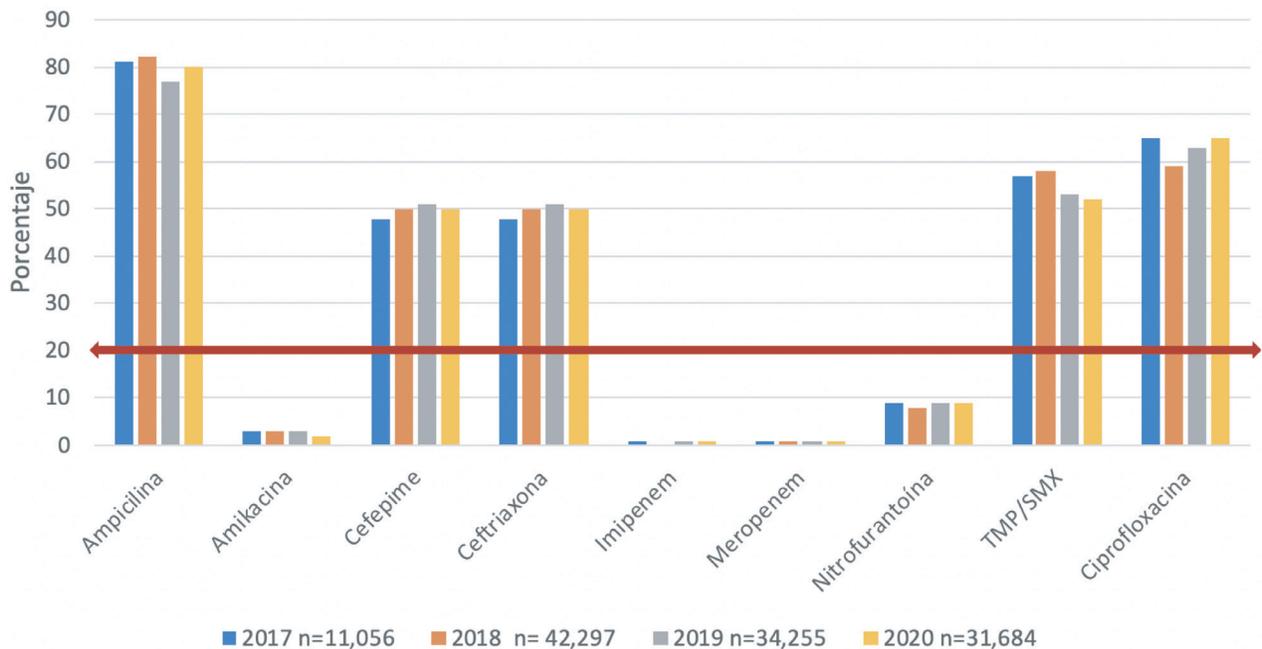
La gran mayoría de los aislamientos de urocultivos correspondieron a *E. coli* (89.5%) (Cuadro 10). Gracias a la participación de laboratorios privados en la Red PUCRA, en especial CARPERMOR, a partir de 2018 y hasta la fecha, se ha podido incluir la información de más de 130,000 aislamientos.

Al comparar la resistencia antimicrobiana en los aislamientos que se pueden considerar como comunitarios (de los laboratorios privados) con la de los laboratorios clínicos de hospitales no se encontraron diferencias, por lo que la información se presenta de manera integrada.

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

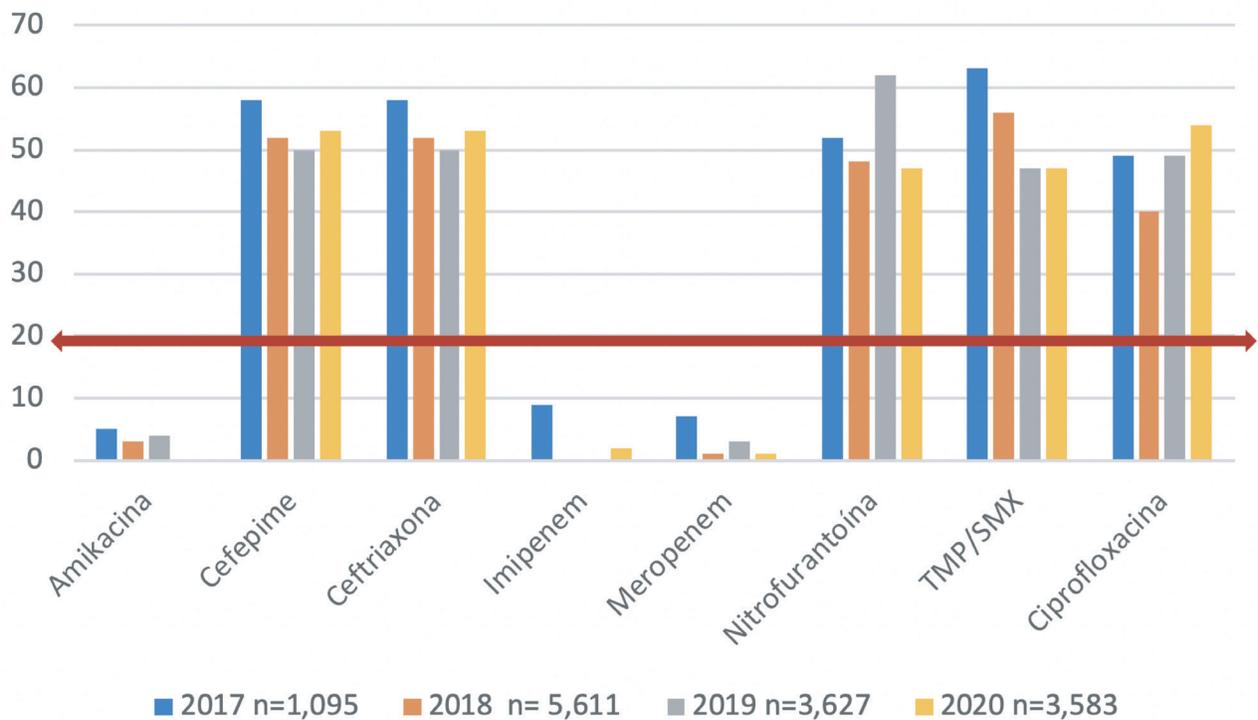
Microorganismo	# aislamientos por año				TOTAL
	2017	2018	2019	2020	
<i>E. coli</i>	11,056	42,297	34,255	31,684	119,292
<i>K. pneumoniae</i>	1,095	5,611	3,627	3,583	13,916
Total	12,151	47,908	37,882	35,267	133,208

Gráfico 2. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en 119,292 aislamientos de *Escherichia coli* a partir de urocultivos



- Para *Escherichia coli* los antimicrobianos con resistencia menor al 20% fueron nitrofurantoína, amikacina y carbapenémicos (punto de corte aceptado para considerar útil un antibiótico de uso empírico y representado con la línea roja (Gráficos 2 y 3).
- Es de destacar que, en promedio, más del 60% de los aislamientos de *E. coli* fueron resistentes a ciprofloxacino.
- Para *K. pneumoniae* solo amikacina, imipenem y meropenem conservan buena actividad (Gráfico 3).

Gráfico 3. Porcentaje de resistencia antimicrobiana en 13,916 aislamientos de *Klebsiella pneumoniae* a partir de urocultivos.



Susceptibilidad antimicrobiana a fosfomicina a partir de aislamientos bacterianos de urocultivos

Los aislamientos recibidos en el laboratorio de la Red PUCRA de *E. coli* y *K. pneumoniae* aislados a partir de urocultivos derivan de muestras de origen comunitario en un 60%, de muestras de infecciones asociadas a la atención de la salud (IAAS) en un 33%, y en 7% no se informó este dato.

Los aislamientos de *E. coli* y *K. pneumoniae* de urocultivos presentan una adecuada susceptibilidad *in vitro* a fosfomicina (89% para *E. coli* y 90% para *K. pneumoniae*). Cabe señalar que, de acuerdo con el CLSI 2021, la sensibilidad a fosfomicina solo está validada para aislamientos de *E. coli*.

Medición del consumo de antibióticos

De acuerdo con la recomendación de la Organización Mundial de la Salud, y la Estrategia Nacional de Acción contra la Resistencia a los Antimicrobianos 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. 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".

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: (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.

A lo largo de los cuatro años, varios hospitales se sumaron a la Red y pudieron informar sobre su consumo de antibióticos.

- La mediana del consumo de antibióticos en las instituciones que lo reportan parece tener una discreta disminución en los últimos dos años en comparación con los dos primeros, sin embargo, habrá que tomarla con cautela y considerar que en 2021 y 2022 es cuando se verá el efecto de la pandemia de COVID-19 (Figura 2).

Figura 2. Mediana de consumo de antibióticos (DDD/100 estancias) en el periodo 2017-2020.



Los antimicrobianos de mayor consumo en los diferentes hospitales durante los cuatro años que se reportan fueron las cefalosporinas (1ª generación: cefalotina; 2ª generación: cefuroxima; 3ª generación: cefotaxima, ceftazidima, ceftriaxona; 4ª generación: cefepime), en segundo lugar, los carbapenémicos (ertapenem, imipenem y meropenem) y en tercer lugar vancomicina.

- Entre 2018 y 2019 se había registrado una discreta disminución en el consumo de carbapenémicos, sin embargo, en 2020 volvió a incrementar sin llegar a los valores registrados en 2017 y 2018.

- Es notable la reducción en el consumo de penicilinas (incluye penicilina sódica cristalina y penicilina semisintéticas), posiblemente relacionado a la falta de disponibilidad de algunos fármacos de este grupo en los hospitales, por ej. dicloxacilina.

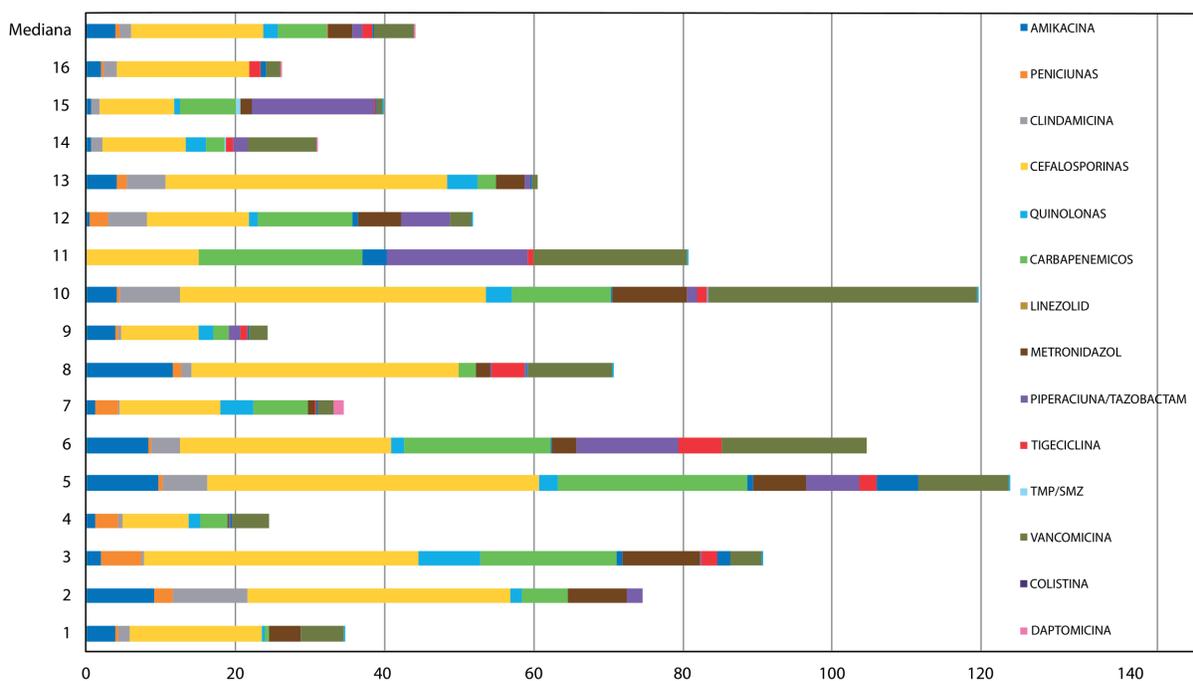
Cuadro 11. Antibióticos de mayor consumo en los hospitales de la Red PUCRA (mediana de la DDD/100 estancias)

Antibiótico	2017	2018	2019	2020
Cefalosporinas	17.4	18.2	18.3	17.8
Carbapenémicos	7.3	7.7	4.6	6.7
Vancomicina	4.7	4.5	3.7	5.5
Penicilinas	4.5	4.5	1.3	0.7
Quinolonas	3.6	4.4	1.8	1.9

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 un hospital privado. En el Gráfico 4 se presentan los consumos de antibióticos por hospital en DDD/100 estancias de acuerdo con el número de camas.

- Se puede observar que es consistente el mayor consumo de cefalosporinas, carbapenémicos y vancomicina, pero hay gran variación en los otros antibióticos registrados.

Gráfico 4. Consumo de los diferentes antibióticos en DDD/100 estancias en 16 hospitales de la Red PUCRA durante 2020. 1-3: hospitales de 99 camas, 4-12: hospitales de 100 a 199 camas, 13 y 14: hospitales de 200 a 499 camas, y 15-16: hospitales de más de 500 camas.



Discusión

Los resultados de este reporte, que incluye la información de cuatro años, con la participación de más de treinta instituciones, dan amplia noción del estado de la RAM en México, tanto de aislamientos reportados por hospitales como de un importante número de aislamientos de urocultivos en pacientes ambulatorios.

La resistencia general en gram negativos es muy elevada, y la tendencia del periodo reportado no muestra disminuciones en prácticamente ningún rubro. En hemocultivos cada microorganismo mantiene un perfil particular, y destaca la elevada resistencia de *E. coli* a cefalosporinas de 3^a y 4^a generación y a ciprofloxacino. En consecuencia, existe un uso incrementado de carbapenémicos, esto puede derivar en presión de selección y en el incremento de bacterias resistentes a carbapenémicos en un futuro no lejano. Encontramos una adecuada susceptibilidad de *E. coli* a los aminoglucósidos; esto puede provocar un incremento en el uso de este tipo de antibióticos al emplearlos en esquemas combinados, con el consecuente aumento del riesgo de toxicidad y sin impacto en la eficacia.

Acinetobacter baumannii muestra niveles altos de resistencia a prácticamente todos los antibióticos probados; limitando las opciones terapéuticas a tigeciclina y colistina. Afortunadamente, es una bacteria cuyo número de aislamientos es bajo (menor a diez por año) en casi todos los hospitales, y limitado principalmente a dos centros hospitalarios.

Respecto a *S. aureus* recuperado de hemocultivos, los niveles de resistencia son similares a lo reportado en el resto del mundo, con disminución de los aislamientos resistentes a meticilina. La sensibilidad a cotrimoxazol y rifampicina es buena, lo que sugiere que estos antibióticos podrían utilizarse en combinación como tratamiento alternativo si el tipo de infección lo permite. Lamentablemente no se cuenta con dicloxacilina en presentación intravenosa desde 2019, esto puede contribuir parcialmente al uso incrementado de vancomicina en los hospitales. Esta práctica debería limitarse para conservar su utilidad y evitar la aparición de cepas resistentes de *Enterococcus faecium*. El número de aislamientos de este microorganismo se ha mantenido bajo, y solamente en uno de los años hubo registro de resistencia a vancomicina (2018: 25%); aun así, las opciones para su tratamiento son reducidas (vancomicina, linezolid y en algunos casos en combinaciones con gentamicina y quinolonas).

Con relación a los aislamientos de urocultivos encontramos buena susceptibilidad para nitrofurantoína y fosfomicina (*in vitro*) para *E. coli*, los niveles de resistencia a ciprofloxacino y cefalosporinas son muy elevados. Estos aislamientos pueden ser el punto de partida de bacteriemias asociadas al cuidado de la salud, además de que son pocas las alternativas de tratamiento que se tienen para una infección urinaria aguda no complicada. Por ello, es necesario actualizar las Guías de Práctica Clínica para evitar que se continúe prescribiendo ciprofloxacina o TMP/SMZ para estos casos, pues su uso resultará en fallas (que obligarán a usar más antimicrobianos) y toxicidad innecesaria, además de perpetuar la resistencia elevada a quinolonas en prácticamente todos los microorganismos reportados.

El nivel de consumo de antibióticos es muy elevado en la mayoría de los hospitales participantes. Solo algunos hospitales dedicados a una sola especialidad tienen consumos bajos. La limitante

de la información que recibimos es que no todos los hospitales informan el mismo número de antibióticos, por lo que las comparaciones pudieran ser poco justas. Aun así, es notable que en la mayoría de las instituciones más del 50% de los pacientes que se hospitalizan reciben antibióticos.

Consideraciones finales

La pandemia de COVID-19 durante 2020 y 2021 afectó directamente las actividades esenciales con las que se integra la información de este reporte, y es de esperarse que impacte de igual manera la información de 2021; aun así, reconocemos el extraordinario esfuerzo que han realizado las instituciones que integran la Red PUCRA para mantener funcionando sus servicios de laboratorio de microbiología clínica aún en medio de la emergencia, al mismo tiempo que continuaron con la vigilancia de los aislamientos en sus instituciones. De igual forma, estamos conscientes que la realidad impuesta por la pandemia ha hecho muy difícil la adquisición de los insumos proyectados para cada actividad, y que muchas de las actividades en los hospitales se han realizado con base en las existencias de sus inventarios, lo cual no ha permitido controlar por completo el uso de los antimicrobianos. Esperamos que se restablezcan los servicios en los centros de atención hospitalaria para que se pueda dar continuidad a los programas locales de vigilancia de IAAS y control de antibióticos, así como al resto de actividades encaminadas a disminuir el impacto de la resistencia en las enfermedades infecciosas.

Durante estos cuatro años que la Red PUCRA ha realizado la vigilancia epidemiológica de la resistencia antimicrobiana y el consumo de antibióticos en instituciones de México. Esta información tiene varias limitaciones, en lo que respecta al problema de la resistencia antimicrobiana, no se cuenta con representatividad de todos los estados, y aunque las instituciones y hospitales que forman parte de la Red se han incrementado, algunos han dejado de informar, por lo cual no se pueden realizar con precisión comparaciones para cada hospital. Por otra parte, en el caso del consumo de antibióticos, un grupo reducido de hospitales son los que cuentan con esta información, y en los últimos dos años, estos consumos se han visto modificados por necesidades de atención médica durante la pandemia, y por el desabasto que se ha presentado en el país. Es importante seguir realizando la vigilancia e incorporar a más entidades de la República Mexicana, pero lo que se requiere, ante el incremento de los porcentajes de la resistencia antimicrobiana, es realizar de manera urgente, acciones para su reducción.

Conclusiones

Se destaca la elevada resistencia que presenta *A. baumannii* aislado a partir de hemocultivos durante el 2020. Es necesario incrementar las medidas de prevención contra la diseminación de este microorganismo.

Los aislamientos de *E. coli* y *K. pneumoniae* derivados de urocultivos muestran una adecuada susceptibilidad *in vitro* a fosfomicina y cloranfenicol. Estos datos apoyan el uso de fosfomicina como una opción de tratamiento para IVU bajas agudas no complicadas.

En el consumo de antibióticos por los hospitales de la Red PUCRA, es de resaltar que vancomicina se encuentra como el tercer antibiótico de mayor consumo, esto pudiera relacionarse a la carencia o escasez de penicilinas u otros antibióticos en algunos hospitales de la Red PUCRA. Esto puede a la larga favorecer el surgimiento de microorganismos resistentes.

Grupo Coordinador del PUCRA

Programa Universitario de Investigación en Salud (PUIS), UNAM y PUCRA

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

Karen Flores Moreno

Yolanda López Vidal

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/>
2. WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology https://www.whocc.no/atc_ddd_methodology/purpose_of_the_atc_ddd_system/ fecha de acceso: noviembre 2021.
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 noviembre 2021
4. CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 31 ed. CLSI supplement M100. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2021
5. The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 11.0, 2021. <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 B-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: noviembre 2021)

Colaboradores de la Red de Hospitales y Laboratorios del PUCRA

Agradecemos el apoyo y colaboración de todos quienes conforman la Red PUCRA quienes han plasmado un enorme esfuerzo para hacer posible la generación de este material.

Institución	Participantes
Asesores Especializados en Laboratorios, Puebla, Pue.	Q.F.B. Miguel Ruíz Jiménez
"CARPERMOR" Laboratorio de Referencia Internacional	Q.F.B. Salvador Eduardo Rodríguez Martínez B.Q.D. Ana Karen Jiménez Ramírez Q.F.B. Leo García Ramírez
CEDIMI Laboratorios	Q.F.B. María Bertha Ballesteros Silva
Clínica Ruíz, Puebla, Pue.	Dr. Alejandro Ruiz Argüelles (RIP) Q.C.B Leticia Acosta Sandría Q.F.B. Carlos Martínez Barreda Q.F.B. Dulce Gabriela Velásquez Ramírez
Hospital Aranda de la Parra, León, Gto.	Dr. Alejandro Macías Hernández Q.C.B. Élide González Aguilar
Hospital Central Sur de Alta Especialidad, Petróleos Mexicanos	Dr. Freddy Domínguez Sosa Quím. María de la Paz Flores Romero
Hospital CIMA, Hermosillo, Son.	Dr. Jesús Antonio Sánchez Lucero M. en C. Francisco Javier Navarro Gálvez Dr. Carlos Boroel Cervantes
Hospital Civil de Guadalajara "Dr. Juan I. Menchaca"	Dr. Juan José Morales Reyes Q.F.B. Herlinda Pinto Macedo
Hospital Civil de Guadalajara "Fray Antonio Alcalde"	Dra. Ma. del Rayo Morfín Otero Dr. Eduardo Rodríguez Noriega Dr. Héctor Raúl Pérez Gómez Dr. Sergio Esparza Ahumada
Hospital del Niño y el Adolescente Morelense	Dr. Eduardo Arias de la Garza Q.F.B. Domingo Sánchez Francia Quím. Jesús Alfonso Aguirre Torres
Hospital General "Dr. Agustín O'Horán", Mérida, Yuc.	Dra. Mussaret Zaidi Jacobson Quím. Genny Margarita Méndez Grajales Q.F.B. Wendy Cristina Kantún Caamal
Hospital General "Dr. Manuel Gea González"	Dr. Juan Pablo Ramírez Hinojosa Dra. Ana Patricia Rodríguez Zulueta Quím. Margarita Lozano García

Hospital General de Balbuena	Dr. Roberto Peña Hernández (RIP) Dra. Flor del Bosque Villanueva Macías Dr. Pablo Muñoz Piedras
Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga"	Dra. María Luisa Hernández Medel Q.F.B. Miguel Ángel Morales Gil
Hospital General de Durango	Dr. Juan Carlos Tinoco Favila Téc. Lab. Lorena Salcido Gutiérrez
Hospital General Regional (HGR) No. 200, Tecámac, Edo. de México	Dr. Daniel Alberto Basurto Chipolini Quím. María Magdalena Ramírez Carbajal
Hospital General Regional (HGR) No. 6, Cd. Madero, Tamps.	Dr. Juan Ramírez Hernández Q.F.B. Blanca Margarita Paredes Torres Dra. Blanca Estela Hernández Chena Dr. Abu Jarad Rajab Mohamed Dr. Eliseo Alejandro Aguillón García
Hospital Infantil de México "Dr. Federico Gómez"	Dr. Fortino Solórzano Santos Dra. Briseida López Martínez M. en C. Israel Parra Ortega Dr. Rodolfo Jiménez Juárez Dr. Sarbelio Moreno Espinosa
Hospital Pediátrico Villa	Dra. Lucía Álvarez Hernández Q.F.B. Susana Rodríguez Silva
Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío	Dr. Juan Luis Mosqueda Gómez Dr. Javier Moisés Castellanos Martínez Dra. Mariana Gil Veloz Q.F.B. Luis Raúl Rivera Garay
Instituto Nacional de Cancerología	Dra. Patricia Volkow Fernández Dra. Diana Vilar Compte Q.F.B. Consuelo Velásquez Acosta
Instituto Nacional de Cardiología "Dr. Ignacio Chávez"	Dr. Gabriel Israel Soto Nieto Q.F.B. María del Rosario Vázquez Larios Q.F.B. Ana María Hernández Dueñas
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán"	Dr. Eric Ochoa Hein Dra. María Fernanda González Lara Q.F.B. Elia Criollo Mora
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Dr. Ismael Cosío Villegas"	Dr. José Arturo Martínez Orozco Quím. Christian Daniel Mireles Dávalos
Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía "Dr. Manuel Velasco Suárez"	Dr. José Luis Soto Hernández Quím. Verónica Ángeles Morales
Instituto Nacional de Pediatría	Dr. Eduardo Arias de la Garza Dra. Mercedes Macías Parra Dra. Virginia Díaz Jiménez

Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra	Dr. Rafael Franco Cendejas Dr. Esaú López Jácome M. en C. Melissa Hernández Durán Dr. Claudia Adriana Colín Castro
Laboratorio Roal, Mexicali, B.C.	Q.F.B. Gloria del Carmen Álvarez Valdez
Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) No. 34 Hospital de Cardiología, IMSS, Monterrey, N.L.	Dr. Julio D. Molina Gamboa Dra. B. Elena Lamas Padilla
Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) Hospital de Cardiología "Dr. Luis Méndez" Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS	Dr. Edgar Cruz García Dra. Abigail Meza Chávez Dra. Angélica Atzin Cedillo López Quím. Jesús M. Ramos Hernández
Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) Hospital de Pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund" Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS	Dra. María Guadalupe Labra Zamora Dra. María Guadalupe Miranda Novales

Anexo I

Puntos de corte de acuerdo con la concentración mínima inhibitoria (CMI) en (mg/mL) recomendados por The Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 2021.

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

Antimicrobiano	CLSI 2021 (mg/mL)	
	Sensible: ≤	Resistente: ≥
Ampicilina	8	32
Amikacina	16	64
Piperacilina/Tazobactam	16/4	128/4
Cefuroxima	4	32
Cefepime	2	16
Ceftazidima	4	16
Ceftriaxona	1	4
Cefotaxima	1	4
Ertapenem	0.5	2
Meropenem	1	4
Ciprofloxacino	0.25	1
Colistina ^{&}	-	4

[&]Para colistina el método aceptable de reporte es microdilución en caldo. Se reporta como Intermedio con una MIC ≤ 2 mg/mL.

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

Antimicrobiano	CLSI 2021 (mg/mL)	
	Sensible: ≤	Resistente: ≥
Amikacina	16	64
Ampicilina/Sulbactam	8/4	32/16
Piperacilina/Tazobactam	16/4	128/4
Cefepime	8	32
Ceftazidima	8	32
Imipenem	2	8
Meropenem	2	8
Ciprofloxacino	1	4

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

Antimicrobiano	CLSI 2021 (mg/mL)	
	Sensible: \leq	Resistente: \geq
Amikacina	16	64
Piperacilina/Tazobactam	16/4	128/4
Cefepime	8	32
Ceftazidima	8	32
Imipenem	2	8
Meropenem	2	8
Ciprofloxacino	0.5	2

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

Antimicrobiano	CLSI 2021 (mg/mL)	
	Sensible: \leq	Resistente: \geq
Ciprofloxacino	1	4
Gentamicina	4	16
Clindamicina	0.5	4
Eritromicina	0.5	8
Linezolid	4	8
Oxacilina ¹	2	4
Rifampicina	1	4
Trimetoprim/Sulfametoxazol	2/38	4/76
Vancomicina ¹	2	16

¹ Puntos de corte para *S. aureus*

Anexo II

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

Categoría	Definición
Multidrogorresistentes (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).
Pandrogorresistentes (PDR)	Microorganismo resistente a todos los agentes en todas las categorías de antimicrobianos (es decir, ningún agente probado como susceptible para ese organismo).

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

Agradecimientos a los presupuestos recibidos

- Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) con el proyecto IN218220 Resistencia antimicrobiana en aislamientos de urocultivos (*Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*) y análisis molecular de cepas multirresistentes de hospitales de la Red del Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana (PUCRA), UNAM.
- Donación GlaxoSmithKline México, S.A. de C.V. para la Red de Vigilancia de la Resistencia Antimicrobiana.
- Al apoyo de la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Se terminó de imprimir el 25 de julio de 2022, 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
Coordinador del Programa Universitario de Investigación en Salud

