

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**RESISTENCIA BACTERIANA EN INFECCIONES NOSOCOMIALES
EN ADULTOS EN LATINOAMÉRICA**

MONOGRAFÍA

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas
de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Pedro José Adolfo Mogollón Coyo
Médico y Cirujano



Guatemala, 9 de abril de 2022

El infrascrito Decano y la Coordinadora de la Coordinación de Trabajos de Graduación –COTRAG–, de la **Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala**, hacen constar que el estudiante:

1. PEDRO JOSÉ ADOLFO MOGOLLÓN COYO 201513021 2978454970101

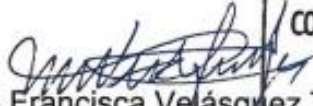
Cumplió con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, habiendo presentado el trabajo de graduación, en modalidad de monografía titulado:

**RESISTENCIA BACTERIANA EN INFECCIONES NOSOCOMIALES
EN ADULTOS EN LATINOAMÉRICA**

Trabajo asesorado por la Dra. Rosa Julia Chiroy Muñoz y revisado por el Dr. Sergio Castañeda Cerezo, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el dieciocho de abril del año dos mil veintidós


Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva
DECANO
Vo.Bo.
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva PhD
Decano

La infrascrita Coordinadora de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que el estudiante:


1. PEDRO JOSÉ ADOLFO MOGOLLÓN COYO 201513021 2978454970101

Presentó el trabajo de graduación en modalidad de monografía, titulado:

**RESISTENCIA BACTERIANA EN INFECCIONES NOSOCOMIALES
EN ADULTOS EN LATINOAMÉRICA**

El cual ha sido revisado y aprobado por el **Dr. César Oswaldo García García**, profesor de la COTRAG y, al establecer que cumple con los requisitos solicitados, se le **AUTORIZA** continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el dieciocho de abril del año dos mil veintidós.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora



Guatemala, 18 de abril del 2022

Doctora
Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora de la COTRAG
Presente

Le informo que yo:

1. PEDRO JOSÉ ADOLFO MOGOLLÓN COYO



Presenté el trabajo de graduación titulado:

**RESISTENCIA BACTERIANA EN INFECCIONES NOSOCOMIALES
EN ADULTOS EN LATINOAMÉRICA**

Del cual la asesora y el revisor se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES

Asesora:

Dra. Rosa Julia Chiroy Muñoz

Revisora

Dr. Sergio Castañeda Cerezo

Registro de personal: 9506



Dr Sergio Castañeda Cerezo, MSc
MEDICINA INTERNA
COLEGIADO 2713

DEDICATORIA

Dedico de manera muy especial a mi familia este trabajo, que significa la culminación de una de las etapas más importantes en mi vida. Agradezco su apoyo durante todas las madrugadas que me acompañaron a la parada de bus, a las llamadas para ver si había llegado bien a mi Universidad, a todas las personas que me acompañaron en este viaje, tanto en la Facultad de Ciencias Médicas como en los diferentes hospitales en los que roté, quienes aparte de enseñarme todo lo relacionado a la medicina, me enseñaron a crecer como persona y como profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme cumplir mis metas, por acompañarme desde el inicio durante las madrugadas, tardes y noches en los buses, calles y hospitales de Guatemala y al final de mi carrera.

A mis padres y hermana, María Justy, José Humberto y Jackeline por todo el sacrificio, el apoyo incondicional, amor y cariño brindado siempre, quienes siempre estuvieron junto a mí durante mi carrera.

A mis maestros, por ser mis guías y motivación de aprendizaje en mi carrera.

A mis amigos que me acompañaron durante mi travesía y me enseñaron el valor de la amistad, especialmente en los hospitales.

A mi asesora de monografía, Dra. Rosa Julia Chiroy, por el apoyo brindado en la elaboración para la formación de esta monografía.

A mi revisor de monografía, Dr. Sergio Castañeda, por el apoyo brindado en la elaboración para la formación de esta monografía.

ÍNDICE

Prólogo	i
Introducción	ii
Objetivos	iv
Métodos y técnicas	v
Contenido temático	1
CAPÍTULO 1. Antibióticos	1
CAPÍTULO 2. Resistencia bacteriana	9
CAPÍTULO 3. Resistencia bacteriana en el mundo	12
CAPÍTULO 4. Resistencia bacteriana en Latinoamérica	16
CAPÍTULO 5. Análisis de la información	28
Conclusiones	45
Recomendaciones	46
Referencias bibliográficas	47
Anexos	56

De la responsabilidad del trabajo de graduación:

El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresados en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y, de las otras instancias competentes, que así lo requieran.

PRÓLOGO

La multiresistencia a los antibióticos es un problema que va en aumento en el mundo, llegando a afectar, no solamente a los sistemas de salud de todos los países, sino también, repercutiendo en los diferentes sectores económicos, como lo es la producción agrícola, la ganadera y el medio ambiente; en un mundo donde cada vez existe un mayor abuso de los medicamentos por la población, incluso en profesionales de la salud, y por personas relacionadas al sector agrícola. La amenaza que el mundo sufre, especialmente en los países en vías de desarrollo, es llegar nuevamente a la era pre antibiótica donde el uso de estos medicamentos no sean efectivos para el tratamiento de infecciones.

Por esta razón, es de suma importancia la investigación en materia de salud pública y epidemiológica, sobre todo la resistencia antimicrobiana en cada país, con el objetivo de formular estrategias para un adecuado uso racional de los antibióticos, con el objetivo de reducir la incidencia de infecciones nosocomiales.

La presente monografía es una revisión de artículos publicados en los países de Latinoamérica, sobre la resistencia antimicrobiana en infecciones hospitalarias, la cual tiene como objetivo su descripción en los últimos cinco años (de 2016 a 2021) abarcando el concepto de multiresistencia, las bacterias con mayor reporte de resistencia y la categorización de los tratamientos farmacológicos contra las bacterias multirresistentes.

La estructura de la monografía luego de sus secciones introductorias muestra como primer capítulo la revisión del tópico referente a los antibióticos, su historia, su clasificación y especificación; continúa con lo más relevante de la resistencia bacteriana a nivel mundial y posteriormente para los países latinoamericanos, los cuales se presentan en orden caudal de norte a sur América, para finalizar con la el análisis de la información por parte del autor, las observaciones de los asesores y con ello, las conclusiones que dan salida a las preguntas y objetivos de la investigación.

Dra. Rosa Julia Chiroy
Especialista en Medicina Interna

INTRODUCCIÓN

En 1928, el Dr. Alexander Fleming pasaría a la historia debido a que descubrió la penicilina, la cual ayudó en el tratamiento de diversas enfermedades infecciosas en aquella época. Desde ese entonces, se han descubierto una gran cantidad de antibióticos a través de investigaciones financiadas por farmacéuticas y gobiernos, enfocados en infecciones que no han podido ser tratadas con medicamentos ya existentes.^{1,2}

La resistencia a los antibióticos es un fenómeno por el que las bacterias tienden a crear o adquirir mecanismos para resistir el efecto de los antibióticos; en muchos casos se presenta por su uso excesivo e incorrecto. La mala administración, dosificación y empleo de antibióticos sin prescripción médica causó que en pocos años se documentaran, cepas resistentes a la penicilina tres años después de su comercialización. Además de la falta de vigilancia a los establecimientos que distribuyen y comercializan medicamentos sin receta médica y empresas farmacéuticas que no han innovado en el sector de los antibióticos por la poca rentabilidad, se ha llegado a pensar en el regreso de la era post antibiótica..^{1,2,3}

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reportado el aumento en la mortalidad por resistencia antibacteriana que supera el medio millón de muertes al año en el mundo. Por este motivo, en 2015 se realizó el Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos, donde se expone la problemática del incremento de la resistencia antibacteriana y señala a los sectores que pueden realizar un cambio en el curso de este problema mundial de salud, y que son el personal de salud, sector industrial de alimentos, agricultura y ganadería, políticos de los gobiernos de todo el mundo y el sector farmacéutico. El plan desarrolla 5 objetivos que tienen como finalidad el manejo multisectorial de la resistencia a los antibióticos, ya que este problema no solo afecta a la salud de un país, sino al sector económico, social e industrial.⁵

En Latinoamérica los estudios sobre la resistencia a las bacterias han sido promovidos por la Red Latinoamericana de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos (ReLAVRA), creada en 1996 para recabar información sobre la resistencia antimicrobiana en la región, generar y desarrollar planes para la vigilancia y políticas en cada país miembro, para la prevención de la resistencia bacteriana. Desde la implementación del Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos, 29 países de la región adoptaron las políticas contenidas en el plan y crearon nuevas políticas públicas contra la resistencia antimicrobiana que se adaptaran para el beneficio de la salud de las personas y de los sectores relacionados en salud.^{6,7}

Los datos sobre la resistencia antimicrobiana de Latinoamérica están consensuados, gracias a la labor conjunta entre ReLAVRA y la Organización Panamericana de la Salud (OPS). En la base de datos de esta última organización, se encontró información desde el año 2011. Se formuló la pregunta principal con base a la información descrita: ¿cuál es la resistencia antimicrobiana en las infecciones nosocomiales en la región de Latinoamérica en los últimos 5 años?.⁸

La metodología utilizada en esta investigación de tipo descriptiva, fue la búsqueda de material bibliográfico en distintas bases de datos y motores de búsqueda relacionados a ciencias de la salud en Latinoamérica como Elsevier, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), PubMed, Hinari, y la web de OMS/OPS acerca de resistencia microbiana; la política de uso de antimicrobianos e infecciones hospitalarias asociadas a la asistencia sanitaria en los países de Latinoamérica en los últimos 5 años.

El trabajo inicia con la descripción de la historia de los antimicrobianos, cómo estos fueron creados y los personajes que estuvieron relacionados en la creación. Luego se enlistan los mecanismos de acción de los antibióticos más importantes en la práctica clínica; se mencionan los mecanismos de resistencia que producen las bacterias contra los antimicrobianos. Posteriormente, se describe la situación actual de la resistencia antimicrobiana en el mundo y luego en Latinoamérica. Se describe, país por país, los datos porcentuales de resistencia de las bacterias nosocomiales con ayuda de tablas contenidas en los anexos, para finalizar con el análisis de la información de los datos recolectados.

Se concluye que *Acinetobacter baumannii* fue la bacteria que reportó mayor resistencia en la mayoría de países de Latinoamérica, principalmente a cefalosporinas, carbapenémicos y piperacilina tazobactam; seguida de *Klebsiella pneumoniae* en segundo lugar con resistencia principalmente a las cefalosporinas y quinolonas; por último, se encuentran *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* las cuales reportaron en algunos países de la región altos porcentajes de resistencia. Las recomendaciones que se proponen al finalizar son la promoción de estudios más profundos y propios de cada país, para determinar las causas puntuales de la resistencia antibacteriana; al trabajo conjunto entre entidades gubernamentales y profesionales de la salud para el aporte de información en bases de datos que se puedan compartir con otros países y el fortalecimiento de los programas y sistemas de vigilancia de cada país.

OBJETIVOS

Objetivo general

Describir la resistencia antimicrobiana en las infecciones nosocomiales la región de Latinoamérica entre 2016 y 2021.

Objetivos específicos

1. Identificar las bacterias que han sido reportados con mayor multirresistencia a antibióticos en las infecciones nosocomiales en la región de Latinoamérica entre 2016 y 2021.
2. Categorizar los tratamientos farmacológicos contra bacterias multirresistentes en infecciones nosocomiales que se utilizan en la región de Latinoamérica.

MÉTODOS Y TÉCNICAS

La presente investigación documental es una monografía de compilación. Se realizó una búsqueda de material bibliográfico a través de distintas bases de datos y motores de búsqueda relacionados a ciencias de la salud en Latinoamérica como Elsevier, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), PubMed, Hinari, y la web de OMS/OPS, siendo estas las fuentes primarias de información. Mientras que la Biblioteca “Dr. Julio De León Méndez” de la Facultad de Ciencias Médicas de la USAC con los libros de texto, la base de datos de Tesis de la biblioteca y Google Académico con publicaciones históricas fueron las fuentes secundarias de información.

Para la búsqueda de las fuentes, se utilizaron los descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y *Medical Subject Headings* (MeSH) para generar los términos de búsqueda efectivos, tanto en español como en inglés. Estos términos de búsqueda se registraron en la Tabla 1, contenida en los anexos de esta investigación.

Al realizar la búsqueda de la bibliografía se definieron los siguientes criterios de inclusión: revisiones sistemáticas, estudios de cohorte, estudios exploratorios y estudios de casos y controles publicados entre 2016 y 2021, en países latinoamericanos en idioma inglés, español y portugués. Posteriormente, se efectuó una revisión de las fuentes de información que cumplieren los requisitos publicados, para luego extraer los datos más representativos y realizar el análisis correspondiente. Para la gestión de las referencias bibliográficas se utilizó el programa Mendeley®.

CAPÍTULO 1. ANTIBIÓTICOS

SUMARIO

- **Historia de los antibióticos**
- **Clases de antibióticos**

La historia de los antibióticos comienza mucho antes de la llegada de la penicilina, descrita por Alexander Fleming en la década de los veinte del siglo pasado. La idea de encontrar un compuesto que sea usado para el tratamiento de enfermedades siempre impresionó al hombre desde tiempos antiguos. En la era industrial se inicia con el descubrimiento de compuestos que impiden el crecimiento de las bacterias como la piocinasa, compuesto que no fue usado por su toxicidad.⁹

1.1 Historia de los antibióticos

La historia de los antibióticos inicia mucho antes de los descubrimientos del siglo XX, concretamente en siglo IV a.C. cuando Hipócrates creía que las enfermedades eran el resultado de un desequilibrio de “humores” corporales. Siglos más tarde, específicamente en el siglo II d.C., Galeno incorporó al tratamiento de los humores sustancias presentes en la naturaleza. En el siglo XVI, Paracelso introdujo los conceptos de dosis, ya que pensaba que no era el conjunto de componentes de una prescripción lo que producía el efecto, sino que dentro de la prescripción existían sustancias con funciones específicas. Un siglo más adelante, Anton von Leeuwenhoek, un comerciante holandés, perfeccionó varios microscopios que le ayudaron a observar microorganismos como bacterias y protozoarios a los que nombró como animálculos en 1676 a la *Royal Society de Londres*.⁹

En el siglo XIX se establece la teoría microbiana de la enfermedad por Louis Pasteur, quien al realizar sus estudios comprobó que la fermentación y putrefacción eran causadas por microorganismos como hongos, bacterias y levaduras. Esto contradecía los conocimientos que se usaban en ese entonces, ya que se pensaba que eran cambios químicos los que ocasionaban dichos procesos. A finales del siglo XIX dos científicos, Robert Koch y Hans Christian Gram, lograron impulsar nuevas técnicas para el campo de la microbiología. El primero, al crear un medio sólido de placas para el crecimiento de bacterias, además de exponer características como el color, textura y formas de las placas para la identificación de los distintos tipos de agentes bacterianos. Logró aislar *Vibrio cholerae*, *Bacillus anthracis* y *Mycobacterium tuberculosis*. El segundo creó una técnica de coloración de las bacterias para su identificación, y las dividió en dos grandes grupos: Gram positivos y Gram negativos. En 1889 se descubrió la piocinasa por Rudolph Emmerich y Oscar Löw, la cual es liberada por *Pseudomona aeruginosa*. Ellos demostraron que la piocinasa inhibía el crecimiento de las bacterias (efecto bacteriostático) y también las destruía (efecto bactericida), por lo cual en un

inicio fue empleada para diferentes infecciones; sin embargo, fue descartada porque era tóxica para los seres humanos. Se empleó por un tiempo para infecciones tópicas por *Bacillus anthracis* y luego fue descartada.^{9,10}

Alrededor de 1920 se encontraba en Inglaterra, Alexander Fleming quien informó que había descubierto la lisozima, compuesto que se encontraba en las lágrimas y que lograba la destrucción de bacterias no patógenas; sin embargo, nunca fue utilizada como tratamiento para infecciones. Fue hasta en 1928 que Fleming se encontraba trabajando en su laboratorio con muestras en placas de *Staphylococcus aureus*, las cuales había descartado en una solución detergente. A la semana siguiente regresó a su laboratorio y encontró dichas placas con lisis alrededor de un hongo, el cual fue aislado e identificado como *Penicillium rubrum*, inicialmente.¹¹

Posteriormente, Ernst Boris Chain, Norman George Heatley y Howard Walter Florey inician en 1939, los procesos para demostrar al mundo la eficacia de este nuevo medicamento. Chain se encargó de determinar las propiedades químicas y bioquímicas del antibiótico, mientras que Heatley del cultivo de *P. notatum*, ya que al realizar un nuevo estudio se comprobó que no fue *P. rubrum*, para luego purificar el compuesto. Florey se encargó de conseguir fondos y de determinar los aspectos farmacológicos. Fue hasta en 1940 que logran aislar el componente principal y efectúan pruebas en ratones. En la primera prueba los investigadores tomaron 8 ratones y los infectaron con una cepa de estreptococo; la mitad recibió al menos una dosis de penicilina y la otra mitad no. En el grupo que la recibió, dos ratones recibieron cinco dosis y murió uno de ellos en el día 16; otros dos ratones recibieron una dosis y murieron en el segundo y sexto día; el grupo que no recibió ninguna dosis murió en menos de 16 horas.^{10,11,12}

Al comprobar que la penicilina tenía buenos resultados, Heatley cultivó una gran cantidad de cepas de *P. notatum* con la finalidad de una mayor producción de penicilina para que Chain y Florey estudiaran las propiedades del antibiótico. Ya en 1941, Heatley y Florey viajan a Estados Unidos con el fin de producir la penicilina a gran escala; se reunieron con Charles Thom, el micólogo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, y Andrew Jackson Moyer, director del Northern Regional Research Laboratory. Fue ahí donde se cambió la cepa del hongo de *P. notatum* a *P. chrysogenum*, el cual podía producir 6 veces más penicilina que la otra cepa. En Estados Unidos, Heatley trabajó durante 6 meses para investigar cómo cultivar a gran escala las cepas de *P. chrysogenum*, mientras que Florey se reúne con el gobierno de ese país y con farmacéuticas para promocionar la producción de la penicilina a gran escala. El gobierno de Estados Unidos accede y se hace cargo de la producción de escala para la Segunda Guerra Mundial.^{12,13}

En la misma época del descubrimiento de la penicilina, el alemán Gerhard Domagk descubre en 1930 el prontosil, la primera sulfanilamida apta para el tratamiento en humanos. Dos años después inician las pruebas en animales y en 1935 se inician con la distribución de este antibiótico para el tratamiento de infecciones de la sangre, erisipela, fiebre puerperal, entre otros. Este antibiótico fue popularizado ya que, en 1936, el hijo del entonces presidente de los Estados Unidos, Franklin Delano Roosevelt, cayó enfermo secundario a una infección, por lo que se utilizó para el tratamiento este nuevo medicamento.^{11,14}

En 1940 se inicia una serie de investigaciones científicas que fueron dirigidas por el bioquímico estadounidense Selman Abraham Waksman. Al cabo de 10 años se logra descubrir nuevos antibióticos: Rene Dubós descubre la gramicidina, que era producida por *Bacillus brevis*, que por su toxicidad fue usada para tratamientos tópicos. En 1941, Albert Schatz descubre la estreptomycin junto a Waksman para el tratamiento, inicialmente de la tuberculosis, infecciones urinarias y la tularemia. En 1949 se descubre la neomicina y 8 años después, la kanamicina. La eritromicina, el primer macrólido, se descubre en 1952 a partir de *Saccharopolyspora erythraea* en muestras provenientes de las Filipinas, se usó principalmente en pacientes con alergia a las penicilinas. Cuatro años más tarde se descubre el primer glucopéptido, la vancomicina, a partir de los compuestos aislados de *Nocardia orientalis*. En 1957 se logra identificar el ácido 6-aminopenicilánico, que fue el precursor para la creación de las penicilinas benzatínicas y sintéticas. En 1958 se descubre la gentamicina derivada de los compuestos creados por la bacteria *Micromonospora*.^{15,16,17}

En 1961 se logra la creación del primer antibiótico de amplio espectro, la ampicilina, ya que tenía actividad contra bacterias Gram negativas y positivas. En 1964 se logra la introducción de la primera cefalosporina, cefalotina, a partir de los estudios de Giuseppe Brotzu en la Universidad de Cagliari, ya que en 1945 aisló de *Cephalosporium acremonium*, un compuesto betalactámico. En 1976 se descubre tienamicina, producido por *Streptomyces catleya*, el primer carbapenémico que, por su inestabilidad en medios acuosos, se hidroliza en pH mayores 8.0 y por su reacción a sustancias nucleofílicas, llevaron al desarrollo de N-forminidoil tienamicina, también llamado imipenem. Su uso en humanos inició en 1985.¹⁶

1.2 Clases de antibióticos

1.2.1 Penicilinas

Son antibióticos que cuentan en su estructura química un anillo betalactámico unido a un anillo de tizolidina y una cadena lateral R, el cual define a esta familia de otros antibióticos. Su mecanismo de acción es la inhibición de la pared celular de las bacterias, principalmente de las Gram positivas, al interferir con la reacción de transpeptidación en la síntesis de la pared bacteriana. La pared está compuesta por polisacáridos y polipéptidos con enlaces cruzados. El polisacárido contiene dos azúcares aminados, N-acetilglucosamina y ácido N-

acetilmurámico, el cual está enlazado con un péptido de cinco aminoácidos que termina en D-alanil-D-alanina, por lo que la proteína de unión de penicilina o PBP, retira la alanina terminal para crear un enlace con otro péptido cercano. Al unirse las penicilinas al sitio activo de las PBP, inhiben esta reacción por lo que no existe la síntesis de proteoglicanos y por ende, la síntesis de la pared de la bacteria.^{18,19}

Al ser antibióticos muy utilizados desde su creación y comercialización, la resistencia a esta familia ha sido muy frecuente. Se han descrito cuatro mecanismos que las bacterias han creado para su resistencia: inactivación por la enzima betalactamasa, modificación de PBP (*Penicillin binding proteins*), alteración de la penetración a la PBP y bombas de eflujo. El primer mecanismo es el más frecuente de resistencia, a raíz de esto se crearon penicilinas resistentes a la betalactamasa como, por ejemplo: metilina, nafcilina, oxacilina, cloxacilina o dicloxacilina. También existen las penicilinas de espectro ampliado, aminopenicilinas (ampicilina/amoxicilina), caboxipenicilinas (carbenicilina, ticarcilina) y ureidopenicilinas (piperacilina), que incluso pueden usarse contra infecciones por Gram negativos ya que logran penetrar hasta su membrana externa.^{20, 21}

Existen los inhibidores de la betalactamasa que, como su nombre lo indica, ejercen su acción hacia las enzimas betalactamasas, y protegen a las penicilinas de la hidrolización por parte de dichas enzimas. Estas se encuentran junto a otros antibióticos (penicilinas) específicas. En este grupo se incluyen al ácido clavulánico, sulbactam y tazobactam.^{22,23}

1.2.2 Cefalosporinas

Son antibióticos con estrecha similitud a las penicilinas, con mayor resistencia a las betalactamasas. Cuentan con un núcleo de ácido 7-aminocefalosporánico formado por un anillo betalactámico. Existen cuatro generaciones de estos antibióticos.¹⁸

La primera generación de cefalosporinas es empleada en el tratamiento contra cocos Gram positivos, sin embargo, no son activas con cepas resistentes a la metilina. También son útiles en infecciones de vías urinarias e infecciones de tejidos blandos por estafilococos o estreptococos. Incluyen cefazolina, cefadroxilo, cefalotina, cefalexina, cefadrina y cefapirina. La segunda generación de cefalosporinas es usada en infecciones causadas por bacterias que no son inhibidas por la primera generación de cefalosporinas, llegan a afectar a las bacterias Gram negativas. Son efectivas al tratar sinusitis, otitis e infecciones respiratorias bajas como neumonías adquiridas en la comunidad por *Haemophilus influenzae* y *Klebsiella pneumoniae*, además de infecciones anaeróbicas como en las peritonitis, diverticulitis y enfermedad inflamatoria pélvica. Se incluyen en el grupo ceforuxima, cefamandol, cefaclor, cefprozilo, cefonicida, loracarbef y ceforanida.^{18,19}

La tercera generación de cefalosporinas incluyen a ceftriaxona, cefotaxima, cefixima, cefnidir, cefoperazona, ceftizoxima, cefpodoxima procetilo, ceditorén pivoxilo, ceftibutén y moxalactam. Esta generación tiene mayor cobertura hacia los Gram negativos y también a *Pseudomona aeruginosa* por ceftazidima y cefoperazona. No tienen actividad contra *Enterobacter*. Son usadas para el tratamiento de infecciones que son inhibidas por las anteriores generaciones de cefalosporinas, se pueden usar para el tratamiento de meningitis por neumococos, meningococos y *H. influenzae*. Por último, las cefalosporinas de cuarta generación incluyen a cefepima, el cual es más resistente a la hidrólisis por betalactamasas cromosómicas; sin embargo, puede ser hidrolizada por las betalactamasas de espectro extendido.^{18,24}

Existe una nueva generación (quinta) de cefalosporinas, que tienen actividad contra Gram positivas y negativas que sean multirresistentes. La ceftarolina es una cefalosporina que deriva del ceftazidim (cefalosporina de cuarta generación) que tiene actividad contra Gram positivos resistentes a meticilina, vancomicina, linezolid y daptomicina, también a los Gram negativos, *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*. Sin embargo, su actividad contra bacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) es baja. Otro antibiótico de este grupo es el ceftolozano, el cual es un bactericida usado principalmente contra *Pseudomona aeruginosa* multirresistente y el género Enterobacteriaceae productoras de BLEE; este se encuentra con el inhibidor de Betalactamasa, tazobactam.²⁵

1.2.3 Carbapenémicos

Son antibióticos que tienen una alta resistencia a las betalactamasas y con estructura similar a otros antibióticos betalactámicos. Tienen un amplio espectro contra Gram negativos y positivos, sin embargo, no son resistentes a las bacterias productoras de carbapenemasas y a las metalolactamasas B. Son utilizados en infecciones por aerobios, anaerobios y mixtos. No todos los carbapenémicos pueden ser usados para una misma bacteria, por ejemplo, el ertapenem no tiene actividad contra *Pseudomona aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii*.^{18,19}

Las carbapenemasas son enzimas que hidrolizan a los carbapenémicos, según su estructura molecular se clasifican en clase A y D (serin-betalactamasas) dependientes de serina y en clase B (metalobetalactamasas) dependientes de zinc. Las carbapenemasas de clase A hidrolizan a las penicilinas, cefalosporinas, monobactámicos, carbapenémicos y betalactamasas. La clase D hidrolizan moléculas de oxacilina y cloxacilina, por lo que son llamadas de tipo oxacilinasas. Mientras que la clase B hidrolizan todas las moléculas de betalactámicos, a excepción de los monobactámicos. Esta clase incluyen las enzimas metalobetalactamasas que hidrolizan imipenem, metalobetalactamasas codificadas por integrón Verona, metalobetalactamasa de Nueva Delhi, imipenemasa alemana y la metalobetalactamasa de San Pablo.^{23,26,27}

1.2.4 Tetraciclinas

Son antibióticos bacteriostáticos de amplio espectro que atraviesan la membrana externa por difusión pasiva a través de las porinas y por transporte activo por medio de bombas; al llegar al citoplasma se unen reversiblemente a la subunidad ribosomal 30S e inhiben la síntesis de proteínas, ya que bloquean la unión del aminoacil del ARN (ácido ribonucleico) de transferencia al sitio de unión en la subunidad 30S. Incluyen la clortetraciclina, oxitetraciclina, tetraciclina, metaciclina, doxiciclina, minociclina y la tigeciclina, la primera glicilcilina. Tienen mayor actividad contra Gram positivos que a los Gram negativos; son eficaces contra *Haemophilus ducreyi*, *Vibrio cholerae* y *vulnificus*, *Campylobacter jejuni*, *Helicobacter pylori*, *Yersenia pestis* y enterocolitica, *Francisella tularensis*, Rickettsia, Chlamydia, *Borrelia recurrentis* y *burgdorferi* y *Treponema pallidum* y *pertenue*.^{18,19}

1.2.5 Aminoglucósidos

Son antibióticos bactericidas que derivan de actinomicetos; son utilizados contra bacilos gramnegativos aerobios y micobacterias. Incluyen la gentamicina, kanamicina, estreptomycin, neomicina, tobramicina, netilmicina y paramomicina. Su mecanismo de acción es inhibir la síntesis de las proteínas por medio de la unión con proteínas ribosomales de la subunidad 30S. Al realizar esta acción interfieren el inicio del complejo de la formación de péptidos, causan una lectura errónea del mRNA (ácido ribonucleico mensajero) causando la creación de aminoácidos incorrectos y disgregación de polisomas en monosomas no funcionales. La actividad contra los bacilos Gram negativos es notoria, sin embargo, se ha visto que la kanamicina y la estreptomycin tienen un alcance más limitado contra estas bacterias, y en general contra las Gram positivas.^{18,19,28}

El grupo de los aminoglucósidos tienen dos funciones que han llamado la atención: el efecto posantibiótico, donde el fármaco inhibe el crecimiento bacteriano después del tiempo de aplicación o exposición en cantidades por arriba de la concentración mínima inhibitoria, por lo que pueden ser usados una vez al día sin que este pierda sus efectos contra las bacterias y la aniquilación dependiente de concentración, donde a mayor concentración del fármaco, mayor será la cantidad de bacterias elimine. Estos, al ser usados junto a antibióticos con actividad contra la pared bacteriana, tienen sinergia. El uso prolongado de esta familia de medicamentos ha mostrado nefrotoxicidad y ototoxicidad y se manifiesta como aumento en los niveles de creatinina por aumento en sus concentraciones y por la disminución de esta a nivel renal y con aparición de acúfenos, vértigo y ataxia.^{18,28,29}

Los principales mecanismos por los cuales se ha documentado resistencia hacia los aminoglucósidos son: inactivación del antibiótico por enzimas, adenilación, acetilación y fosforilación, baja afinidad por el ribosoma 30S, eliminación de la proteína del receptor y baja penetración de la pared bacteriana.²⁸

1.2.6 Sulfonamidas

Son antibióticos bacteriostáticos que, por su estructura química, son similares al ácido p-aminobenzoico (PABA), ya que derivan de la para-aminobencensulfonamida. Estos inhiben a la dihidropteroato sintasa, el cual incorpora las PABA en el ácido dihidropteroico que se convierte finalmente en ácido fólico. Estos solamente serán sensibles a las bacterias que deben sintetizar su propio ácido fólico. En esta familia se incluyen al sulfametoxazol, sulfisoxazol, sulfadiazina y sulfadoxina para uso sistémico, sulfacetamida, sulfadiazina de plata y mafenida para uso tópico. La mayoría de sulfonamidas se utilizan con otros antibióticos, ya que muchas especies son ya resistentes a esta familia de antibióticos. Están indicadas contra los Gram positivos y negativos, *Nocardia*, *Klebsiella granulomatis* y parásitos.^{14,18,19}

Los mecanismos de acción más importantes que se generan son por mutaciones aleatorias o por plásmidos, alteración de la permeabilidad de las moléculas del antibiótico, sobreproducción de PABA y producción de la dihidropteroato sintasa con una afinidad disminuida a las sulfonamidas.¹⁸

Un antibiótico muy relacionado con las sulfonamidas es el trimetoprim, un antibiótico que inhibe el dihidrofolato reductasa, el cual forma parte de la vía para la síntesis de ácido fólico y se usa generalmente, junto al sulfametoxazol, para crear sinergia y afectar los dos pasos para la creación del ácido fólico y posteriormente la síntesis de purinas y ADN (Ácido desoxirribonucleico). Puede ser usado contra *Pseudomona aeruginosa*, *Bacteroides fragilis* y enterococos. Actualmente, el trimetoprim junto al sulfametoxazol se usan empíricamente para infecciones del tracto urinario, infecciones en las vías respiratorias superior e inferior y en infecciones gastrointestinales por shigelosis.^{19,30}

1.2.7 Quinolonas

Las quinolonas son antibióticos sintéticos empleados en el tratamiento de infecciones, tanto contra bacterias Gram positivas como Gram negativas. La función de esta familia de antibióticos, es inhibir las enzimas bacterianas topoisomerasa IV y ADN girasa, dando como resultado el bloqueo de la síntesis de ADN bacteriano, debido a que ambas enzimas forman parte del superenrollamiento del ADN y de la separación del ADN cromosómico durante la división celular. En el caso de las Gram positivas, el principal objetivo de las quinolonas es la topoisomerasa IV y en las Gram negativas es el ADN girasa. La primera quinolona, el ácido nalidíxico, se descubrió debido a la búsqueda de nuevos medicamentos contra la malaria y posteriormente, en 1967 se utilizó para el tratamiento de infecciones del tracto urinario. Al modificar la estructura del ácido nalidíxico se descubren las fluoroquinolonas, como la norfloxacin, ciprofloxacina, moxifloxacina, norfloxacin, ofloxacina y levofloxacina, entre otros. La familia de las quinolonas se usa para infecciones del tracto urinario no complicadas

y también para las complicadas, infecciones de transmisión sexual por *Clamidia tracomatis* y *Haemophilus ducreyi* en prostatitis e infecciones gastrointestinales. Son efectivas contra la diarrea del viajero, infecciones respiratorias por *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* y otros atípicos y en osteomielitis crónica.^{18,19}

La resistencia de las fluoroquinolonas se debe en gran parte a mutaciones en los genes cromosómicos en el sitio de unión de la enzima y el fármaco; y por los cambios en la membrana que dificultan la permeabilidad hacia el antibiótico, principalmente en bacterias como *pseudomonas* y estafilococos. En los últimos estudios se ha descubierto el papel que los plásmidos pueden tener, ya que estos pueden transferir los genes de un sitio a otro. Por ejemplo, se determinó que el plásmido pMG252 tenía la proteína QnrA (Quinolone resistance gene A), que le da resistencia a la ciprofloxacina en muestras aisladas de *Klebsiella pneumoniae* uniéndose al complejo ADN-Topoisomerasa. Posteriormente se descubrieron otras proteínas como la QnrB (Quinolone resistance gene B) y QnrS (Quinolone resistance gene S).³¹

A pesar de los mecanismos de acción de los antibióticos, la resistencia bacteriana a estos compuestos ha aumentado año tras año y se ha convertido en un problema para la salud de todos los países del mundo, según la OMS. El uso inadecuado de estos medicamentos ha provocado que los mismos microorganismos puedan desarrollar diferentes mecanismos de resistencia que se expondrán en el siguiente capítulo.³²

CAPÍTULO 2. RESISTENCIA BACTERIANA

SUMARIO

- **Mecanismos de resistencia**

La resistencia antibacteriana se puede definir como la capacidad intrínseca o adquirida que tiene una bacteria de resistir los efectos de los antibióticos, por medio de mecanismos causados por mutaciones y/o selección natural. Como causas principales encontramos el uso excesivo de antibióticos por enfermedades mal diagnosticadas, al corto uso de las dosis de estos medicamentos y a la falta de nuevos antibióticos por las empresas farmacéuticas.³²

Hay dos tipos de resistencia en las bacterias, la natural o intrínseca y la adquirida. Es importante conocer estos tipos de resistencia, ya que en el caso de la natural se debe evitar el uso de antibióticos en bacterias que presenten naturalmente resistencia a dicho medicamento; mientras que en el caso de la resistencia adquirida, la bacteria ha entrado en un proceso adaptativo para lograr un cambio en la respuesta hacia un antibiótico o grupo de antibióticos por medio de cambios en el membrana plasmática al reducir su permeabilidad, bomba de flujos, inactivación de enzimas, cambio en los sitios de unión y finalmente, cambios en su material genético o transferencia de material genético entre las mismas bacterias.^{32,33}

2.1 Mecanismos de resistencia

Existen diversos mecanismos que las bacterias generan para hacer resistencia hacia los antibióticos:

La creación de biopelículas o biofilms en la región extracelular de la bacteria, inician la formación de colonias que se adhieren entre ellas por medio de las EPSs (*Extracellular polymeric substances*) que facilitan la agregación de las bacterias en un sitio que, al establecerse en dicho lugar, secretan polisacáridos, ácidos nucleicos y proteínas que forman la biopelícula que protege no solamente a la bacteria de los antibióticos, sino de la luz ultravioleta, deshidratación y la fagocitosis.^{32,34}

Sistema Quorum Sensing (QS) que se encuentra en las comunidades bacterianas de la misma especie o incluso entre especies distintas. Crean señales químicas en diferentes etapas del desarrollo para la regulación de la expresión génica en función a su densidad celular o por medio de señales entre las bacterias de una colonia que favorezcan el desarrollo de toda la población.^{32,35}

Disminución de la permeabilidad de las membranas, que aparte de dar forma a la bacteria, se encarga del intercambio de diversos compuestos hacia el interior. Está compuesta por la pared celular bacteriana y la membrana externa en los Gram negativos. Es por ello, que las bacterias han realizado cambios en la estructura de las membranas para impedir la entrada

de los antibióticos hacia el interior del citoplasma. Uno de estos mecanismos es modificar el tamaño y cantidad de las porinas. Estas estructuras son proteínas que constituyen canales por donde ingresa agua y moléculas hidrofílicas en la membrana externa de las bacterias Gram negativas, necesarias en el mecanismo de acción de los betalactámicos y fluoroquinolonas.³²

Otro mecanismo importante, es la creación de bombas de e-flujo que funcionan expulsando el antibiótico desde el espacio intracelular de la bacteria, debido a la formación de proteínas en las membranas de las bacterias que facilitan la salida. Existen dos grandes grupos según el sistema de expulsión que utilizan las bacterias: la ABC (*ATP Binding Casette*), el cual utiliza la energía del ATP (*Adenosin Triphosphate*) y de la hidrólisis para poder expulsar los antibióticos; el segundo grupo se basa en el uso de la fuerza móvil de protones y luego el antiporte protón/droga más la energía de la membrana por su potencial electroquímico para dar salida al flujo de los antibióticos. En este último se encuentran cinco familias: MATE (*Multimicrobiana Toxical Extrusion*), MFS (*Major Facilitator Super Family*), RND (*Resistance Nodulations Cell Division*), SMR (*Small Multidrug Resistance*) y MET (*Multidrug Endosomal Transport*).^{32,35,36}

Inactivación de la sustancia por medio de enzimas bacterianas, las cuales hidrolizan el antibiótico al sustituir moléculas, en la parte externa del antibiótico, por grupos adenil, fosforil o acetil; logran cambios en la estructura de este y hacen que pierda sus capacidades, ya que la molécula activa del antibiótico no logra adherirse a su sitio de unión. Uno de los ejemplos más frecuentemente hallados son las betalactamasas que hidrolizan el anillo betalactámico y, por ende, son capaces de romper el anillo al desactivar las propiedades del antibiótico. Existen cuatro clases de betalactamasas según las secuencias de los aminoácidos y sus enzimas: clase A son penicilinasas y carbapenemasas; la clase B, betalactamasas; clase C, cefalosporinasas y clase D, las oxacilinasas. Existen las betalactamasas de espectro extendido (BLEE) que se han reportado principalmente en cepas de *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *enterobacterias*, *Pseudomona aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii*. Entre las clases más frecuentemente halladas están las TEM, SHV y CTX-M.^{32,33}

Al mencionar los mecanismos de resistencia en la región intracelular, encontramos los cambios en el potencial redox o potencial óxido-reducción, en donde una molécula pierde (reducción) o gana (oxidación) electrones, inactivando los antibióticos. Un ejemplo de este mecanismo es la oxidación de la tetraciclina por parte de la enzima TetX en *Streptomyces virginiae*, que produce su propio antibiótico, la virginamicina M1; esta reduce el grupo cetona a alcohol en el antibiótico y se protege de su propio antibiótico. Se menciona que también por medio de enzimas, catalogadas como transferasas, se pueden desactivar los antibióticos al sustituir moléculas por medio de enzimas fosforiltransferasa, adeniltransferasas, nucleotidiltransferasas y acetiltransferasa, al agregar grupos fosforil, adenil o acetil en la parte

externa de la estructura de los antibióticos, principalmente en aminoglucósidos, cloranfenicol, estreptogramina, macrólidos o rifampicina.³⁵

Modificación genética del ADN, las bacterias pueden mutar genéticamente, activar los genes reguladores y de transcripción global, por medio de mecanismos como transferir el ADN que se encuentra en el espacio extracelular a partir de otras bacterias muertas, en un proceso llamado transformación transducción. Este consiste en transferir el material genético de una a otra bacteria, por medio de los bacteriófagos; y la transposición donde se transfiere un transposón de una a otra bacteria y conjugación cuando existe intercambio entre dos bacterias por contacto físico.^{35,37}

CAPÍTULO 3. RESISTENCIA BACTERIANA EN EL MUNDO

SUMARIO

- **Resistencia bacteriana en el mundo según la OMS**
- **Resistencia bacteriana en los animales**

Según la OMS, se registran 700 mil casos de resistencia antimicrobiana cada año en todo el mundo; según estas cifras, para el año 2050 la resistencia antimicrobiana ocasionará 10 millones de muertes en todo el mundo por año. Teniendo en cuenta estas cifras, se ha agrupado este problema, junto a la crisis económica mundial y a la proliferación de armas de destrucción masiva como riesgos en el Foro Económico Mundial de 2013. En este evento, se discutió sobre el impacto que podía tener el aumento de la resistencia antimicrobiana a los medicamentos, y cómo puede afectar al sector económico del mundo. El impacto que puede tener este problema a largo plazo es grande; un ejemplo son las estimaciones que han propuesto que el PIB (Producto Interno Bruto) de la mayoría de los países del mundo, puede disminuir en 0.4% y 1.6%.³⁸

3.1 Resistencia bacteriana en el mundo según la OMS

La resistencia bacteriana es un problema que está afectando a todas las regiones del mundo incluso la Antártida, un continente poco explorado y habitado por su inhóspito clima, se ha visto afectada por este problema y se han encontrado genes relacionados a resistencia a antibióticos como las sulfonamidas, tetraciclina, macrólidos, estreptomicina, meticilina, carbapenémicos y betalactámicos. Se encontró que existe una relación entre la resistencia a los antibióticos y a metales pesados en cepas provenientes de este lugar.^{3, 38}

El Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos se basa en cinco objetivos formulados en la Asamblea Mundial de la Salud, que se realizó en 2015 como respuesta a la creciente problemática. Fueron planteados cinco objetivos que requieren el trabajo conjunto de varios sectores para la toma de decisiones, con la finalidad de garantizar el tratamiento y prevención de enfermedades. Para lograr un cambio en la población se ha propuesto a la educación y la conciencia de los ciudadanos como herramienta principal para cumplir dicho propósito. Incluyen no solamente a la población que usa estos medicamentos sino a todo el personal de salud, personal relacionado a las industrias de la agricultura y productos derivados de animales, por medio de capacitación al personal de los sectores mencionados, junto a una educación en el sitio escolar para la población en general.^{3,39,40.}

En segundo lugar, se prioriza la investigación de la resistencia antimicrobiana de los patógenos y su distribución geográfica por parte de los gobiernos, organizaciones académicas y de salud para generar y recolectar conocimientos a partir de la investigación, para posteriormente aplicarlos en la práctica sobre la prevención y tratamiento de la resistencia

antimicrobiana. Entre los puntos que mencionan para la investigación de datos están la búsqueda de la incidencia y prevalencia de las bacterias, el proceso de contaminación del medio ambiente, de los alimentos y el agua por bacterias resistentes; comprender y describir rápidamente los mecanismos de resistencia, promocionar los estudios sobre los tratamientos y prevención en lugares de bajos recursos; compartir información que ayude a la elaboración de nuevos tratamientos y métodos diagnósticos, determinar los costos de la resistencia a los antibióticos y los beneficios económicos que puedan generar la implementación de este Plan.^{3,39,40}

El uso de las medidas de higiene y de prevención de enfermedades por medio de acciones como el lavado correcto de manos, consumo de alimentos limpios y agua potable, así como inmunización de las personas por medio de la vacunación puede reducir la resistencia al prevenir enfermedades que dependan de tratamiento antibiótico para su curación al disminuir las infecciones víricas que son tratadas erróneamente con antibióticos, así como sobreinfecciones que son tratadas con antibióticos y la creación de nuevas vacunas para el tratamiento de enfermedades donde el porcentaje de resistencia de las bacterias es alto. El objetivo 3 menciona las medidas de prevención que se deben tomar en la industria ganadera y agricultura. El uso de antibióticos por parte de este sector económico va en aumento para satisfacer las demandas mundiales de alimentación. La mayoría de veces se usa de mala manera, para la prevención de enfermedades, tratamiento de las enfermedades y en el crecimiento y desarrollo del ganado, lo cual aumenta la probabilidad de resistencia en las bacterias de los animales y la contaminación de estos microorganismos en los alimentos.^{3,39,40}

La resistencia a los antibióticos ha aumentado por su uso inadecuado y excesivo de, por su fácil acceso sin receta y por la demanda mundial de alimentos. En países en vías de desarrollo, la regulación de los antibióticos es ineficiente. Al no aplicar las normas o leyes, las personas obtienen medicamentos sin receta médica, se comercializa antibióticos de mala calidad, hay mal seguimiento del personal de salud a los pacientes que son recetados con antibióticos al tener los servicios de salud colapsados y no contar con métodos diagnósticos efectivos para el tratamiento objetivo de enfermedades infecciosas. El escaso control de los sectores de la agricultura con el uso de antibióticos promueve la aparición de resistencia por el mal uso de los mismos en las personas y en los animales.^{3,39,40}

Por último, se enfatiza la necesidad de invertir económicamente, analizar las consecuencias económicas que pueden esperarse si no se realiza ninguna acción contra la resistencia antibacteriana, ya que los estudios económicos sobre la resistencia a los antibióticos son elaborados en países desarrollados, y a pesar de su alto avance en estudios, son escasos. A esta falta de inversión económica se agrega la falta de la implementación y

desarrollo de nuevos medicamentos, debido a que es una mala opción en el ámbito de los negocios para las farmacéuticas.^{39,40}

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta es el uso de los antibióticos en otros sectores como la ganadería y agricultura, donde se utilizan a gran escala y propician la aparición de cepas resistentes por selección natural. En la mayor parte de casos, el uso masivo de antibióticos en el sector agrícola es para aumentar la producción ganadera, al usarlos como sustancias para estimular y aumentar el crecimiento en los animales, para prevenir infecciones y tratar enfermedades en la ganadería. Esta industria utiliza antibióticos que tienen mecanismo de acción idénticos a los utilizados en seres humanos. Por esta razón, los alimentos pueden ser transmisores de estas cepas de bacterias que han estado expuestas a estos antibióticos en infradosis, provocar que las personas contraigan infecciones por patógenos resistentes y que puedan contagiar a otras personas.^{41,42}

3.2 Resistencia bacteriana en los animales

En 2007 se crea un nuevo término por la American Veterinary Medicine Association, (AVMA), enfocado en la prevención y el tratamiento de las enfermedades en animales y humanos bajo el lema “*una medicina/one health*”. El término está orientado en la integración de los sectores de salud humana, ambiental y veterinaria. Un año después, la OMS, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) tomaron el lema “Una salud” para trabajar conjuntamente sobre la salud a nivel multisectorial. Abordaron temas de interés global como el control de enfermedades zoonóticas, la inocuidad de los alimentos y la resistencia a los antibióticos como una emergencia para la salud mundial. Para esta problemática se formularon tres objetivos principales: la efectividad de los antimicrobianos para el tratamiento de enfermedades infecciosas en humanos y animales, el uso correcto y responsable de los antimicrobianos en humanos y animales y el acceso a antimicrobianos de buena calidad. Para cumplir con estos objetivos se formuló como estrategia principal la creación de sistemas de vigilancia interconectados para el monitoreo de la resistencia a los antimicrobianos, para posteriormente notificar a las dependencias correspondientes la información colectada y tomar acciones conjuntas. Un ejemplo es la Red Mundial de Infecciones Transmitidas por los Alimentos, creada en 2011 por el Departamento de Inocuidad de los Alimentos, Zoonosis y Enfermedades de Transmisión Alimentaria de la OMS.^{43,44}

En un artículo de 2016, Marc Lipsitch y George Siber describieron cómo la vacunación puede disminuir la resistencia a los antibióticos, tomando como ejemplo el caso de *Haemophilus influenzae* tipo b. Desde que se implementó masivamente en Estados Unidos en 1990 la vacunación contra esta bacteria, los casos de meningitis, bacteriemia, neumonía y epiglotitis causadas por dicha bacteria han desaparecido. Para ese año, se documentó la resistencia de este microorganismo hacia ampicilina, por lo que se inició el uso de antibióticos

de amplio espectro para el tratamiento de las infecciones, situación que no pasó a más en los siguientes años debido a la vacunación, ya que no disminuyó el uso de antibióticos para el tratamiento de esta enfermedad.⁴⁵

La vacunación contra enfermedades causadas por virus, como el de la influenza, redujo enormemente (en un 60%) el uso de antibióticos para el tratamiento de síntomas respiratorios, según un estudio canadiense. Actualmente es un reto la implementación de nuevas vacunas hacia las bacterias que provocan infecciones nosocomiales, como *P. aeruginosa*, *Klebsiella* y *E. coli*, las cuales estarían enfocadas en las proteínas de superficie, toxinas, adhesinas, etc. Para ese año, había cuatro vacunas en ensayos clínicos contra *S. aureus*, *Clostridium difficile*, *P. aureginosa* y *Candida*.⁴⁵

En 2015 fue creado el Sistema Mundial de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos (GLASS: *Global Antimicrobial Resistance Surveillance System*) en la 68 Asamblea de la OMS, con el fin de promover la creación de sistemas de vigilancia para recabar información, analizar la información colectada y compartirla, detectar la resistencia de algún microorganismo, establecer programas para la prevención y control de resistencia. También promueve, junto a los centros regionales de cada país, la capacitación técnica para el manejo de los medios que forman parte de la recopilación de información. La etapa de implementación temprana de este sistema abarcó el periodo de 2015 al 2019. Durante el mismo se propuso implementar el sistema de vigilancia a la mayor cantidad de países; en 2017 eran 40 países involucrados, para dar los lineamientos y brindar apoyo técnico sobre cómo establecer los sistemas de vigilancia en cada país. En Latinoamérica, región que será tratada en el siguiente capítulo, se crea la Red Latinoamericana de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos (ReLAVRA) para el monitoreo de la resistencia de las bacterias en 1996.

46,47

CAPÍTULO 4. RESISTENCIA BACTERIANA EN LATINOAMÉRICA

SUMARIO

- **Historia de la resistencia bacteriana en Latinoamérica**
- **Resistencia antimicrobiana de las principales bacterias en Latinoamérica**
- **Resistencia antimicrobiana por país en Latinoamérica**

Latinoamérica es una región conformada por países que tienen como lengua oficial el español y el portugués. Se caracteriza por una gran diversidad geográfica, biológica, climática, económica, etc. La mayoría de países son calificados como países en vías de desarrollo. Por su contexto histórico están catalogados como países pobres con servicios básicos (agua potable, luz, vivienda, salud, etc.) de difícil acceso, principalmente en las regiones más alejadas de las urbes. A esto se suma la inestabilidad sociopolítica que se vive en algunos países por la falta de dichos servicios.⁴⁸

4.1 Historia de la resistencia bacteriana en Latinoamérica

Según predicciones realizadas en el 2016, la mortalidad causada por la resistencia antimicrobiana en 2050 cobrará la vida de al menos 392 000 personas en América Latina y 317 000 personas en América del Norte. Por el impacto que puede tener a largo plazo, en el 2015 se estableció el Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos con la idea de formular políticas contra la resistencia antimicrobiana; en el caso de los países de Latinoamérica, la mayoría adoptó nuevas políticas de salud pública.⁴⁹

Para la región de Latinoamérica, en 1996 se creó la Red Latinoamericana de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos (ReLAVRA). Esta, es una entidad conformada por una serie de laboratorios de microbiología para la obtención de información fiable, pertinente y reproducible sobre la resistencia de microorganismos adquiridos en la comunidad y en los hospitales —en un inicio, microorganismos nosocomiales y de la comunidad— por iniciativa de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Actualmente, ReLAVRA está constituida por laboratorios en México, República Dominicana, Cuba, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador, Bolivia, Chile, Brasil, Uruguay, Argentina y Paraguay; estos están representados, a su vez, por un laboratorio de referencia. Coordinan sistemas de entrenamiento por medio de capacitaciones, apoyo técnico y conceptual a todos los laboratorios de la red nacional de cada país.^{49, 50}

La información recopilada por los laboratorios que integran dichas redes nacionales es enviada al laboratorio de referencia para su posterior análisis. Luego se realizan estudios e informes de la resistencia antimicrobiana de cada periodo, así como del uso de antibióticos

en el tratamiento empírico de infecciones. El laboratorio de referencia de cada país envía la información a las instituciones de salud encargadas para que estas, a su vez, la envíen a la Plataforma de Información en Salud de las Américas (PLISA).^{49,50,51}

La resistencia antimicrobiana en la región de las Américas ha ido en aumento en los últimos años. Como ejemplo, se ha observado un aumento en la resistencia a los carbapenémicos de *Klebsiella pneumoniae*, que ha alcanzado un porcentaje del 21% desde 2014. También se encontró que *Staphylococcus aureus* es uno de los patógenos frecuentemente aislados en laboratorio, y se llegó a encontrar que más del 25% de las muestras eran resistentes a la metilicina.^{49,50}

Por tanto, en 2015 la OMS organizó el Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos en el cual, los países miembros acordaron implementar políticas públicas y planes para la contener al *Staphylococcus aureus* resistente a la metilicina (SARM). Entre los planes se fijaron cinco estrategias: educación y conciencia, vigilancia y búsqueda, prevención de la infección y control, uso apropiado de antimicrobianos y desarrollo sustentable de la investigación.^{50,51}

Para finales del 2019, el 83% de los países miembros de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) había tenido avances en el desarrollo de planes contra el SARM. En 2018, se realizó el Taller Multinacional para Fortalecer la vigilancia de la resistencia a los antimicrobianos en el Caribe por parte de OPS, para promover la colaboración entre naciones de esa región de Latinoamérica e intensificar los sistemas de vigilancia, ya que solamente dos países de esa región forman parte de ReLAVRA.^{3,49,51}

Debido a esta situación tan alarmante, se han creado documentos, guías, manuales y otros para la prevención de las infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS), que comúnmente reportan mayores porcentajes de resistencia. Uno de ellos, publicado en 2017 como respuesta de la intensa campaña realizada por OPS según el Plan de Acción Mundial contra la resistencia antimicrobiana, detalla los métodos y acciones a seguir para evitar la transmisión de estas infecciones en las personas ingresadas, siempre en el contexto de Latinoamérica, donde la escasez de recursos vitales (como el agua), da pie al uso de otras herramientas para la limpieza de las manos.^{52,53}

Otro manual, publicado en 2019, muestra las acciones y las estrategias para la correcta vigilancia de enterobacterias que son resistentes a los carbapenémicos, tanto en los centros de atención en salud como en las personas portadoras de estas bacterias en la comunidad.^{52,53}

4.2 Resistencia antimicrobiana de las principales bacterias en Latinoamérica

La resistencia de *S. aureus* a la meticilina estuvo entre el 46 y 62%, según datos recabados en seis países de la región durante el 2012. Además, la variante de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina USA300 es una cepa de *S. aureus* muy ligada al turismo y a los viajes internacionales. Desde su descubrimiento en Estados Unidos en 1999, se ha convertido en una bacteria endémica en países latinoamericanos como Venezuela, Colombia y Ecuador. Según un estudio publicado en 2012 por *Assesing Worldwide Antimicrobial Resistance Evaluation (AWARE)*, el 83% de muestras de *S. aureus* meticilina resistentes fue sensible a la ceftarolina, una de las cefalosporinas de última generación, y también la tigecilina, con 99% de sensibilidad contra esta bacteria. En Latinoamérica, la variante más común de *Streptococcus pneumoniae* es la 19A y la prevalencia de cepas resistentes a penicilina en esta región ha sido del 12,8%.^{54,55,56}

La actividad de *K. pneumoniae* hacia las cefalosporinas de tercera generación en Latinoamérica ha ido en aumento. En 2005, la resistencia hacia esta familia de antibióticos estaba entre 45-53% de resistencia; mientras que la investigación *Study for Monitoring Antimicrobial Resistance Trends* encontró que el 71,7% de las muestras de *K. pneumoniae* tenía genes de betalactamasas de amplio espectro en Latinoamérica. El aumento de la resistencia de *K. pneumoniae* a los carbapenémicos inició en 1996 en Carolina del Norte, cuando se detectó la primera carbapenemasa de *P. pneumoniae* (KPC); a partir de esa fecha se ha extendido en todo el mundo. En Latinoamérica se reportó en Colombia a finales de los 2000 en pacientes que no habían viajado. Países como Argentina, Brasil, Ecuador y Uruguay incluso han detectado a las KPC en bacterias nosocomiales como *E. coli*, *Pseudomonas spp.*, *Enterobacter spp.*, *S. marcescens* y *K. oxytoca*. Brasil es el país que reportó la mayor prevalencia de estas cepas resistentes a los carbapenémicos en Latinoamérica, principalmente la variante CC258K.^{57,58,59}

Escherichia coli tuvo una resistencia entre el 11-25% hacia las cefalosporinas de tercera generación reportada en 2005, la causa de multirresistencia está dada principalmente por betalactamasas, lo cual ha provocado que el 50% de las muestras sean resistentes a dos o más familias de antibióticos. En un estudio realizado en Colombia en 2014, se determinó que la resistencia de *E. coli* en pacientes con infecciones urinarias a ampicilina era del 61%; ácido nalidíxico y trimetoprim sulfametoxazol en 48% y ciprofloxacina en 42%.⁶¹

En Argentina se realizó un estudio para determinar el porcentaje de la resistencia entre las infecciones urinarias por esta bacteria relacionadas a los servicios de salud y las infecciones adquiridas en la comunidad. Se concluyó que las infecciones relacionadas a los sistemas de salud se encontraban con 49% de multirresistencia a los antibióticos en comparación con las infecciones adquiridas en la comunidad, con el 10%. En Argentina, durante el 2016 se reportan los primeros casos de aislamientos del gen mcr-1 que confiere

resistencia a la colistina. En este estudio se logró la detección mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y método de Sanger, el gen *mcr-1* en 9 muestras de *E. coli* de 28 en total. Cinco de las muestras aisladas pertenecían a igual número de pacientes con infecciones severas.^{61,62}

El gen MCR-1, responsable de la resistencia a la colistina, se aisló en la región de Latinoamérica por primera vez en cepas de nueve pacientes en Argentina, que fueron tomadas entre 2008 y 2016, según datos del Servicio Antimicrobianos del INEIANLIS “Dr. Carlos G. Malbrán”. Más tarde, entre 2012-2013 se realizó un monitoreo en muestras tomadas de turistas provenientes de Países Bajos que habían viajado a diferentes partes del mundo (principalmente asiáticos y sudamericanos), donde se detectó este gen en aislados de *E. coli*. En 2016 se emitió una alerta epidemiológica por parte de OPS para incrementar la vigilancia de bacterias, principalmente enterobacterias, que puedan ser portadoras del gen *mcr-1*.^{54,60,61,62}

Acinetobacter baumannii ha presentado un incremento en la resistencia hacia los carbapenémicos debido a cepas productoras de carbapenemasas transmitidas principalmente por plásmidos en el ambiente hospitalario. En general, *A. baumannii* es una bacteria que solamente afecta a los pacientes inmunodeficientes o graves, que estén bajo ventilación mecánica invasiva, ingreso en las Unidades de Cuidado Intensivo (UCI) por mucho tiempo. El principal mecanismo de resistencia es la producción de betalactamasas. En 20 años, *A. baumannii* ha incrementado la resistencia hacia imipenem en Latinoamérica. Ha llegado a ser considerada como la bacteria que tiene los porcentajes de resistencia a los carbapenémicos más alta del mundo, con un porcentaje entre 1 al 90% (Centroamérica reporta los porcentajes más bajos, mientras que Argentina/Brasil los más altos). La resistencia de las carbapenemasas por *A. baumannii* fue descrita en Latinoamérica a partir del descubrimiento de la carbapenemasa ARI-1 (posteriormente llamada OXA-2324) y que se ha extendido en todos los países de Latinoamérica. Actualmente, OXA-23 es la carbapenemasa que tiene mayor predominio en el área.^{63,64}

Pseudomona aeruginosa es uno de los principales microorganismos asociados en las infecciones nosocomiales. Por la capacidad innata de sobrevivir en entornos difíciles y sus mecanismos de resistencia, ha sido catalogada como una de las bacterias con mayor dificultad en su control intrahospitalario. Entre las enzimas que produce *Pseudomona aeruginosa* para inactivar a los antibióticos están: betalactamasas, betalactamasas de espectro extendido, metalobetalactamasas y oxacilinasas. Según un estudio de 2020, se estableció que la mortalidad disminuía en un 50% al utilizar un adecuado tratamiento intrahospitalario en las primeras 48 horas contra uno empírico, ya que la elección del tratamiento inicial contra la infección por *P. aeruginosa* en Latinoamérica son los carbapenémicos.^{65,66}

Las cepas con betalactamasas de espectro extendido se han distribuido enormemente en todas las regiones del mundo y ha aumentado la mortalidad por esta bacteria en comparación con cepas que no tienen el codificador de betalactamasas de espectro extendido. La resistencia de esta bacteria es influenciada directamente por un tratamiento antimicrobiano previo, ya que puede aumentar su resistencia si se han utilizado varias familias de antibióticos.^{65,66}

Para estandarizar los conceptos relacionados con la resistencia antibacteriana en Latinoamérica, en 2019 la OPS publicó un estudio donde realiza un consenso a nivel Latinoamericano para definir las bacterias multirresistentes, ya que los consensos existentes sobre la definición de la multirresistencia en el mundo se han publicado en Europa y Norteamérica. Por esa razón son importantes los criterios para definir la multirresistencia en Latinoamérica, donde la mayoría de sistemas de salud son diferentes a los de los países de las regiones mencionadas.^{67,68}

La multirresistencia se define como la presencia de al menos tres grupos de antibióticos con reporte de resistencia en las muestras aisladas, término bastante similar a un estudio realizado por Magiorakos et al. En dicho consenso solamente se mencionaron las enterobacterias, que son mayormente reportadas en las infecciones nosocomiales, como *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* y *Pseudomonas aeruginosa*, las cuales pueden diseminarse en el ambiente hospitalario y resistir a los mecanismos de limpieza/desinfección.^{67,68}

4.3 Resistencia antimicrobiana por país en Latinoamérica

México

Al revisar la base de datos de la OPS no se encontraron datos sobre la resistencia antimicrobiana. Los datos presentados en este trabajo, son del Programa Universitario de Investigación en Salud que elaboró el Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana (PUCRA) para 2018. El porcentaje de resistencia de las muestras de *Escherichia coli* para 2017-2018 fue del 87% para ampicilina, 2% para amikacina, 21% para piperacilina tazobactam, 66% para las cefalosporinas cefepime y ceftriaxona, 0% para los carbapenémicos y 67% para la ciprofloxacina. Para las muestras de *Staphylococcus aureus*, el promedio porcentual de resistencia a ciprofloxacina fue 32%, gentamicina fue del 9%, clindamicina del 31%, eritromicina del 34%, linezolid del 0%, oxacilina del 23%, trimetoprim sulfametoxazol del 5% y rifampicina y vancomicina del 0%. *Klebsiella pneumoniae* tuvo un porcentaje promedio de resistencia a ampicilina del 100%, amikacina del 6%, piperacilina tazobactam del 25%, las cefalosporinas de tercera generación (cefepime y ceftriaxona) del 67%, ertapenem del 0%, meropenem del 3% y ciprofloxacina del 46%.⁶⁹

Las muestras recolectadas de *Enterobacter cloacae* mostraron un promedio de resistencia a amikacina del 2,5%, piperacilina tazobactam del 25%, cefepime del 16%, ceftriaxona del 34%, ertapenem del 0%, meropenem del 5% y ciprofloxacina del 10%. *Acinetobacter baumannii* reportó un promedio de resistencia a ampicilina del 100%, a amikacina del 48%, ampicilina sulbactam del 54%, piperacilina tazobactam del 50%, cefepime del 78%, ceftazidime del 52%, meropenem del 54% y ciprofloxacina del 66%. Mientras que para *Pseudomona aeruginosa*, el promedio porcentual de resistencia fue para amikacina del 20%, piperacilina tazobactam del 20%, cefepime del 23%, ceftazidime del 22%, meropenem del 28% y ciprofloxacina del 20%.⁶⁹

Guatemala

Los resultados obtenidos de la OPS muestran las cuatro especies de bacterias nosocomiales que se estudiaron en Guatemala durante los años 2016 a 2019. En promedio, el porcentaje de resistencia de *Acinetobacter baumannii* a amikacina fue del 63%, a ceftazidime del 89%, cefepime del 86%, imipenem del 85% y de piperacilina tazobactam del 85%. El promedio de la resistencia observada en las muestras de *K. pneumoniae* fue para ciprofloxacina del 53%, ceftriaxona de 79%, gentamicina del 67%, imipenem del 31% y de piperacilina tazobactam del 43%. En *Pseudomona aeruginosa* para los años 2016 a 2019 se observó un promedio de resistencia a amikacina en 35%, ceftazidime en 39%, ciprofloxacino en 42%, imipenem en 52%, meropenem (solamente 2019) en 71% y piperacilina tazobactam en 41%.⁷⁰

Honduras

Los resultados de las muestras de resistencia antibacteriana en Honduras son del periodo 2016-2018, en la mayoría de casos. Del año 2018 se carece de información sobre la resistencia de la mayoría de antibióticos.⁷⁰

En el caso de *A. baumannii* se observa que el promedio general de resistencia antibiótica para la amikacina del 22%, ceftazidime del 28%, cefepime del 21%, imipenem del 43%, meropenem del 15% y piperacilina tazobactam del 21%. *K. pneumoniae* tiene registrado como promedio en resistencia a ciprofloxacina 38% de las muestras, ceftriaxona con 24%, cefotaxima con 33%, gentamicina con 39%, imipenem con 22%, meropenem con 18% y piperacilina tazobactam con 13%. El promedio de resistencia de *P. aeruginosa* para 2016 a 2018 a amikacina fue del 21%. En el caso de ceftazidime fue del 32%, ciprofloxacino del 35%, imipenem del 24%, meropenem del 18% y de piperacilina tazobactam del 25%, todos estos resultados comprenden el periodo 2016 a 2017. Por último, se menciona a *S. aureus* que registró del 2016 a 2018 un promedio general de resistencia a ciprofloxacino del 39%, clindamicina del 28%, gentamicina del 31%, para los años 2016 a 2017 cefoxitim 40%, oxacilina 45% y trimetoprim sulfametoxazol del 34%.⁷⁰

El Salvador

En el periodo de 2016 a 2019 se reportó que el porcentaje promedio de la resistencia de *A. baumannii* para los carbapenémicos, meropenem e imipenem fueron de 69 y 70%, para la cefepime fue del 88% y piperacilina tazobactam del 89%. Las muestras de *K. pneumoniae* presentaron, durante el periodo 2016 a 2019, resistencia a ciprofloxacina en 52%, ceftriaxona en 85%, gentamicina en 74%, meropenem en 11%, imipenem en 11% y piperacilina tazobactam en 28%. *Pseudomona aeruginosa* tuvo un promedio en su resistencia a ciprofloxacino del 23%, imipenem del 34%, meropenem del 24% y piperacilina tazobactam del 25% en el periodo 2016 a 2019, mientras que para amikacina solo se tuvo registros en el 2017 con 21%. *S. aureus* tuvo en promedio desde el año 2016 a 2019 en resistencia hacia ciprofloxacino 57% de las muestras, clindamicina 52%, oxacilina en 57% y trimetoprim sulfametoxazol en 8%, para gentamicina solo se obtuvieron datos del 2019 con el 31% de las muestras con resistencia a este antibiótico.⁷⁰

Nicaragua

Los datos recopilados por la OPS muestran que Nicaragua registró el periodo de 2016 a 2018. Para *A. baumannii* el porcentaje promedio de resistencia a ceftazidime fue del 77%, de cefepime del 72%, imipenem y meropenem del 59 y 58% y de piperacilina tazobactam del 72%. Las muestras de *P. aeruginosa* tuvieron resistencia promedio a amikacina en 21% (reportada únicamente en el 2018), ceftazidime en 41%, ciprofloxacino en 33%, imipenem en 31%, meropenem en 29% y piperacilina tazobactam en 22%. Las muestras de *S. aureus* mostraron una resistencia promedio para ciprofloxacina del 36%, clindamicina del 35%, cefoxitim del 45%, gentamicina del 17%, oxacilina del 42% (reportada únicamente en 2018) y trimetoprim sulfametoxazol del 15%.⁷⁰

Costa Rica

Los datos de la OPS muestran que Costa Rica ingresó información de los años 2018 y 2019, de tres bacterias, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* y *S. aureus*.⁷⁰

Las muestras de *K. pneumoniae* revelaron en promedio la resistencia a ciprofloxacina del 32%, gentamicina del 27%, meropenem del 2% y de piperacilina tazobactam del 8% en los años 2018 a 2019; para cefotaxima fue del 48%, ceftriaxona del 32% e imipenem del 2% para el año 2019. *P. aeruginosa* reportó el promedio de resistencia a amikacina en 7%, ceftazidime en 14%, ciprofloxacino en 12%, imipenem y meropenem en 16% y piperacilina tazobactam en 13%. *S. aureus* tuvo una resistencia antibiótica promedio en 2018 y 2019 a ciprofloxacina en 19%, clindamicina en 21%, gentamicina en 16%, oxacilina en 50% y trimetoprim sulfametoxazol en 1; este último fue reportado únicamente en 2019.⁷⁰

Panamá

Los datos recopilados por la OPS muestran que, en Panamá, en los años 2016 a 2018, el promedio de resistencia antimicrobiana de *A. baumannii* a amikacina fue del 9%, ceftazidime del 64%, cefepime del 53%, imipenem del 63%, meropenem del 70% y piperacilina tazobactam del 71%. Las muestras de *K. pneumoniae* reportaron un porcentaje promedio de la ciprofloxacina en 40%, cefotaxima en 42%, gentamicina en 23%, imipenem en 5%, meropenem en 8% y piperacilina tazobactam en 19%. El porcentaje promedio de *P. aeruginosa* de resistencia a amikacina fue del 11%, ceftazidime 21%, ciprofloxacino del 26%, imipenem del 37%, meropenem del 30% y piperacilina tazobactam del 22%.⁷⁰

Cuba

Los datos recopilados de la OPS informan sobre la resistencia antimicrobiana de *K. pneumoniae* y *S. aureus* en los años 2016 a 2018.⁷⁰

En el caso de *K. pneumoniae* se observa que la resistencia promedio de esta bacteria a ciprofloxacino fue de 42%, ceftriaxona del 73% (únicamente en el año 2017), cefotaxima del 67% (únicamente en el 2018), gentamicina del 68%, imipenem del 41%, meropenem del 51% y de piperacilina tazobactam del 66%. Los datos de *Staphylococcus aureus* solamente están disponibles en el año 2018; el porcentaje de resistencia para ciprofloxacina fue del 67%, clindamicina del 51%, cefoxitim del 100%, gentamicina del 3% y trimetoprim sulfametoxazol del 36%.⁷⁰

En un estudio realizado en Laboratorio Nacional de Referencia de Microbiología del Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí durante los años 2017 y 2018, se reportó que la resistencia a los betalactámicos por *E. coli* fue la más alta: ampicilina 89,1%, ampicilina sulbactam 71,4%, cefotaxime 64,7% y ceftriaxona 61,3%, ceftazidime 57,1%; mientras que para los antibióticos no betalactámicos la resistencia estuvo en 80,7% para tetraciclina, 79,8% trimetoprim sulfametoxazol, 70,6% ciprofloxacina y 53,8% gentamicina.^{70,71}

República Dominicana

Datos de la OPS muestran que República Dominicana reportó durante los años 2016 a 2019 los siguientes resultados: *A. baumannii* tuvo un porcentaje de resistencia a ceftazidime en 54%, cefepime en 51%, imipenem en 30%, meropenem en 37% y piperacilina tazobactam en 48%, a excepción del 2017 cuando no se reportaron los resultados. *K. pneumoniae* tuvo un promedio en el porcentaje de resistencia a ciprofloxacino del 56%, ceftriaxona del 68%, gentamicina del 46%, imipenem del 1%, meropenem del 2% y de piperacilina tazobactam del 12%. Las muestras de *P. aeruginosa* evidenciaron un porcentaje promedio de resistencia a amikacina del 8%, ceftazidime del 16%, ciprofloxacina del 13%, imipenem del 11%, meropenem del 14% y piperacilina tazobactam del 21%, esta última solamente del año 2016. El porcentaje de resistencia en *S. aureus* para el periodo 2016 a 2019 a ciprofloxacina fue del

13%, clindamicina del 67%, cefoxitina del 67%, gentamicina del 7%, oxacilina del 67% y trimetoprim sulfametoxazol del 3%.⁷⁰

Colombia

Datos de la OPS muestran que Colombia reportó durante los años 2016 a 2018 los siguientes resultados:

Acinetobacter baumannii tuvo el porcentaje promedio de resistencia a amikacina del 26%, ceftazidime del 31%, cefepime del 38%, imipenem del 48%, meropenem del 43% y piperacilina tazobactam del 47%. En el caso de *K. pneumoniae* tuvo un porcentaje promedio de resistencia a ciprofloxacina del 21, ceftriaxona del 38%, cefotaxima del 34% (no se reportó resistencia en 2018), gentamicina del 20%, imipenem del 14%, meropenem del 14%, piperacilina-tazobactam del 25%. Las muestras con *P. aeruginosa* reportaron el promedio porcentual de resistencia a Amikacina en 12%, ceftazidime en 19%, ciprofloxacino en 17%, imipenem en 24%, meropenem en 20% y piperacilina-tazobactam en 18%. *S. aureus* reportó el promedio porcentual de resistencia a ciprofloxacina en 4%, clindamicina en 8%, cefoxitina en 42% (reportada únicamente en 2018), gentamicina en 5%, oxacilina en 36% y trimetoprim-sulfametoxazol en 3%.⁷⁰

Venezuela

Los datos de la OPS muestran que Venezuela reportó durante los años 2016 a 2019 los siguientes resultados:

Para *A. baumannii*, un porcentaje promedio de resistencia a amikacina en 32%, ceftazidime en 41%, cefepime en 41%, imipenem en 53%, meropenem en 52%, piperacilina-tazobactam en 50% para los años 2016 a 2018, exceptuando las cefalosporinas presentadas y piperacilina tazobactam, que sí tienen datos del 2019. Las muestras de *K. pneumoniae* reportaron un promedio porcentual de resistencia a ciprofloxacina en 22%, ceftriaxona en 25%, cefotaxima en 38% (reportada únicamente en 2017), gentamicina en 17%, imipenem en 17%, meropenem en 10% y piperacilina tazobactam en 19%. *P. aeruginosa* reportó una resistencia porcentual promedio a amikacina del 20%, ceftazidime del 25%, ciprofloxacino del 35%, imipenem del 33%, meropenem del 28% y piperacilina tazobactam del 18%. Las muestras de *S. aureus* mostraron una resistencia porcentual promedio a ciprofloxacino del 20%, clindamicina del 20%, gentamicina del 12%, oxacilina del 44% y trimetoprim sulfametoxazol del 65%.⁷⁰

Ecuador

Los datos de OPS muestran que Ecuador reportó durante los años 2016 a 2018 los siguientes resultados:

Las muestras de *A. baumannii* tuvieron un porcentaje promedio de resistencia a amikacina del 49%, ceftazidime del 50%, cefepime del 58%, imipenem del 56%, meropenem del 53%, piperacilina tazobactam del 60%. *K. pneumoniae* reportó una resistencia porcentual promedio a ciprofloxacina del 46%, ceftriaxona del 67%, cefotaxime del 68%, gentamicina del 47%, imipenem del 28%, meropenem del 29% y piperacilina tazobactam del 42%. Las muestras con *P. aeruginosa* reportaron un promedio porcentual de resistencia a Amikacina en 11%, ceftazidime en 24%, ciprofloxacino en 31%, imipenem en 32%, meropenem en 26% y piperacilina-tazobactam en 23%. *S. aureus* tuvo un promedio porcentual de resistencia en el periodo 2016 a 2018, a excepción de la cefoxitina que solo reportó datos en 2017, a ciprofloxacina en 11%, clindamicina en 18%, cefoxitina en 46%, gentamicina en 10%, oxacilina en 43% y trimetoprim-sulfametoxazol en 39%.⁷⁰

Perú

Los datos de la OPS muestran que Perú reportó información durante los años 2016 a 2018:

Las muestras de *A. baumannii* reportaron un promedio porcentual de resistencia a amikacina del 67%, ceftazidime del 81%, cefepime del 46%, meropenem del 82% y piperacilina tazobactam del 77% durante los años 2016 y 2017. *K. pneumoniae* reportó un promedio porcentual de resistencia a la ciprofloxacina del 56%, ceftriaxona del 72 (únicamente en 2016), cefotaxime del 73%, gentamicina del 43%, imipenem del 23%, meropenem del 13% y piperacilina tazobactam del 23%. *P. aeruginosa* tuvo un promedio porcentual de resistencia a amikacina en 37%, ceftazidime en 52%, ciprofloxacino en 54%, imipenem en 67%, meropenem en 62% y piperacilina-tazobactam en 27%. *S. aureus* tuvo un promedio porcentual de resistencia a ciprofloxacina del 51%, clindamicina en 55%, cefoxitina en 63%, gentamicina en 49%, oxacilina en 61% (reportada únicamente en el año 2016) y trimetoprim-sulfametoxazol en 29%.^{70,72}

Bolivia

Los datos de la OPS muestran que Bolivia reportó información durante los años 2016 a 2018 sobre *A. baumannii*, el cual tuvo un promedio porcentual de resistencia a amikacina del 67%, ceftazidime del 87%, cefepime del 88%, imipenem del 82%, meropenem del 82% y piperacilina tazobactam del 86%. *K. pneumoniae* reportó un promedio porcentual de resistencia a la ciprofloxacina del 48%, ceftriaxona del 62% (únicamente reportada en 2016), cefotaxime del 69%, gentamicina del 53%, imipenem del 1%, meropenem del 2% y piperacilina tazobactam del 33%. *P. aeruginosa* tuvo un promedio porcentual de resistencia a amikacina en 39%, ceftazidime en 53%, ciprofloxacino en 54%, imipenem en 54%, meropenem en 54% y piperacilina-tazobactam en 39%. Las muestras de *S. aureus* revelaron

en promedio la resistencia a ciprofloxacina del 30%, clindamicina en 33%, cefoxitina en 55%, gentamicina en 28% y trimetoprim-sulfametoxazol en 15%.⁷⁰

Chile

Los resultados de las muestras de resistencia antibacteriana en Chile son del periodo 2016-2019, únicamente de *Staphylococcus aureus* que reportó un promedio porcentual de resistencia a ciprofloxacina del 84%, clindamicina en 78%, cefoxitina en 95%, gentamicina en 59% y trimetoprim-sulfametoxazol en 1%.⁶¹

Argentina

Los datos de la OPS muestran que Argentina reportó información durante los años 2016 a 2018:

Las muestras de *A. baumannii* reportaron un promedio porcentual de resistencia a amikacina del 28%, ceftazidime del 82%, cefepime del 80%, imipenem del 84%, meropenem del 84% y piperacilina tazobactam del 86%. Las muestras de *K. pneumoniae* reportaron un promedio porcentual de resistencia a la ciprofloxacina del 43%, cefotaxime del 58%, gentamicina del 41%, imipenem del 14%, meropenem del 16% y piperacilina tazobactam del 35%. *P. aeruginosa* tuvo un promedio porcentual de resistencia a amikacina en 14%, ceftazidime en 11%, ciprofloxacino en 26%, imipenem en 21%, meropenem en 19% y piperacilina-tazobactam en 19%. Las muestras de *S. aureus* tuvieron un promedio porcentual de resistencia a ciprofloxacina del 9%, clindamicina en 19%, cefoxitina en 43%, gentamicina en 16% y trimetoprim sulfametoxazol en 4%.⁷⁰

Brasil

Los datos de la OPS muestran que Brasil reportó información únicamente en el año 2016.

A. baumannii tuvo una resistencia reportada a amikacina del 42%, ceftazidime del 87%, cefepime del 86%, imipenem del 80%, meropenem del 84% y piperacilina tazobactam del 82%. *K. pneumoniae* reportó resistencia a la ciprofloxacina del 79%, ceftriaxona del 83%, cefotaxime del 82%, gentamicina del 61%, y piperacilina tazobactam del 72%. *P. aeruginosa* tuvo resistencia a amikacina en 30%, ceftazidime en 47%, ciprofloxacino en 41%, imipenem en 55%, meropenem en 47% y piperacilina-tazobactam en 33%. *S. aureus* reportó resistencia a ciprofloxacina en 19%, clindamicina en 49%, cefoxitina en 33%, gentamicina en 10%, oxacilina en 33% y trimetoprim-sulfametoxazol en 16%.⁷⁰

Paraguay

Los datos de la OPS muestran que Paraguay reportó durante los años 2016 a 2019 los siguientes resultados:

Las muestras de *A. baumannii* tuvo un promedio porcentual de resistencia a amikacina de 47%, ceftazidime de 49%, cefepime en 1% (únicamente reportada en 2017), imipenem de 77%, meropenem de 75% y piperacilina tazobactam de 71%. *K. pneumoniae* tuvo un promedio en el porcentaje de resistencia a ciprofloxacino del 65%, cefotaxime del 66%, ceftriaxona del 67% (reportada únicamente en 2019), gentamicina del 50%, imipenem del 21%, meropenem del 22% y de piperacilina tazobactam del 45%. *P. aeruginosa* evidencio un promedio porcentual de resistencia a amikacina del 26%, ceftazidime del 29%, ciprofloxacina del 45%, imipenem del 49%, meropenem del 46% y piperacilina tazobactam del 34%. El porcentaje de resistencia en *S. aureus* para el periodo 2016 a 2019 a ciprofloxacina fue del 11%, clindamicina del 20%, cefoxitina del 64%, gentamicina del 18%, oxacilina del 63% y trimetoprim sulfametoxazol del 9%.⁷⁰

Uruguay

Los datos de Uruguay se obtuvieron del informe del Ministerio de Salud de este país. Se aislaron 89 muestras de *Pseudomona spp* con sospecha de que estas eran productoras de carbapenemasas en 2016, de las cuales el 36% fueron confirmadas, mientras que en 2017 el número de muestras sospechas de producir carbapenemasas disminuyó a 64, de las cuales el 30% fueron confirmadas. Según los datos, se reportaron en 2016 un total de 46 muestras de enterobacterias con sospecha de producir carbapenemasas, el 60% fueron positivas a esta enzima; mientras que en 2017 las muestras aumentaron a 86 y la positividad también aumentó a 77%. Uruguay ha reportado un aumento en el número muestras de bacterias Gram negativas con producción de betalactamasas de espectro extendido. Para el año 2017 se reportó un único brote de *E. coli* resistente a la colistina hasta la fecha. Mientras, las infecciones por bacterias Gram positivas solamente se ha reportado un brote de *Enterococcus spp.* resistente a vancomicina y *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina en un periodo de cinco años.^{73,74}

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

SUMARIO

- Resistencia antimicrobiana en Norteamérica
- Resistencia antimicrobiana en Centroamérica y el Caribe
- Resistencia antimicrobiana en Sudamérica
- Resistencia de las bacterias hacia los antibióticos en Latinoamérica

Los datos recolectados muestran porcentajes de resistencia similares en regiones específicas del área de Latinoamérica, como en los países de Centroamérica y México, la región del Caribe, los países del norte de Sudamérica (Colombia, Venezuela y Ecuador) y el resto de Sudamérica.

5.1 Resistencia antimicrobiana en Norteamérica

México

Según los datos observados en la tabla 3, se describió la resistencia de 6 bacterias en el periodo 2017 y 2018. La primera de ellas, *Acinetobacter baumannii*, reportó a ampicilina como el antibiótico con mayor porcentaje promedio de resistencia para el 2018, seguido de cefepime con 78% para los dos años; además, tuvo un incremento en el porcentaje del 19%, al igual que meropenem y ampicilina sulbactam que tuvieron un incremento del 20%; mientras que piperacilina tazobactam tuvo un descenso del 20% de resistencia. De los ocho antibióticos utilizados para la vigilancia de la resistencia de *A. baumannii*, 6 medicamentos reportaron más del 50% de resistencia, dejando para el tratamiento empírico inicial solamente a piperacilina tazobactam y amikacina.^{67,68}

K. pneumoniae reportó a ampicilina como el antibiótico con mayor porcentaje promedio de resistencia con el 100% de las muestras, seguido de las cefalosporinas de tercera generación con 67% de resistencia. Amikacina y meropenem fueron los antibióticos con el menor porcentaje de resistencia reportado para esos dos años, con el 6% y 3%, respectivamente. En la mayoría de antibióticos no hubo una diferencia en el incremento o disminución de los porcentajes de resistencia tan marcada. De los ocho antibióticos reportados en la vigilancia de *K. pneumoniae*, tres reportaron resistencia por arriba del 50% de las muestras.^{67,68}

Para *P. aeruginosa*, los porcentajes de resistencia en el 2018 tuvieron una disminución leve a comparación del año anterior. El antibiótico que tuvo mayor porcentaje de resistencia promedio fue la eritromicina, con 34%, seguido de la ciprofloxacina y clindamicina. Los seis antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia se encontraron por debajo del 50% de resistencia, lo que da la oportunidad de tener más variabilidad farmacológica en el tratamiento inicial. La resistencia de *Escherichia coli* para los antibióticos descritos en la tabla

3 fue con tendencia a la disminución. Ampicilina tuvo el mayor promedio de resistencia con el 87% de las muestras, seguido de la ciprofloxacina y de las cefalosporinas de tercera y cuarta generación. De los ocho antibióticos reportados en la vigilancia hacia *E. coli*, cuatro reportaron resistencia por arriba del 50% de las muestras. Por último, los porcentajes promedio de resistencia de *Enterobacter cloacae* no superaron el 50% de las muestras. El antibiótico con mayor promedio porcentual de resistencia fue la ceftriaxona con 34%, seguida de piperacilina tazobactam con 25%. El antibiótico que reportó el mayor aumento en porcentaje de resistencia para 2018 a comparación del año anterior fue ciprofloxacina, con un aumento del 9%. Los siete antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia de *E. cloacae* se encontraron por debajo del 50% de resistencia.^{67,68}

5.2 Resistencia antimicrobiana en Centroamérica y el Caribe

Guatemala

Como se puede observar en la tabla 4, la resistencia de *A. baumannii* se mantuvo por 85-90%, a excepción de amikacina con datos de los años 2016 a 2017, mostrando una disminución de la resistencia global en aproximadamente 20%, y a piperacilina tazobactam que tuvo una disminución en la resistencia de aproximadamente el 16% de las muestras para los años 2016 a 2019. Es alarmante que los cinco antibióticos que se utilizaron en la vigilancia de *A. baumannii* reporten por arriba del 50% de resistencia en todas las muestras.

K. pneumoniae tuvo una disminución gradual del 22% de la resistencia a ciprofloxacino a partir del año 2017 al 2019. Ceftriaxona mantuvo su porcentaje de resistencia entre 70-80%. Gentamicina mantuvo su porcentaje entre 60-69%, imipenem tuvo un aumento del 9% del 2016 a 2019 y piperacilina tazobactam tuvo una disminución del 8% entre 2018 a 2019. De los cinco antibióticos que fueron reportados en la vigilancia de *Klebsiella*, tres antibióticos tuvieron una resistencia por arriba del 50% de todas las muestras.⁶⁹

Pseudomona aeruginosa reportó una disminución en el porcentaje de resistencia en 13% para 2016 a 2019, ceftazidime tuvo un aumento de resistencia del 23% entre 2016 a 2017, el cual disminuyó para 2019 en 26%; ciprofloxacino tuvo una disminución del 9% entre 2016 a 2019, para meropenem solo se pudo obtener datos de la resistencia para el 2019 (74%) y para piperacilina tazobactam se observó una disminución de la resistencia del 16% entre 2016 a 2019. Dos antibióticos pertenecientes a la familia de los carbapenémicos, fueron reportados con una resistencia por arriba del 50% del total de las muestras.

Staphylococcus aureus reportó una disminución en el porcentaje anual de resistencia en ciprofloxacina y clindamicina entre 2016 a 2019 del 16,7% y 13,6% respectivamente, mientras que gentamicina, oxacilina y trimetoprim sulfametoxazol reportaron un aumento en ese mismo periodo. La oxacilina tuvo el aumento más significativo con 23,6%. Sin embargo, todos los antibióticos no superaron el 50% de resistencia promedio.^{65,69}

Honduras

Honduras reportó datos sobre la resistencia en los años 2016 a 2018. En los registros de la tabla 5, se observa que la resistencia de *A. baumannii* se mantuvo en los mismos porcentajes de resistencias en 2016 y 2017. Solo meropenem tiene registrado el porcentaje de resistencia para el año 2018 que, a comparación de los años anteriores, aumentó en 62%. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *A. baumannii* no superaron el 50% de resistencia.

En el caso de *K. pneumoniae*, solo dos antibióticos, ceftriaxona y piperacilina tazobactam, tienen registrados sus porcentajes de resistencia únicamente en 2016, por lo que sus porcentajes no se pueden comparar con otros años. *K. pneumoniae* ha aumentado su resistencia a ciprofloxacina en un 25% entre los años 2017 a 2018. En el caso de cefotaxima aumentó 47% del 2017 al 2018; gentamicina disminuyó 8% en un año, para luego registrar un aumento del 14% para el 2018. Imipenem mantuvo el porcentaje de resistencia entre 21-25%, meropenem solamente fue reportado la resistencia en 2016 con 18%, al igual que piperacilina tazobactam con 13%, en 2016. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *K. pneumoniae* no superaron el 50% de resistencia.^{62,69}

P. aeruginosa reportó a amikacina como el antibiótico que tuvo el porcentaje de resistencia que más disminuyó en estos años, ya que pasó de 28% a 11% en dos años; en el caso de ceftazidime, ciprofloxacino, meropenem y piperacilina tazobactam la resistencia se mantuvo en las mismas cifras para ese mismo periodo de tiempo. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *P. aeruginosa* no superaron el 50% de resistencia.

Mientras que para *S. aureus*, los valores de los años 2016 a 2017 reportados en la plataforma de la OPS, se repiten con un promedio porcentual alrededor del 40%. Oxacilina fue el antibiótico que reportó el mayor porcentaje de resistencia, mientras que los datos de 2018 que se muestran en la tabla 5 tienen un bajo porcentaje de resistencia. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *S. aureus* no superaron el 50% de resistencia.⁶⁹

El Salvador

Los datos obtenidos de la resistencia nosocomial en El Salvador comprenden el periodo 2016 a 2019. La amikacina fue reportada solamente en 2017 con un 89% de resistencia por *A. baumannii*. El porcentaje de muestras revelan que durante este periodo de tiempo no hubo mucha variación sobre la resistencia que presentaron las muestras; tres antibióticos, amikacina, cefepime y piperacilina tazobactam, presentan resistencias mayores del 88%, lo que representa una alta resistencia de este patógeno al tratamiento antibiótico,

mientras que los carbapenémicos reportan un promedio porcentual de resistencia alrededor del 70%. Del total de antibióticos que se utilizaron en la vigilancia de *A. baumannii* (5), todos reportan una resistencia por arriba del 50% de todas las muestras.

K. pneumoniae tuvo unos promedios porcentuales muy variados, ya que los carbapenémicos tuvieron una disminución de la resistencia en las muestras obtenidas en 14%, siendo los antibióticos con el porcentaje de resistencia más bajo, mientras que ceftriaxona fue reportada como el antibiótico que tiene mayor resistencia por esta bacteria con 85,5%. De los seis antibióticos que fueron reportados en la vigilancia de *Klebsiella*, tres tuvieron una resistencia por arriba del 50% de todas las muestras.^{63,69}

Para *P. aeruginosa*, la resistencia no superó el 50%, ya que imipenem fue el antibiótico con mayor promedio porcentual de resistencia con 33,7% según se observa en la tabla 6. El resto de los antibióticos, tuvieron una tendencia a la disminución de sus porcentajes de resistencia para el periodo 2016 a 2019. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *P. aeruginosa* no superaron el 50% de resistencia.

Las muestras de *S. aureus* reportaron a tres antibióticos con el promedio porcentual de resistencia por arriba del 50% (ciprofloxacina, clindamicina y oxacilina), de los cuales ciprofloxacina tuvo el porcentaje más alto, con 56,6%, seguido de oxacilina con 56,5%. En todos los antibióticos no se observó una disminución o aumento significativo en sus porcentajes desde 2016 a 2019. De los cinco antibióticos que fueron reportados en la vigilancia de *S. aureus*, tres tuvieron una resistencia por arriba del 50% de todas las muestras.^{64,69}

Nicaragua

Los datos recopilados en la OPS dan muestra que Nicaragua registró datos en el periodo de 2016 a 2018. Las muestras de *A. baumannii* superaron el 50% de resistencia a todos los antibióticos, según se observa en la tabla 7, evidenciando a ceftazidime como el antibiótico con el mayor promedio porcentual de resistencia, seguido de cefepime con 72,4%; los carbapenémicos tuvieron el promedio porcentual más bajo en comparación con los otros antibióticos; sin embargo, fueron los que tuvieron el mayor aumento en la resistencia, según sus porcentajes del 2016 comparados con los del 2018. Todos los antibióticos utilizados para la vigilancia de *Acinetobacter baumannii* reportaron una resistencia del total de las muestras por arriba del 50%.

Según los datos presentados anteriormente, *K. pneumoniae* reportó a las cefalosporinas de tercera generación con el mayor porcentaje de resistencia. Ceftriaxona fue el antibiótico con mayor resistencia (69,9%), seguido muy de cerca de cefotaxime con 69,7%. Los datos recogidos de la tabla 7 muestran que los porcentajes de resistencia han aumentado

a lo largo de los años, principalmente para piperacilina tazobactam y meropenem, que tuvieron un aumento del 48,3% y 57,3% para tres años. De los siete antibióticos que fueron reportados en la vigilancia de *Klebsiella*, cuatro tuvieron una resistencia por arriba del 50% de todas las muestras.⁶⁹

La resistencia reportada para *P. aeruginosa* da cuenta que ceftazidime fue el antibiótico que reportó mayor promedio porcentual de resistencia, con 41,3%, mientras que amikacina fue el antibiótico con menor resistencia, con 20,5% pero reportada únicamente para 2018. Según la tabla 7, no existió una variación tan grande en el promedio de resistencia que abarcó ese periodo. Ciprofloxacino tuvo un aumento del 14,7% entre 2016 y 2018. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *P. aeruginosa* no superaron el 50% de resistencia.

S. aureus reportó a cefoxitina como el antibiótico con mayor resistencia con 45,4% y trimetoprim sulfametoxazol con el menor promedio porcentual de resistencia, con 14,9%. Ciprofloxacina, cefoxitim, gentamicina tuvieron una disminución del porcentaje de resistencia en ese periodo; clindamicina y trimetoprim sulfametoxazol presentaron un aumento en la resistencia en ese mismo lapso. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *S. aureus* no superaron el 50% de resistencia.⁶⁹

Costa Rica

Costa Rica reportó a *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* y *S. aureus* únicamente en los años 2018 y 2019. Las cefalosporinas de tercera generación tuvieron el mayor porcentaje resistencia para *K. pneumoniae*, con 47,7% para cefotaxime y 32,2% para ceftriaxona; sin embargo, estos antibióticos fueron reportados solo un año. Los carbapenémicos fueron los antibióticos que tuvieron el promedio porcentual más bajo ya que no superaron el 2%.

Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *K. pneumoniae* no superaron el 50% de resistencia. El porcentaje de muestras con *P. aeruginosa* que aumentaron resistencia hacia los antibióticos fueron ceftazidime y piperacilina tazobactam, el porcentaje de antibióticos que disminuyó la resistencia fueron amikacina, ciprofloxacino e Imipenem. Meropenem mantuvo su porcentaje de resistencia en aproximadamente 16% en los dos años. La mayoría de antibióticos no superó el 20%; los carbapenémicos son la familia de antibióticos que tuvieron el promedio porcentual más alto con 16,3% para imipenem y 15,8% para meropenem.^{61,69}

Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *P. aeruginosa* no superaron el 50% de resistencia. Para *S. aureus* la resistencia de todos los antibióticos tuvieron tendencia a la disminución a excepción de trimetoprim sulfametoxazol, ya que solo fue reportado para 2019. Oxacilina fue el antibiótico que tuvo el mayor promedio

porcentual de resistencia con 49,8%, según se observa en la tabla 8. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *S. aureus* no superaron el 50% de resistencia.^{61,69}

Panamá

Los datos enviados por Panamá a OPS muestran que *A. baumannii*, en los primeros cuatro antibióticos de la tabla 9, registró un aumento en el porcentaje de resistencia hacia estos medicamentos, mientras que para los dos últimos se registró una disminución leve. Piperacilina tazobactam fue el antibiótico que reportó el mayor promedio porcentual de resistencia con 70,8%, mientras que amikacina fue el que tuvo el menor promedio con 8,7%, sin embargo, este no fue reportado en 2018. Todos los antibióticos utilizados para la vigilancia de *Acinetobacter baumannii* reportaron una resistencia del total de las muestras por arriba del 50% a excepción de amikacina.

K. pneumoniae tuvo el mayor promedio de resistencia hacia cefotaxime con 41,5% de las muestras resistentes, seguido de ciprofloxacina con 40%. Los carbapenémicos fueron los antibióticos que tuvieron el menor promedio porcentual de resistencia. En todos los antibióticos no se observó una disminución o aumento significativo en sus porcentajes desde 2016 a 2018. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *K. pneumoniae* no superaron el 50% de resistencia.^{61,69}

La resistencia de *P. aeruginosa* a los carbapenémicos fue alta. Imipenem fue el antibiótico que generó el mayor promedio de resistencia a este patógeno con 37%, mientras que amikacina fue el que tuvo el menor porcentaje promedio de resistencia con 11,3%. En la mayoría de los antibióticos hubo una tendencia a la disminución de la resistencia en ese tiempo. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *P. aeruginosa* no superaron el 50% de resistencia.

Mientras que para *S. aureus*, la resistencia a trimetoprim sulfametoxazol fue la más alta con 27,5%; además, tuvo un aumento de la resistencia desde 2016. El resto mostró tendencia a la disminución en ese lapso. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *S. aureus* no superaron el 50% de resistencia.^{61,69}

Cuba

Cuba reportó información en los años 2016 a 2018 a la base de datos de OPS de *Klebsiella* y *Staphylococcus aureus*. Para la primera, ceftriaxona fue el antibiótico que tuvo el mayor promedio porcentual de resistencia, sin embargo, este fue reportado en 2017 seguido de gentamicina y cefotaxime (en 2018). Según se observa en la tabla 10, hay antibióticos que solamente fueron reportados un año (cefalosporinas) y otros que no fueron reportados un año.

De los siete reportados en la vigilancia de *Klebsiella*, dos familias de antibióticos tuvieron una resistencia por arriba del 50% de todas las muestras.

Los datos de *Staphylococcus aureus* solamente están disponibles en el 2018; para ese año, cefoxitina fue reportado como el antibiótico con mayor resistencia con el 100% de las muestras, seguido de ciprofloxacina y clindamicina. De los siete antibióticos que fueron reportados en la vigilancia de *S. aureus*, tres familias de antibióticos tuvieron una resistencia por arriba del 50% de todas las muestras. En estudios similares se logró determinar que la resistencia hacia los betalactámicos como la metilina era la más alta, seguido de ciprofloxacina, observando similitud con los datos cargados en la plataforma de OPS.^{70,75}

República Dominicana

Los datos publicados por República Dominicana en los años 2016 a 2019, registrados en la tabla 11, dan cuenta que *A. baumannii* tuvo el porcentaje de resistencia más alto a las cefalosporinas de tercera y cuarta generación, ceftazidime y cefepime mostraron el porcentaje de resistencia más alto, seguido de piperacilina tazobactam. Todos los antibióticos mostraron una reducción en el porcentaje de resistencia por parte de *A. baumannii*.

K. pneumoniae, al igual que la anterior, reportó a ceftriaxona (cefalosporina de tercera generación) como el antibiótico que tuvo el porcentaje de resistencia más alto, seguido de ciprofloxacino; mientras que los carbapenémicos tuvieron el menor porcentaje de resistencia. Del total de antibióticos reportados para *A. baumannii*, dos superaron por arriba del 50% de resistencia del total de las muestras; sin embargo, no reportó multiresistencia debido a que estos antibióticos forman parte de la misma familia (cefalosporinas). Todos los antibióticos mostraron una reducción en el porcentaje de resistencia por parte de *K. pneumoniae* del periodo 2016 a 2019, exceptuando a los carbapenémicos que no reportaron información en 2018. De los seis antibióticos que fueron reportados en la vigilancia de *Klebsiella*, dos tuvieron una resistencia por arriba del 50% de todas las muestras.⁶⁹

El antibiótico que fue reportado con mayor porcentaje de resistencia hacia *P. aeruginosa* en los tres años fue ceftazidime; en términos generales la resistencia de *P. aeruginosa* no superó el 20% en el periodo 2016 a 2019. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *P. aeruginosa* no superaron el 50% de resistencia. Esta bacteria no fue reportada en la base de datos en el año 2017.

Por último, *S. aureus* reportó el mayor porcentaje de resistencia a cefoxitina y oxacilina, el resto de antibióticos se mantuvieron por debajo del 20%. De los seis antibióticos que fueron reportados en la vigilancia de *Staphylococcus aureus*, dos familias tuvieron una resistencia por arriba del 50% de todas las muestras.⁶⁹

5.3 Resistencia antimicrobiana en Sudamérica

Colombia

Los datos publicados por Colombia en la base de datos durante los años 2016 a 2018, muestran que para *Acinetobacter baumannii*, en los tres años reportados, la mayoría de antibióticos mantuvo sus porcentajes de resistencia en los mismos rangos que los promedios porcentuales. El antibiótico con mayor porcentaje promedio de resistencia fue piperacilina tazobactam, seguido de los carbapenémicos, imipenem y meropenem. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia hacia *A. baumannii* no superaron el 50% de resistencia.

En el caso de *K. pneumoniae*, las cefalosporinas de tercera generación tuvieron el mayor porcentaje de resistencia promedio, sin embargo, no se superó el 50% de resistencia en las muestras hacia los antibióticos. En todos, la resistencia de cada año se mantuvo en el rango del promedio porcentual. Los que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *K. pneumoniae* no superaron el 50% de resistencia.⁶⁹

Imipenem fue el antibiótico que tuvo el mayor porcentaje de resistencia promedio por parte de *P. aeruginosa*, el resto no superó el 20% de las muestras con resistencia, según se observa en la tabla 12. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *P. aeruginosa* no superaron el 50% de resistencia.⁶⁵

Cefoxitina y oxacilina fueron los antibióticos que reportaron el mayor promedio porcentual de resistencia hacia *S. aureus*, los demás antibióticos no superaron el 10% de resistencia en las muestras. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *S. aureus* no superaron el 50% de resistencia, valores muy diferentes a los presentados hace una década atrás.^{69,76}

Venezuela

Venezuela reportó datos sobre la resistencia en el periodo 2016 a 2019. Para *A. baumannii* los antibióticos que tuvieron el mayor promedio porcentual de resistencia fueron los carbapenémicos y la piperacilina tazobactam, por arriba del 50%. Las cefalosporinas y piperacilina tazobactam presentaron una gran disminución en el porcentaje de resistencia en el 2016 para 2019, según se observa en la tabla 13. Del total de antibióticos reportados, dos superaron por arriba del 50% de resistencia del total de las muestras, sin embargo, no reportó multirresistencia debido a que estos antibióticos forman parte de la misma familia (carbapenémicos).

Las muestras de *K. pneumoniae* reportaron a las cefalosporinas como los antibióticos con mayor porcentaje de resistencia, por arriba del 25%; sin embargo, los datos de cefotaxime solo están disponibles en el año 2017, mientras que ceftriaxona no fue reportado en 2019.

Los carbapenémicos fueron los antibióticos que reportaron el menor porcentaje de resistencia. Para 2019, los porcentajes de resistencias registrados disminuyeron enormemente en comparación con los años anteriores. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *K. pneumoniae*, no superaron el 50% de resistencia.^{69,75}

Para *P. aeruginosa*, los antibióticos que reportaron el mayor porcentaje de resistencia fueron ciprofloxacino e imipenem, el resto no superó el 30% del promedio porcentual de resistencia. Amikacina tuvo un gran avance en la disminución de la resistencia, mientras que piperacilina tazobactam aumentó su resistencia. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *P. aeruginosa* no superaron el 50%.

Trimetoprim sulfametoxazol tuvo la resistencia más alta a *S. aureus* y es el antibiótico que a partir del 2016 tuvo una importante disminución en el porcentaje de resistencia hasta 2019, junto a oxacilina. El resto se mantuvo entre los rangos de porcentaje promedio al porcentaje de cada año. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *S. aureus* no superaron el 50% de resistencia, a excepción de trimetoprim sulfametoxazol.⁶⁹

Ecuador

Durante 2016 a 2018, Ecuador reportó a piperacilina tazobactam como el antibiótico que mostró mayor resistencia por *A. baumannii*, seguido de cefepime y los carbapenémicos. Todos los antibióticos mostraron una tendencia al aumento de los valores de resistencia, según se observa en la tabla 14, durante los tres años reportados; amikacina tuvo el porcentaje de resistencia más alto. Del total de antibióticos reportados para la vigilancia de *Acinetobacter baumannii*, tres familias de antibióticos reportaron una resistencia del total de las muestras por arriba del 50%.

Las cefalosporinas de tercera generación fueron los antibióticos que reportaron la mayor resistencia por *K. pneumoniae* y cuyo promedio reportado anual mostró una diferencia significativa. Cefotaxime tuvo el promedio porcentual más alto. Gentamicina fue el antibiótico que tuvo la mayor diferencia de porcentaje de resistencia en ese periodo. Del total de antibióticos reportados, dos superaron el 50% de resistencia del total de las muestras; sin embargo, no reportó multirresistencia debido a que estos forman parte de la misma familia de antibióticos (cefalosporinas).^{62,75}

Los antibióticos que mostraron un aumento en el porcentaje promedio de resistencia por *P. aeruginosa* fueron imipenem y ciprofloxacino. En la mayoría no hubo una diferencia significativa en el porcentaje anual de resistencia entre 2016 y 2018; meropenem fue el antibiótico que tuvo el crecimiento más alto (7.8%). Todos los que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *P. aeruginosa* no superaron el 50%.

Los antibióticos con el mayor porcentaje promedio de resistencia por *S. aureus* fueron oxacilina y trimetoprim sulfametoxazol. La mayoría tuvo una disminución en el porcentaje de resistencia desde 2016, a excepción del trimetoprim sulfametoxazol. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *S. aureus* no superaron el 50% de resistencia.^{64,69}

Perú

Perú reportó durante los años 2016 a 2017, datos sobre la resistencia de *A. baumannii*; los carbapenémicos fueron los antibióticos que tuvieron el promedio porcentual más alto de resistencia, según se observa en la tabla 15. Además, todos los antibióticos, exceptuando a cefepime, tuvieron un alto porcentaje de resistencia que superó el 50% de resistencia en las muestras. De los seis antibióticos que se utilizaron en la vigilancia de *A. baumannii*, todos reportaron por arriba del 50% de resistencia de todas las muestras, exceptuando a ceftazidime.

K. pneumoniae registro datos desde 2016 hasta 2018, las cefalosporinas de tercera generación reportaron el mayor porcentaje de resistencia con porcentaje alrededor del 70% (ceftriaxona solo fue registrada en 2016). *K. pneumoniae* mostró un aumento significativo a la resistencia hacia los carbapenémicos en 3 años, en menor medida piperacilina tazobactam según los datos en la tabla 15. Del total de antibióticos reportados para la vigilancia de *K. pneumoniae*, dos familias de antibióticos reportaron una resistencia del total de las muestras por arriba del 50%.^{71,76}

Para *P. aeruginosa* la resistencia fue mayor a los carbapenémicos, en especial al imipenem. La resistencia de estos antibióticos se mantuvo en los rangos alrededor del promedio porcentual; amikacina fue el antibiótico que reportó mayor resistencia. Tres familias de antibióticos reportaron una resistencia por arriba del 50% del total de las muestras hacia *P. aeruginosa*.

Cefoxitina tuvo el porcentaje promedio más alto de resistencia por *S. aureus*. Todos los antibióticos tuvieron un aumento en sus porcentajes de resistencias desde el 2016, especialmente piperacilina tazobactam con una diferencia del 20,8%% entre 2016 y 2018, según los datos de la tabla 15. De los cinco antibióticos reportados para *S. aureus*, 4 mostraron una resistencia por arriba del 50% del total de las muestras.⁶⁹

Bolivia

Los datos recopilados en la base de datos de la OPS, muestran que Bolivia reportó información durante los años 2016 a 2018 sobre *A. baumannii*. Las cefalosporinas (cefepime, seguido de ceftazidime) tuvieron el mayor promedio porcentual de resistencia por *A. baumannii*, alrededor de 88%, seguidos de piperacilina tazobactam con 86,2%. Todos los

antibióticos tuvieron un aumento en el porcentaje de resistencia entre 2016 a 2018; amikacina fue el antibiótico que tuvo el mayor crecimiento porcentual con una diferencia del 42,7% de resistencia entre 2016 a 2018. Es alarmante que todos los antibióticos que se utilizaron en la vigilancia de *A. baumannii* reporten por arriba del 50% de resistencia de todas las muestras.

Las cefalosporinas reportaron el mayor promedio porcentual de resistencia por *K. pneumoniae* y los carbapenémicos fueron los antibióticos que tuvieron el menor promedio porcentual de resistencia. Todos los antibióticos registraron un aumento en el porcentaje de resistencia entre 2016 a 2018. Dos familias de antibióticos reportaron por arriba del 50% del total de las muestras resistencia por *K. pneumoniae*.^{62,63.}

Los carbapenémicos fueron los antibióticos que tuvieron el porcentaje promedio de resistencia por *P. aeruginosa* más alto, seguidos de ciprofloxacino y ceftazidime. Estos dos últimos tuvieron el crecimiento porcentual aumentado entre 2016 a 2018 con diferencias del 26,5% y 14,7%, respectivamente. Tres familias de antibióticos reportaron por arriba del 50% del total de las muestras resistencia por *P. aeruginosa*.

Las muestras recolectadas de *S. aureus* reportaron a cefoxitina como el antibiótico que tuvo el mayor porcentaje de resistencia. En la mayoría de los antibióticos el porcentaje de resistencia se mantuvo entre los rangos del promedio porcentual. Trimetoprim sulfametoxazol fue el único que tuvo una disminución del 11,7% entre 2016 a 2018, según los datos de la tabla 16. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *S. aureus* no superaron el 50% de resistencia, a excepción de Cefoxitina.⁶⁹

Chile

Chile reportó únicamente a *S. aureus* en los datos recolectados por OPS y contenidos en la tabla 16; cefoxitina fue el antibiótico que tuvo el mayor promedio porcentual de resistencia por *S. aureus*. En la mayoría de los antibióticos, el porcentaje estuvo por arriba del 50%; sin embargo, hubo una tendencia a la disminución de la resistencia para el periodo 2016 a 2019. Cuatro familias de antibióticos reportaron resistencia por arriba del 50% del total de las muestras.⁶⁹

Argentina

Argentina reportó durante los años 2016 a 2018, datos sobre la resistencia de *A. baumannii*. Piperacilina tazobactam tuvo el mayor porcentaje promedio de resistencia por *A. baumannii*, seguida de los carbapenémicos y ceftazidime. Amikacina fue el único antibiótico que no sobrepasó el 50% de resistencia. Además, todos los antibióticos, exceptuando a cefepime, tuvieron un alto porcentaje de resistencia que superaba el 50% de resistencia en las muestras. Todos mantuvieron el porcentaje de resistencia entre los rangos del promedio porcentual, según los datos de la tabla 18. Del total de seis antibióticos que se utilizaron en la

vigilancia de *A. baumannii*, tres familias de antibióticos reportaron por arriba del 50% de resistencia de todas las muestras.

Las muestras de *K. pneumoniae* reportaron a cefotaxime, como el antibiótico con mayor promedio porcentual de resistencia. Antibióticos como la ciprofloxacina, cefotaxime y principalmente gentamicina tuvieron una disminución que no superó el 14% en los porcentajes anuales de resistencia entre 2016 y 2018. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *K. pneumoniae* no superaron el 50% de resistencia, a excepción de cefotaxime.^{69,63,76}

Ciprofloxacina reportó el mayor promedio porcentual de resistencia por *P. aeruginosa*. En la mayoría de los antibióticos, el porcentaje de resistencia se mantuvo entre los rangos del promedio porcentual. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *P. aeruginosa* no superaron el 50% de resistencia.

Cefoxitina tuvo el porcentaje promedio más alto de resistencia por *S. aureus*. La mayoría de los antibióticos tuvieron una pequeña disminución en los porcentajes de resistencia, principalmente en cefoxitina (5,1%). Todos los que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *S. aureus* no superaron el 50% de resistencia.⁶⁹

Brasil

Brasil reportó información únicamente en el año 2016, la resistencia de *A. baumannii* fue mayor en las cefalosporinas, de las cuales, ceftazidime fue el antibiotico que tuvo el porcentaje más alto (86,7%); exceptuando a amikacina, todos los antibióticos superaron el 50% de las muestras con resistencia por este patógeno. De las cuatro familias de antibióticos que se utilizaron en la vigilancia de *A. baumannii*, tres reportaron por arriba del 50% de resistencia de todas las muestras.

Las cefalosporinas reportaron el mayor promedio porcentual de resistencia por *K. pneumoniae*, y ceftriaxona tuvo el porcentaje más alto, con 83,2%. Todos los antibióticos registraron un porcentaje de resistencia mayor del 50% de las muestras. Las cuatro familias de antibióticos que fueron reportadas para la vigilancia de la resistencia de *K. pneumoniae* tuvieron una resistencia por arriba del 50% del total de las muestras. Las muestras de *P. aeruginosa* reportaron a imipenem como el antibiótico con mayor resistencia por esta bacteria (54,8%), seguido de meropenem y ceftazidime que no superaron el 50% de las muestras con resistencia. Únicamente se reportó a un antibiótico con una resistencia por arriba del 50% del total de muestras.^{63,76}

Clindamicina fue el antibiótico que tuvo el mayor porcentaje de resistencia por *S. aureus* (48,5%), seguido de oxacilina y cefoxitina, según los valores de la tabla 19. Todos los

antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *S. aureus* no superaron el 50% de resistencia.⁶⁹

Paraguay

El promedio porcentual de resistencia, según la información recabada de Paraguay para 2016 a 2019, muestran a imipenem como el antibiótico que tuvo mayores reportes de resistencia a *Acinetobacter baumannii* con 76,5% de resistencia, seguido de meropenem con 75,1%. El primero tuvo un aumento considerado en la resistencia entre 2016 y 2019 con una diferencia del 17%. Amikacina, ceftazidime y cefepime (únicamente en 2017) no superaron el 50% de resistencia, según los datos de la tabla 20. De las cuatro familias de antibióticos que se utilizaron en la vigilancia de *A. baumannii*, dos reportaron por arriba del 50% de resistencia de todas las muestras.

Las muestras de *K. pneumoniae* tuvieron el mayor promedio porcentual de resistencia a ceftriaxona reportada en el año 2019. Le siguen cefotaxime y ciprofloxacino, las cuales no tuvieron una diferencia significativa en sus porcentajes del 2016 y 2019. De las cinco familias de antibióticos que fueron reportadas para la vigilancia de la resistencia de *K. pneumoniae*, dos tuvieron una resistencia por arriba del 50% del total de las muestras.^{69,62}

Los carbapenémicos tuvieron el mayor porcentaje promedio de resistencia por *P. aeruginosa*, e imipenem fue el antibiótico que tuvo el promedio porcentual más alto (49,1%), seguido de meropenem y ciprofloxacino. Según se observa en la tabla 20, ninguno superó el 50% de resistencia. Todos los antibióticos que se utilizaron para la vigilancia de la resistencia a *K. pneumoniae* no superaron el 50% de resistencia.

S. aureus reportó a cefoxitina como el antibiótico con mayor promedio porcentual de resistencia seguido de oxacilina; ambos tuvieron una disminución en sus porcentajes desde 2016 a 2019, al igual que ciprofloxacina, gentamicina y principalmente trimetoprim sulfametoxazol. De las seis familias de antibióticos que se usaron para la vigilancia de *S. aureus* en este país, dos familias reportaron una resistencia por arriba del 50% del total de muestras.^{64,69}

Uruguay

Según los datos presentados por el Ministerio de Salud de Uruguay, la presencia de cepas productoras de carbapenemasas por enterobacterias superaba el 60% para 2016, datos muy diferentes a los que publicaron en 2021 donde las muestras de enterobacterias productoras de esta enzima no superan el 0.14% en el periodo 2012 a 2016. Además de presentar estos datos estadísticos, se logró identificar los genes que producían tales mecanismos de resistencia: 10 de las cepas fueron por NDM-1, una cepa fue por VIM-2 y una por KPC-2.^{72,73}

5.4 Resistencia de las bacterias hacia los antibióticos en Latinoamérica

Acinetobacter baumannii

Los países centroamericanos superaron el 50% de resistencia por *Acinetobacter baumannii*. Honduras fue el único país que tuvo un promedio porcentual de resistencia por debajo del 50% en todos sus antibióticos. Costa Rica no presentó datos sobre la resistencia de este patógeno durante este periodo. La resistencia de *A. baumannii* hacia los antibióticos fue muy variada en esta región. Guatemala mostró mayor promedio porcentual de resistencia a ceftazidime, Honduras a imipenem, El Salvador a amikacina, Nicaragua a ceftazidime y Panamá a piperacilina tazobactam. Para México, ampicilina fue el antibiótico que tuvo registros de un porcentaje promedio de resistencia del 100% por esta bacteria, sin embargo, este antibiótico fue reportado únicamente en el año 2018.^{62,68}

Para la región del Caribe, *A. baumannii* fue reportada únicamente en República Dominicana, con un promedio porcentual de resistencia mayor del 50% a las cefalosporinas. Para los carbapenémicos este promedio estuvo por debajo del 50% y, además, todos los antibióticos tuvieron una disminución de la resistencia en el año 2016 a 2019.⁶⁹

En Sudamérica, *A. baumannii* no fue reportada en Chile, Brasil la reportó únicamente en el año 2016. Colombia fue el único país que reportó un promedio porcentual de resistencia por debajo del 50% en todos los antibióticos. Venezuela y Paraguay tuvieron un promedio porcentual de resistencia por arriba del 50% en tres de sus seis antibióticos, dos de ellos carbapenémicos (imipenem y meropenem). Países como Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Brasil tuvieron un promedio porcentual de resistencia por arriba del 50% del total de muestras.^{62,63}

Los países que tuvieron un aumento en el porcentaje de resistencia de carbapenémicos a comparación del inicio del periodo de estudio con el final fueron Colombia (solo imipenem), Ecuador, Bolivia y Paraguay. Los que tuvieron una disminución del porcentaje de resistencia de carbapenémicos fueron Colombia (meropenem), Venezuela, Perú y Argentina. Los países que tuvieron un aumento en el porcentaje de resistencia de cefalosporinas a comparación del inicio del periodo de estudio con el final fueron Ecuador, Bolivia y Paraguay (ceftazidime), los que mantuvieron el porcentaje fueron Colombia y los que tuvieron una disminución del porcentaje de resistencia de cefalosporinas fueron Venezuela, Perú y Argentina.^{62,63}

Las muestras de *A. baumannii* que mostraron mayor promedio porcentual de resistencia en Colombia fue a imipenem, Venezuela a imipenem, Ecuador a piperacilina tazobactam, Perú a imipenem, Bolivia a cefepime, Argentina a piperacilina tazobactam, Brasil a ceftazidime y Paraguay a imipenem.⁶⁹

Klebsiella pneumoniae

En Centroamérica el promedio porcentual de resistencia fue muy variado, sin embargo, en todos los países fue reportada la resistencia de *K. pneumoniae* a los carbapenémicos y a piperacilina tazobactam, con un porcentaje promedio que no superó el 50%. Al contrario, los antibióticos ciprofloxacino, ceftriaxona/cefotaxime y gentamicina, tuvieron en algunos países promedios porcentuales que superaron el 50% o tuvieron mayor porcentaje de resistencia que los carbapenémicos y piperacilina tazobactam. En el área de Centroamérica, los antibióticos que reportaron mayor resistencia por *K. pneumoniae* en Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica fue a ceftriaxona, en Honduras a gentamicina y Panamá a cefotaxima. La mayoría de países reportaron a las cefalosporinas de tercera generación con mayor porcentaje de resistencia. Al igual que con *A. baumannii*, ampicilina tuvo el 100% de resistencia por parte de *K. pneumoniae* que, a diferencia de la anterior bacteria, esta sí fue reportada con el 100% de resistencia por dos años consecutivos.^{68,69}

En la región del Caribe, la resistencia de *K. pneumoniae* fue mayor a hacia las cefalosporinas y a gentamicina. Los antibióticos que tuvieron un promedio porcentual mayor al 50% en Cuba fueron las cefalosporinas, gentamicina, meropenem y piperacilina tazobactam, mientras que en República Dominicana fue ciprofloxacina y ceftriaxona. En República Dominicana el porcentaje de resistencia de este patógeno ha ido en disminución; en Cuba la resistencia a ciprofloxacino y gentamicina ha ido en disminución, mientras que los carbapenémicos y piperacilina tazobactam han ido en aumento.⁶⁹

En la región de Sudamérica, la resistencia de *K. pneumoniae* hacia las cefalosporinas de tercera generación es alta. A excepción de Colombia y Venezuela, todos los países tuvieron un porcentaje promedio superior al 50% de las muestras con resistencia; ciprofloxacina y gentamicina se encuentran después de las cefalosporinas, con promedios porcentuales altos de resistencia por esta bacteria. Como se puede observar en sus respectivas tablas, los países de Sudamérica no han tenido una diferencia tan marcada en el aumento o disminución de los porcentajes de resistencia de cada año. Argentina reportó una diferencia del 12% en tres años (2016-2018) en sus muestras para cefotaxime.^{69,71,72}

Pseudomona aeruginosa

En Centroamérica la resistencia de *P. aeruginosa* fue mayor en la familia de los carbapenémicos, seguido de ceftazidime y ciprofloxacino. Guatemala fue el único país que tuvo un promedio porcentual mayor del 50% a los carbapenémicos y el que presentó los mayores porcentajes de resistencia a los demás antibióticos (meropenem con 70,6% y amikacina con 35%), en comparación con los demás países de la región. Costa Rica fue el

país que tuvo los promedios porcentuales más bajos de la región; las muestras estudiadas no superaron el 20% de resistencia (imipenem con 16,3% y amikacina con 6,7%). Los países que tuvieron una disminución importante en el porcentaje de resistencia de carbapenémicos a comparación del inicio del periodo de estudio con el final fueron Guatemala (imipenem), El Salvador, Costa Rica (imipenem); el resto de los países tuvieron una diferencia tan marcada en el aumento o disminución de los porcentajes de resistencia de cada año. En México, meropenem fue el antibiótico que tuvo el mayor promedio porcentual de resistencia. La mayoría de antibióticos tuvo una tendencia a la disminución.^{68,69}

En la región del Caribe, solo Republica Dominicana reportó resistencia hacia *P. aeruginosa* en el año 2016-2019, a excepción del 2017. El promedio porcentual más alto de resistencia en este país por *P. aeruginosa* a los antibióticos fue a piperacilina tazobactam (20,8%) y el más bajo a ceftazidime (7,6%). En ese periodo, el porcentaje de resistencia de cada año tuvo una disminución para el 2019 en todos los antibióticos, piperacilina tazobactam fue reportada únicamente en 2016.⁶⁹

Para los países de Sudamérica, *P. aeruginosa* presentó una alta resistencia a los carbapenémicos en la mayoría de los países, con porcentajes similares de resistencia a ciprofloxacino. Brasil, Bolivia y Perú tuvieron promedios porcentuales que superaron el 50% de resistencia a los carbapenémicos; el último país mencionado tuvo el promedio porcentual de resistencia más alto, con el 67% de las muestras con resistencia a imipenem. Los países que reportaron menos resistencia a los antibióticos fueron Colombia, Venezuela, Ecuador y Argentina; sus promedios porcentuales estuvieron entre el 20-35%. Los países que tuvieron una disminución importante en el porcentaje de resistencia de carbapenémicos a comparación del inicio del periodo de estudio con el final, fueron Venezuela y Paraguay. Los otros países no tuvieron una diferencia tan marcada en el aumento o disminución de los porcentajes de resistencia al inicio del periodo de estudio con el final.^{65,64}

Staphylococcus aureus

En Centroamérica la resistencia de *S. aureus* fue muy variada; tres países reportaron en sus estudios a cefoxitina con resistencia. El promedio porcentual más alto para oxacilina fue para Guatemala, Honduras y Costa Rica; para El Salvador fue gentamicina, Nicaragua para cefoxitina y Panamá trimetoprim sulfametoxazol. Guatemala fue el único país que tuvo el promedio porcentual más alto en las muestras reportadas con el 50,1% para oxacilina, seguido de Costa Rica con el 49,9% para el mismo medicamento. Costa Rica y Panamá fueron los países que tuvieron los promedios porcentuales más bajos de la región para trimetoprim sulfametoxazol (1,3%) y gentamicina (1,5%) respectivamente.

Guatemala tuvo un importante aumento en el porcentaje anual en comparación con el inicio del periodo de estudio con el final de oxacilina, Nicaragua con clindamicina y Panamá

con trimetoprim Sulfametoxazol. Mientras, El Salvador y Costa Rica no tuvieron una diferencia tan marcada en el aumento o disminución de los porcentajes de resistencia al inicio del periodo de estudio con el final. México reportó a eritromicina con 34% de resistencia por esta bacteria, siendo el antibiótico con mayor promedio porcentual de resistencia. La mayoría de antibióticos no tuvieron un aumento o disminución en sus porcentajes de resistencias tan significativo.^{68,69}

Cuba solamente reportó información en la base de datos para el año 2018. La cefoxitina tuvo el porcentaje más alto de resistencia con el 100% de las muestras reportadas por *S. aureus*. República Dominicana reportó para el periodo 2016-2019 el promedio porcentual más alto para cefoxitina y oxacilina con 66,8 y 66,9% de resistencia.⁷⁴

En Sudamérica, la resistencia de *S. aureus* para cefoxitina fue muy evidente, siete países tuvieron a este antibiótico con el promedio porcentual más alto. Venezuela fue el único país que no reportó en sus resultados a la cefoxitina. Hay que destacar que Chile fue el país que tuvo el promedio porcentual de resistencia más alto entre los otros países, con el 94,8% de las muestras de *S. aureus* con resistencia a la cefoxitina, seguido de Paraguay con 64% y Perú con 62,6%.

El promedio porcentual de resistencia más bajo reportado para un antibiótico, fue Chile con trimetoprim sulfametoxazol con 0,6% de resistencia. Los países que tuvieron los promedios porcentuales más altos en general, fueron Perú y Chile. Colombia, Argentina y Bolivia no tuvieron una diferencia tan marcada en el aumento o disminución de los porcentajes de resistencia al inicio del periodo de estudio con el final; Bolivia reportó una disminución en el porcentaje de resistencia a trimetoprim sulfametoxazol. Venezuela tuvo una importante disminución en el porcentaje anual a comparación al inicio del periodo de estudio con el final a oxacilina y trimetoprim sulfametoxazol. También Chile reportó una disminución en la resistencia anual de ciprofloxacina y clindamicina; mientras que Paraguay tuvo una disminución en la resistencia a trimetoprim sulfametoxazol. Ecuador y Perú tuvieron un importante aumento en el porcentaje anual a trimetoprim sulfametoxazol.⁶⁹

CONCLUSIONES

Acinetobacter baumannii fue la bacteria que tuvo los mayores registros de multirresistencia en la región de Latinoamérica según los datos consultados en OMS/OPS. En el área de Centroamérica, cuatro países reportaron resistencia al menos a dos grupos de antibióticos. En el Caribe no se evidenció que existiera multirresistencia de esta bacteria, mientras que, en la región de Sudamérica, en países como Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina, Brasil y Paraguay se documentó multirresistencia de *A. baumannii*. Las cefalosporinas, carbapenémicos y piperacilina tazobactam reportaron resistencia por arriba del 50% en promedio en Latinoamérica. La familia de antibióticos que tuvo la resistencia en menos del 50% del total de las muestras fueron los aminoglucósidos y la que en la mayoría de los países tuvo el promedio porcentual de resistencia más bajo.

Klebsiella pneumoniae se encontró como segundo lugar en registrar multirresistencia en la región. Tres países tuvieron resistencias a dos grupos de antibióticos en Centroamérica, mientras que, en el Caribe, *K. pneumoniae* fue reportada con multirresistencia en todos los países. En Sudamérica, Perú, Bolivia, Brasil y Paraguay fueron los países donde se documentó multirresistencia en *K. pneumoniae*. Las familias de antibióticos que superaron el 50% de la resistencia más frecuentemente en Latinoamérica fueron las cefalosporinas y las quinolonas (ciprofloxacino), mientras que los carbapenémicos y piperacilina tazobactam, en la mayoría de países, la resistencia por esta bacteria estuvo por debajo del 50%.

Staphylococcus aureus reportó multirresistencia solamente en El Salvador, Cuba, República Dominicana; en Sudamérica fue documentada la multirresistencia en Perú, Chile y Paraguay. Los antibióticos que superaron el 50% de resistencia por *S. aureus* frecuentemente fueron las cefalosporinas de segunda generación, quinolonas (ciprofloxacino) y oxacilina; fueron cinco países que reportaron multirresistencia por esta bacteria.

Pseudomona aeruginosa no reportó multirresistencia en la región de Centroamérica y el Caribe. En Sudamérica solamente dos países reportaron multirresistencia (Perú y Bolivia). La familia de antibióticos que superó el 50% de la resistencia en Latinoamérica fueron los carbapenémicos, sin embargo, fueron pocos los países que reportaron resistencia hacia esta bacteria y los que lo hicieron se concentraron en el área de Sudamérica.

RECOMENDACIONES

A profesionales de la salud, incentivar la elaboración de estudios nosocomiales sobre resistencia antimicrobiana en cada país de Latinoamérica, mejorando así, la vigilancia epidemiológica en cada institución nosocomial, para el posterior uso de estos datos, en el mejoramiento y control de las infecciones nosocomiales.

A los comités de epidemiología hospitalaria de cada país, fortalecer los sistemas de vigilancia centinela en cada hospital por medio de información actualizada, sobre los microorganismos con mayor resistencia en la región.

A las autoridades de los sistemas de salud de Latinoamérica, fomentar el control de los medicamentos intrahospitalarios en las terapias para evitar el uso irracional de estos medicamentos.

A los laboratorios que forman parte de ReLaVRA, garantizar el monitoreo permanente de la información que es aportada por todas las instituciones que forman esta red, para evitar que los datos de los países se mantengan desactualizados, además lograr la expansión hacia países de la región del Caribe para la participación de todos los países de la región Latinoamericana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vanegas-Múnera JM, Jiménez-Quiceno JN. Resistencia antimicrobiana en el siglo XXI: ¿hacia una era postantibiótica? Rev Fac Nac Salud Pública [en línea]. 2020 [citado 1 jun 2021]; 38 (1): 1–6. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v38n1/2256-3334-rfnsp-38-01-e337759.pdf>
2. Fariña N. Resistencia bacteriana: un problema de salud pública mundial de difícil solución. Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud [en línea]. 2016 [citado 22 Mar 2021]; 14(1): p. 04-05. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1812-95282016000100001&lng=en.
3. OMS. Plan de Acción Mundial Sobre La Resistencia a Los Antimicrobianos. [en línea]. Ginebra: 2016 [citado 20 jun 2021]; p. 1-22. Disponible en: <https://bit.ly/3i88QKx>
4. González Mendoza J, Maguiña Vargas C, González F. La resistencia a los antibióticos: un problema muy serio. Acta méd Lim [en línea] 2019 [consultado el 19 May 2021]; 36 (2): 145-150. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v36n2/a11v36n2.pdf>
5. Quiñones Pérez Dianelys. Resistencia antimicrobiana: evolución y perspectivas actuales ante el enfoque "Una salud". Rev Cubana Med Trop [en línea]. 2017 [citado 20 Jun 2021]; 69(3): p.1-10. Disponible en: <https://bit.ly/2V5WyuI>
6. Da Silva JB, Espinal M, Ramón-Pardo P. Antimicrobial resistance: Time for action. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Heal [en línea]. 2020 [citado 22 Mar 2021]; 44:1–2. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52731>
7. Pardo PR, Sati H, Galas M. Enfoque de una salud en las acciones para enfrentar la resistencia a los antimicrobianos desde una óptica latinoamericana. Rev Peru Med Exp Salud Publica [en línea]. 2018 [citado 22 Abr 2021];35(1): p.103–112. Disponible en: <https://bit.ly/379AOQu>
8. Paho.org. Resistencia a los microbianos [en línea]. Washington: 201?. [citado 5 jun 2021]. Disponible en: <https://www3.paho.org/data/index.php/es/temas/resistencia-antimicrobiana.html>
9. Belloso W. Historia de los antibióticos. Sec Farm Clin [en línea]. 2002 [citado 22 May 2021]; p. 1-4. Disponible en: <https://bit.ly/3rl76eW>
10. Roca AJ. Historia de los Medicamentos. Rev Medicina [en línea] 2008 [citado 5 Jun 2021]; 25 (3), p. 144-148. Disponible en: <https://bit.ly/2TJxQ2a>
11. Ruiz Blázquez J. La prehistoria de los antimicrobianos [en línea]. 2005

[citado 22 Mar 2021]; p. 44-45. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1388840.pdf>

12. Barcat JA. Sobre la historia de la penicilina. La segunda línea. B Aires [en línea]. 2006 [citado 30 Abr 2021]; 66 (4): p. 363–366. Disponible en: <https://www.medicinabuenaosaires.com/demo/revistas/vol66-06/4/Sobre%20la%20historia%20de%20la%20penicilina.pdf>

13. Giraldo-Hoyos N. Historia de la penicilina: más allá de los héroes, una construcción social. Iatreia [en línea]. 2020 [citado 25 Jun 2021];1(1):1–21. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/view/341742>

14. Cué Brugueras M, Morejón García M. Antibacterianos de acción sistémica: Parte III. Sulfonamidas y tetraciclinas. Rev Cub Med Gen Integr [en línea]. 1999 [citado 25 Jun 2021]; 15(2): p.156-167. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-212519990002000008&lng=es.

15. Sierra Benítez EM, León Pérez MQ. Terapia antibacteriana: origen y evolución en el tiempo. Rev Médica Electrónica [en línea]. 2019 [citado 25 Jun 2021]; 41(5): p. 1301–1308. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242019000501300

16. Roca AJ. Historia de los Medicamentos. Rev Medicina [en línea] 2008 [citado 5 Jun 2021]; 25 (3), p. 144-148. Disponible en: http://www.med-informatica.com/OBSERVAMED/PAT/HistoriaMedicamentosAJacomeR_LIBRO-HX_MedicamentosANMdecolombia.pdf

17. Daniel TM. Selman Abraham Waksman and the discovery of streptomycin. Int J Tuberc Lung Dis [en línea]. 2005 [citado 5 Jun 2021]; 9(2):120–2. Disponible en: <https://www.ingentaconnect.com/content/iuatld/ijtd/2005/00000009/00000002/art00002;jsessionid=4h3t3onarwdq.x-ic-live-01#>

18. Katzung, B.; Masters, S. B.; Trevor AJ. Farmacología Básica y Clínica. Madrid: Editorial Lange; 2013. 747–808 p.

19. Brunton LL, Chabner BA, Knollmann BC. Bases farmacológicas de la terapéutica. McGraw-Hill Interamericana. Mexico D.F; 2012. 1030–1083 p.

20. Suárez C, Gudiol F. Beta-lactam antibiotics. Enferm Infecc Microbiol Clin [internet]. 2009 2008 [citado 5 Jun 2021];27(2):p118–129. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-pdf-S0213005X08000323>

21. Daza AM. Mecanismos de Resistencia a Antibióticos de Microorganismos Patógenos De Prioridad 1 [en línea]. 2019 [citado 5 Jun 2021]; p.1–21. Disponible en: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ALEJANDRO MARTIN DAZA.pdf>
22. Lobanovska M, Pilla G. Penicillin's Discovery and Antibiotic Resistance: Lessons for the Future? *Yale Jour Biol Med* [en línea]. 2017 [citado 5 Jun 2021]; 32(1): p.135-145. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5369031/pdf/yjbm_90_1_135.pdf
23. Marie B. Coyle. Manual de Pruebas de Susceptibilidad Antimicrobiana. Librar of Congr [en línea] 2005 [citado 27 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2005/susceptibilidad-antimicrobiana-manual-pruebas-2005.pdf>
24. Obando Pacheco P, Suarez Arrabal MC, Esparza Olcina MJ. Descripción general de los principales grupos de fármacos antimicrobianos. Antibióticos. Guía_ABE. Infecciones en Pediatría [en línea]. 2020 [citado 20 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.guia-abe.es/generalidades-descripcion-general-de-los-principales-grupos-de-farmacos-antimicrobianos-antibioticos->
25. Olarte-Luis T, Cáceres-Galíndez D, Cortés JA. Nuevas cefalosporinas. *Rev Chil infectología* [en línea]. 2018 [citado 29 Jun 2021];35(5): p. 465–475. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182018000500465
26. Angles Yanqui E, Huaranga Marcelo J, Sacsquispe Contreras R, Pampa Espinoza L. Panorama de las carbapenemasas en Perú. *Rev Panam Salud Publica* [en línea]. 2020 [citado 14 Jun 2021]; 44:1–10. Disponible en: www.paho.org/journal%7Chttps://doi.org/10.26633/RPSP.2020.61
27. Birgy A, Bidet P, Genel N, Doit C, Decré D, Arlet G, et al. Phenotypic Screening of Carbapenemases and Associated-Lactamases in Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae. *Journ Clin Microb* [en línea]. 2012 [citado 14 Jun 2021]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31869168/>
28. Waters M, Tadi P. Streptomycin. *StatPearls* [en línea]. 2021 [citado 14 Jun 2021]; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555886/>
29. LiverTox. Clinical and Research Information on Drug Induced Liver Injury [en línea]. 2019 [citado 14 Jun 2021]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK548232/pdf/Bookshelf_NBK548232.pdf
30. Kemnic TR, Coleman M. Trimethoprim Sulfamethoxazole. *StatPearls*

[en línea]. 2020 [citado 15 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513232/>

31. Chávez-Jacobo Víctor M, Ramírez-Díaz Martha I, Silva-Sánchez Jesús, Cervantes Carlos. Resistencia Bacteriana a Quinolonas: Determinantes Codificados en Plásmidos. Rev. educ. bioquím [en línea]. 2015 [citado 15 Jun 2021]; 34(1): p.4-9. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-19952015000100004&lng=es.

32. Calderón G, Aguilar L. Resistencia antimicrobiana: microorganismos más resistentes y antibióticos con menor actividad. Rev médica Costa Rica y Centroamérica [en línea]. 2016 [citado 18 Jun 2021]; 73(621): p.757–763. Disponible en: <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/621/art03.pdf>

33. Vignoli R, Seija V. Principales mecanismos de resistencia antibiótica [en línea]. 2000 [citado 18 Jun 2021]; p. 649–62. Disponible en: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/cefaed2006.htm>

34. Martínez Herrera EO. Collection Medicina y Ciencias de la Salud TI [en línea]. 1 ed. Mexico: ECORFAN; 2019 [citado 18 Jun 2021]. P. 2-11. Disponible en: https://www.ecorfan.org/collections/Collection_Medicina_y_Ciencias_de_la_Salud_TI/Collection_Medicina_y_Ciencias_de_la_Salud_TI.pdf

35. Troncoso C, Pavez M, Santos A, Salazar R, Barrientos Díaz L. Structural and physiological implications of bacterial cell in antibiotic resistance mechanisms. Int J Morphol [en línea]. 2017 [citado 18 Jun 2021]; 35(4): p.1214–1223. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000401214

36. Sussmann OA, Mattos L, Restrepo A. Resistencia bacteriana [en línea]. 2011 [citado 18 Jun 2021]; Disponible en: <https://bloqs.xtec.cat/ferrerfrancesch/files/2009/06/002620resistencia.pdf>

37. C Reygaert W. An overview of the antimicrobial resistance mechanisms of bacteria. AIMS Microbiol [en línea]. 2018 [citado 18 Jun 2021]; 4(3): p.482–501. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6604941/>

38. López Velandia D, Tibaduiza Ballesteros V, Angarita Merchán M. Multi resistant bacteria in isolate echo-systems . Is there a therapeutic alternative ?[en línea]. Rev Electr Medi 2021 [citado 20 Jul 2021];28(2): p. 259–272. Disponible en: http://www.revcmhhabana.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/1622/pdf_319

39. OMS. Resistencia a los antimicrobianos: Proyecto de plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos [en línea]. Washington: 2018 [citado 2 Jul 2021]. p. 8-21. Disponible en:

https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA68/A68_20-sp.pdf

40. OMS. Plan de Acción Regional sobre Resistencia a los Antimicrobianos [internet]. 2015 [citado 2 jul 2021]; p.2-12. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/cd5412-plan-accion-sobre-resistencia-antimicrobianos-2015>

41. OMS. Directrices de la OMS sobre el uso de antimicrobianos de importancia medica en animales destinados a la produccion de alimento: Reseña de política. [internet] 2017 [citado 22 Mar 2021];(4):1–8. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259384/WHO-NMH-FOS-FZD-17.5-spa.pdf?sequence=1>

42. ONUAA. Plan de acción de la FAO sobre la resistencia a los antimicrobianos para 2021-25 [en línea]. Roma: 2021 [citado 10 Jul 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ne859es/ne859es.pdf>

43. Pardo PR, Sati H, Galas M. Enfrentar la resistencia a los antimicrobianos desde una optica latinoamericana "One health". Rev Peru Med Exp Salud Publica [en línea]. 2018 [citado 7 Jul 2021] ;35(1):103–12. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29924255/>

44. Zunino Pablo. Historia y perspectivas del enfoque “Una Salud”. Veterinaria (Montev.) [Internet]. 2018 [citado 17 Jul 2021]; 54(210): p. 46-51. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092018000200046&lng=es.

45. Lipsitch M, Siber GR. How Can Vaccines Contribute to Solving the Antimicrobial Resistance Problem? mBio [en línea]. 2016 [citado 22 Jul 2021] ; 7(3): p. 2-4. Disponible en: <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/mBio.00428-16>

46. OMS. Global Antimicrobial Resistance Surveillance System - Manual for Early Implementation [internet]. 2017 [citado 29 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549400>

47. OMS. Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) Report [en línea]. 2021 [citado 29 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240027336>

48. Migdalia C, Ordoñez G, Valencia E. Políticas sociales en América Latina en los inicios del siglo XXI: innovaciones, inercias y retrocesos. Buenos Aires: CLACSO [en línea] 1 ed 2018 [citado 12 Jul 2021]. Disponible en: http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20181116071335/Políticas_sociales.pdf

49. OPS. Protocolo para el fortalecimiento de la vigilancia de la resistencia

a los antimicrobianos basada en aislamientos en las Américas [internet]. 2021 2017 [citado 2 Jul 2021]; Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/protocolo-para-fortalecimiento-vigilancia-resistencia-antimicrobianos-basada>

50. Ramirez J, Guarner F, Bustos Fernandez L, Maruy A, Sdepanian VL, Cohen H. Antibiotics as Major Disruptors of Gut Microbiota [en línea]. Front. Cell. Infect. Microbio: 2020 [citado 12 Jul 2021]; 10: p. 5-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33330122/>

51. OPS. Prevención y control de infecciones asociadas a la atención de la salud. Recomendaciones [en línea]. Washington: 2017 [citado 19 Jul 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/3lezFiZ>

52. Yu H, Han X, Quiñones Pérez D. La humanidad enfrenta un desastre: la resistencia antimicrobiana. Rev haban cienc méd [Internet]. 2021 [citado 19 Jul 2021]; 20(3): p. 3-7. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2021000300020&lng=es

53. World Health Organization. Implementation manual to prevent and control the spread of carbapenem-resistant organisms at the national and health care facility level: interim practical manual supporting implementation of the Guidelines for the prevention and control of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae, Acinetobacter baumannii and Pseudomonas aeruginosa in health care facilities [en línea]. Geneva: World Health Organization; 2019 [Citado 19 Jul 2021]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/312226>

54. Latorre Barragan MF, Zurita Leal AC, Gudiño Gomezjurado ME. Resistencia de los antibióticos β -lactámicos en países latinoamericanos. Medwave [en línea]. 2019 [citado 15 Jul 2021]; 19(10). Disponible en: <https://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/PuestaDia/Practica/7729.act>

55. Seas C, Garcia, C, Salles MJ, Labarca J, Luna C, Álvarez-Moreno C, et al. (2018). Staphylococcus aureus bloodstream infections in Latin America: Results of a multinational prospective cohort study.[en línea] Jour of Antimi Chem: 2018 [citado 15 Jul 2021]; 73(1): p. 212–222. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jac/dkx350>

56. Frost I, Van Boeckel TP, Pires J, Craig J, Laxminarayan R. Global geographic trends in antimicrobial resistance: The role of international travel. Jour of Trav Med [en línea]. 2019 [citado 15 Jul 2021] (26): p. 4-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31115466/>

57. González Rocha G, Vera Leiva A, Barría Loaiza C, Carrasco Anabalón

S, Lima C, Aguayo Reyes A, et al. Infectología al Día KPC: Klebsiella pneumoniae carbapenemasa, principal carbapenemasa en enterobacterias. Rev Chilena Infectol [en línea] 2017 [citado 16 Jul 2021]; 34 (5): p. 476-484. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182017000500476

58. Logan L, Weinstein RA. The Epidemiology of Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae: The Impact and Evolution of a Global Menace. The Jour of Infect Diseases [en línea]. 2017 [citado 16 Jul 2021] 215(1): S28–36. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28375512/>

59. Bush K, Bradford PA. Epidemiology of Lactamase-Producing Pathogens. Clin Microb Rev [en línea] 2020 [citado 17 Jul 2021]; 33(2): p. 9-22. Disponible en: <https://doi.org/10.1128/CMR.00047-19>.

60. Haddad JM, Ubertaini E, Cabrera OS, Medina M, Garcia J, Rodriguez-Colorado S, et al. Latin American consensus on uncomplicated recurrent urinary tract infection—2018 [en línea]. Intern Urogyn Jour: 2020 [citado 19 Jul 2021]; 31: p. 36–44. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31494690/>

61. Rapoport M, Faccone D, Pasteran F, Ceriana P, Albornoz E, Petroni A, et al. First Description of mcr-1-Mediated Colistin Resistance in Human Infections Caused by Escherichia coli in Latin America. [en línea] 2016 [citado 5 Jul 2021]; 60(7): p. 4412-4413. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27090181/>

62. OPS-OMS. Enterobacterias con resistencia transferible a colistina: Implicaciones para la salud pública en las Américas [en línea]. Washington, D.C. OPS/OMS. 2016 [citado 12 Jul 21]. P. 1-4. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2016/2016-jun-10-alerta-epi-enterob-resist.pdf>

63. Rodríguez CH, Nastro M, Famiglietti A. Carbapenemases in Acinetobacter baumannii. Review of their dissemination in Latin America. Rev Argent Microbiol [Internet]. 2018 [citado 15 Jul 2021];50(3): p. 327–333. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.10.006>

64. Barletta Farías R, Pérez Ponce L, Castro Vega G, Pujol Pérez M. Acinetobacter baumannii multirresistente: un reto para la terapéutica actual. [en línea] Medisur Rev Ciencias Médicas Cienfuegos. 2018 [citado 20 Jul 2021]. 16(2): p.322–334. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medisur/msu-2018/msu182o.pdf>

65. Ponce De Leon A, Merchant S, Raman G, Avendano E, Chan J, Tepichin Hernandez G, et al. Pseudomonas infections among hospitalized adults in

Latin America: a systematic review and meta-analysis. MC Infectious Diseases [en línea]. 2020 [citado 17 Jul 2021]; 20: p. 4-10 Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12879-020-04973-0>

66. Fernández Chica DA, Fragozo Mendoza LC, Villalobos Caballero CA. Tratamiento de la infección del torrente sanguíneo por pseudomona aeruginosa con resistencia a carbapenemicos [en línea]. Biociencias. 2017 [citado 16 Jul 2021];12(2): p.107–122. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/biociencias/article/view/2294/1747>

67. Bou Arévalo G, Chaves Sánchez F, Palomo AO, Oteo Iglesias J. Procedimientos en Microbiología Clínica: Métodos microbiológicos para la vigilancia del estado de portador de bacterias multirresistentes [en línea]. Madrid: SEIMC 2015 [citado 29 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia55.pdf>

68. Jiménez Pearson MA, Galas M, Corso A, Hormazábal JC, Duarte Valderrama C, Salgado Marcano N et al. Consenso Latinoamericano para definir, categorizar y notificar patógenos multirresistentes con resistencia extendida o panresistentes. Rev Panam Salud Publica. 2019 [citado 29 Jun 2021]; 43: e63. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6705331/>

69. Universidad Nacional Autónoma de México. Estado Actual de la Resistencia Antimicrobiana México 2018: Segundo Reporte de los Hospitales de la Red del PUCRA: Resistencia antimicrobiana y consumo de antimicrobianos [internet]. Ciudad de México 2019 [citado 14 Jul 2021]; Disponible en: <http://www.puis.unam.mx/ReportePUCRA2.pdf>

70. paho.org. Porcentajes de resistencia de patógenos seleccionados [en línea]. Washington: 2019 [citado 15 Jul 2021]. Disponible en: <https://www3.paho.org/data/index.php/es/temas/resistencia-antimicrobiana/567-amr-vig-es.html>

71. Quiñones Pérez D, Betancourt González Y, Carmona Cartaya Y, Pereda Novales N, Álvarez Valdivia S, Soe aung M et al. Escherichia coli extraintestinal, resistencia antimicrobiana y producción de betalactamasas en aislados cubanos. Rev Cubana Med Trop [en línea]. 2020 [citado 12 Jul 2021]; 72(3): p. 5-12. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602020000300006&lng=es

72. Perú. Gobierno del Perú. Plan Multisectorial para enfrentar la Resistencia a los Antimicrobianos 2019-2021 [en línea]. Lima: Gob Peru. 2019.

Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per188340anx.pdf>

73. Ministerio de Salud. Plan Nacional de Acción contra la Resistencia Antimicrobiana Abordaje desde la Salud Pública [en línea]. Montevideo 2018 [citado 25 Jun 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/3xiwHMG>

74. Papa-Ezdra R, Caiata L, Palacio R, Outeda M, Cabezas L, Bálsamo A, et al. Prevalence and molecular characterisation of carbapenemase-producing Enterobacterales in an outbreak-free setting in a single hospital in Uruguay. *J Glob Antimicrob Resist* [en línea]. 2021 [citado 28 Jun 2021]; 24: p. 58–62. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33246211/>

75. Arbolaez Goicochea MC, Rodríguez Rodríguez JA, López Berrio S, Hernández González G, Rodríguez Pérez R, Armas Álvarez L. Staphylococcus aureus nosocomial de piel y tejidos blandos. [en línea]. *Act med d Cent* 2016 [citado 6 Jul 2021]; 10(4). Disponible en: <http://www.revactamedicacentro.sld.cu/index.php/amc/article/view/758/1001>

76. Cortés JA, Olarte LT, Cáceres Galíndez D. Nuevas cefalosporinas. [en línea]. *Rev. chil. infectol.* 2018 [citado 28 Jun 2021]; 35 (5): 465-475. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182018000500465&lng=en&nrm=iso&tlng=en

COMPLEMENTARIOS

SIGLARIO

ABC ATP Binding Casette

ADN Ácido desoxirribonucleico

ARN Ácido ribonucleico

ATP Adenosin Triphosphate

AVMA American Veterinay Medicine Association

AWARE Assesing Worldwide Antimicrobial Resistance Evaluation

BLEE Betalactamasas de espectro extendido

EPSs Extracellular polymeric substances

GLASS Global Antimicrobial Resistance Surveillance System

IAAS Infecciones asociadas a la atención de salud

KPC Carbapenemasa de *P. pneumoniae*

MATE Multimicrobiane Toxical Extrusion

MET Multidrug Endosomal Transport

MFS Major Facilitator Super Family

mRNA Ácido ribonucleico mensajero

OIE Organización Mundial de Sanidad Animal

OMS Organización Mundial de la Salud

ONUAA Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

OPS Organización Panamericana de la Salud

PABA Ácido p-aminobenzoico

PBP Penicillin binding proteins

PCR Reacción en cadena de la polimerasa

PIB Producto Interno Bruto

PLISA Plataforma de Información en Salud de las Américas

PUCRA Plan Universitario de Control de la Resistencia Antimicrobiana

QnrA Quinolone resistance gene A

QS Sistema Quorum sensing

RELAVRA Red Latinoamericana de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos

RND Resistance Nodulations Cell Division

SARM Staphylococcus aureus resistente a la meticilina

SMR Small Multidrug Resistance

UCI Unidades de Cuidado Intensivo

ANEXOS

Tabla 1

Matriz del tipo de estudio utilizado

Tipo de estudio	Término utilizado	Número de artículos
Todos los artículos revisados	-----	435
Artículos utilizados	-----	75
Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizado	("Drug Resistance, Bacterial"[MeSH Terms] OR Bacterial Infection) AND (Cross Infection)	2
Revisión sistemática de estudios de cohorte	("Drug Resistance, Bacterial"[MeSH Terms] OR Healthcare Associated Infection) AND (Cross Infection)	2
Transversal descriptivo	("Drug Resistance, Bacterial"[MeSH Terms] OR Microbial Drug Resistance) AND (Prescription Drug Overuse)	9
Reporte de casos	("Drug Resistance, Bacterial"[MeSH Terms] OR Healthcare Associated Infection) AND (Cross Infection)	1
Revisión bibliográfica	("Drug Resistance, Bacterial"[MeSH Terms] OR Healthcare Associated Infection) AND (Cross Infection)	50
Literatura gris	-----	-----

Fuente: Resultados elaborados en base a Descriptores en ciencias de la salud (DeCS) (bvsalud.org) y Medical Subject Heading (MeSH) (nihv.gov)

Tabla 2

Matriz de datos de buscadores y términos utilizados

Buscadores	Términos utilizados y operadores lógicos	
	Español	Ingles
BIREME	Términos DeCS: Farmacorresistencia Microbiana AND Infección Hospitalaria	
	Términos DeCS: Resistencia a Medicamentos AND Transmisión de Enfermedad Infecciosa de Paciente a Profesional	
	Términos DeCS: Resistencia a Múltiples Medicamentos AND Infecciones Relacionadas con Catéteres	
PUBMED		MeSH Terms: Drug Resistance, Bacterial AND Cross Infection: drug effects
		MeSH Terms: Drug Resistance, Bacterial AND Cross Infection: Bacterial/therapy
		MeSH Terms: Drug Resistance, Bacterial AND Cross Infection: epidemiology
		MeSH Terms: Drug Resistance, Bacterial AND Cross Infection: microbiology
Google Scholar	Resistencia antimicrobiana AND Infecciones nosocomiales	Microbial Drug Resistance, AND Cross infection
	América Latina AND Adulto	Latin America AND Adult
SciELO	Resistencia antimicrobiana AND Infecciones Bacterianas	Microbial Drug Resistance AND Bacterial Infections
	Infecciones Nosocomiales AND Resistencia a Múltiples Medicamentos	Healthcare Associated Infection AND Drug Resistance, Multiple, Bacterial
	Servicios de Control de Infección Hospitalaria AND Uso Excesivo de Medicamentos Recetados	Infection Control Services, Hospital AND Prescription Drug Overuse

Fuente: Resultados elaborados en base a Descriptores en ciencias de la salud (DeCS) (bvsalud.org) y Medical Subject Heading (MeSH) (nihv.gov)

Tabla 3

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en México entre 2017 y 2018

Bacteria	Antibiótico	2017	2018	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Ampicilina	0%	100%	100%
	Cefepime	68	87	78
	Ciprofloxacina	71	61	66
	Ampicilina/Sulbactam	44	64	54
	Meropenem	44	64	54
	Ceftazidime	0	52	52
	Piperacilina/Tazobactam	60	40	50
	Amikacina	47	49	48
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ampicilina	100	100	100
	Cefepime	65	68	67
	Ceftriaxona	65	68	67
	Ciprofloxacina	41	50	46
	Piperacilina/Tazobactam	26	24	25
	Amikacina	7	4	6
	Meropenem	4	1	3
	Ertapenem	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Meropenem	30	25	28
	Cefepime	22	23	23
	Ceftazidime	24	20	22
	Amikacina	15	25	20
	Piperacilina/Tazobactam	22	18	20
	Ciprofloxacina	18	21	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	Eritromicina	35	32	34
	Ciprofloxacina	33	30	32
	Clindamicina	36	26	31
	Oxacilina	21	25	23
	Gentamicina	10	8	9
	Trimetoprim Sulfametoxazol	5	5	5
	Linezolid	0	0	0
	Rifampicina	0	0	0
	Vancomicina	0	0	0
<i>Escherichia coli</i>	Ampicilina	88	86	87
	Ciprofloxacina	70	64	67

	Ceftriaxona	69	62	66
	Cefepime	69	62	66
	Piperacilina/Tazobactam	23	18	21
	Amikacina	2	2	2
	Meropenem	0	0	0
	Ertapenem	0	0	0
<i>Enterobacter cloacae</i>	Ceftriaxona	35	33	34
	Piperacilina/Tazobactam	24	26	25
	Cefepime	17	15	16
	Ciprofloxacina	5	14	10
	Meropenem	3	6	5
	Amikacina	0	3	3
	Ertapenem	0	0	0

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 4

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Guatemala entre 2016 y 2019

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	2019	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Ceftazidime	88.4%	89.0	91.8%	86.7%	89%
	Cefepime	87.4	89.7	88.4	80.2	86
	Piperacilina					
	Tazobactam	92.7	-	89.5	74.1	85
	Imipenem	83.6	85.8	87.1	83.4	85
	Amikacina	73.1	52.0			63
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ceftriaxona	79.5		84.0	73.0	79
	Gentamicina	63.4	69.3	67.7	66.7	67
	Ciprofloxacina	66.4	56.6	45.0	43.6	53
	Piperacilina					
	Tazobactam	42.5	-	46.5	38.6	43
	Imipenem	26.2	31.8	32.2	35.5	31
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Meropenem				70.6	71
	Imipenem	54.9	52.5	57.4	43.5	52
	Ciprofloxacino	45.0	42.9	43.4	35.7	42
	Piperacilina					
	Tazobactam	47.6	-	44.3	31.6	41
	Ceftazidime	29.9	52.8	45.5	26.6	39
	Amikacina	47.2	31.6	31.4	30.0	35

<i>Staphylococcus aureus</i>	Oxacilina	43.0	-	40.8	66.6	50
	Ciprofloxacina	40.5	-	35.0	23.8	33
	Clindamicina	38.8	-	32.5	25.2	32
	Gentamicina	15.9	-	17.1	16.5	16
	Trimetoprim-sulfametoxazol	4.7	-	36.1	7.3	16

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 5

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Honduras entre 2016 y 2018

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Imipenem	22.0%	22.0%	83.6%	42.55%
	Ceftazidime	28.0	28.0	-	28.00
	Amikacina	25.0	18.0	-	21.51
	Cefepime	21.0	21.0	-	21.03
	Piperacilina tazobactam	21.0	21.0	-	21.02
	Meropenem	15.0	15.0	-	15.02
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Gentamicina	36.4	28.0	52.2	38.85
	Ciprofloxacina	42.0	23.0	48.2	37.74
	Cefotaxime	21.0	15.0	61.5	32.52
	Ceftriaxona	24.0	0.0	0.0	24.04
	Imipenem	21.0	21.0	25.4	22.46
	Meropenem	18.0	-	-	18.01
	Piperacilina tazobactam	13.0	-	-	13.03
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ciprofloxacino	35.0	35.0	-	35.02
	Ceftazidime	32.0	32.0	-	32.01
	Piperacilina tazobactam	25.0	25.0	-	25.02
	Imipenem	23.0	25.0	-	24.01
	Amikacina	28.0	25.0	11.3	21.44
	Meropenem	18.0	18.0	-	18.01
<i>Staphylococcus aureus</i>	Oxacilina	45.0	45.0	-	45.02
	Cefoxitina	40.0	40.0	-	40
	Ciprofloxacina	39.1	39.1	-	39

Trimetoprim-sulfametoxazol	47.1	47.1	6.9	34
Gentamicina	46.0	46.0	1.8	31
Clindamicina	40.1	40.1	4.4	28

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 6

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en El Salvador entre 2016 y 2019

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	2019	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Amikacina	-	89.04%	-	-	89.04%
	Piperacilina-tazobactam	90.9	89.0	87.0	87.9	88.7
	Cefepime	89.0	88.0	87.0	88.4	88.1
	Imipenem	71.1	70.0	67.0	71.0	69.8
	Meropenem	70.9	70.0	65.9	69.9	69.2
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ceftriaxona	80.1	84.9	87.0	86.0	84.5
	Gentamicina	68.0	75.0	77.0	75.0	73.8
	Ciprofloxacina	61.0	54.0	41.0	52.0	52.0
	Piperacilina tazobactam	39.0	33.0	19.9	20.0	28.0
	Meropenem	20.0	14.1	5.0	5.9	11.2
	Imipenem	20.0	12.9	3.9	6.1	10.7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Imipenem	42.9	38.0	25.9	28.0	33.7
	Piperacilina tazobactam	30.0	27.0	22.0	22.0	25.2
	Meropenem	31.9	28.0	19.0	16.0	23.7
	Ciprofloxacino	27.0	21.0	22.0	24.0	23.5
	Amikacina	-	9.7	-	-	9.7
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ciprofloxacina	52.9	-	61.1	56.1	56.7
	Oxacilina	54.1	57.0	56.0	59.1	56.5
	Clindamicina	51.0	53.0	54.0	48.1	51.5
	Gentamicina	-	-	-	31.2	31.2
	Trimetoprim-sulfametoxazol	9.8	13.9	2.9	6.9	8.4

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 7

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Nicaragua entre 2016 y 2018

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Amikacina	-	-	64.8%	64.79%
	Ceftazidime	74.6	81.3	75.0	77.0
	Cefepime	68.6	73.2	75.4	72.4
	Imipenem	47.0	65.6	64.2	58.9
	Meropenem	47.1	63.9	62.4	57.8
	Piperacilina tazobactam	73.4	74.5	69.6	72.5
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ciprofloxacina	38.6	58.7	70.4	55.9
	Ceftriaxona	62.3	64.4	83.2	70.0
	Cefotaxime	56.4	-	83.1	69.8
	Gentamicina	47.9	62.6	74.2	61.6
	Imipenem	6.1	27.4	32.7	22.0
	Meropenem	9.6	28.2	67.0	34.9
	piperacilina-tazobactam	13.5	40.5	61.8	38.6
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	amikacina	-	-	20.5	20.5
	Ceftazidime	35.6	48.9	39.5	41.3
	ciprofloxacino	25.4	-	40.2	32.8
	Imipenem	25.4	41.1	25.0	30.5
	Meropenem	26.7	34.7	25.5	29.0
	piperacilina-tazobactam	19.5	27.1	19.3	21.9
<i>Staphylococcus aureus</i>	ciprofloxacina	37.2	42.7	27.8	35.9
	clindamicina	27.2	37.7	39.1	34.7
	cefoxitina	55.4	35.5	-	45.4
	gentamicina	18.4	19.2	12.6	16.7
	oxacilina	-	-	42.1	42.1
	trimetoprim-sulfametoxazol	12.3	18.4	14.2	15.0

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 8

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Costa Rica entre 2018 y 2019

Bacteria	Antibiótico	2018	2019	Promedio
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ciprofloxacina	40.76%	22.37%	31.57%
	Cefotaxime	47.8	-	47.8
	Ceftriaxona	-	32.2	32.2
	Gentamicina	33.8	19.7	26.8
	Imipenem	--	2.0	2.0
	Meropenem	0.6	2.6	1.6
	Piperacilina Tazobactam	8.3	8.6	8.4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Amikacina	8.0	5.5	6.7
	Ceftazidime	11.4	16.4	13.9
	Ciprofloxacino	12.5	10.9	11.7
	Imipenem	17.1	15.6	16.3
	Meropenem	15.9	15.8	15.8
	Piperacilina Tazobactam	11.4	15.6	13.5
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ciprofloxacina	21.8	15.3	18.5
	Clindamicina	23.5	19.5	21.5
	Gentamicina	20.7	12.3	16.5
	Oxacilina	51.4	48.3	49.9
	Trimetoprim-Sulfametoxazol	-	1.3	1.3

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 9

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Panamá entre 2016 y 2018

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Piperacilina Tazobactam	74.2%	70.0%	68.4%	70.84%
	Meropenem	72.7	69.1	67.9	69.9
	Ceftazidime	60.5	68.2	63.5	64.1
	Imipenem	58.5	65.7	64.5	62.9
	Cefepime	42.1	51.0	66.4	53.1
	Amikacina	6.9	10.6	0.0	8.8
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ciprofloxacina	37.2	50.0	33.0	40.0
	Cefotaxime	44.5	43.7	36.6	41.6
	Gentamicina	20.7	24.8	22.4	22.6

	Imipenem	5.1	5.6	5.2	5.3
	Meropenem	9.1	9.2	5.9	8.1
	Piperacilina Tazobactam	22.0	20.1	14.0	18.7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Amikacina	12.1	10.7	11.4	11.4
	Ceftazidime	21.3	22.5	18.9	20.9
	Ciprofloxacino	26.4	28.6	23.9	26.3
	Imipenem	36.3	38.4	36.5	37.1
	Meropenem	31.1	29.6	29.1	29.9
	Piperacilina Tazobactam	22.6	24.9	19.4	22.3
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ciprofloxacina	14.8	15.5	14.0	14.8
	Clindamicina	11.3	13.1	12.6	12.3
	Cefoxitina	28.5	23.4	19.2	23.7
	Gentamicina	1.2	1.9	1.5	1.5
	Oxacilina	26.1	24.3	23.5	24.6
	Trimetoprim- Sulfametoxazol	4.8	47.5	30.3	27.5

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 10

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Cuba entre 2016 y 2018

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	Promedio
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Piperacilina Tazobactam	76.7%	83.3%	-	80.00%
	Cefotaxime	-	-	67.4	67.4
	Meropenem	-	43.3	48.8	46.1
	Imipenem	65.6	66.7	0.0	44.1
	Ciprofloxacina	-	46.7	55.3	34.0
	Gentamicina	-	73.3	0.0	24.4
	Ceftriaxona	-	10.0	0.0	10.0
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cefoxitina	-	-	100.0	100.0
	Ciprofloxacina	-	-	67.1	67.1
	Clindamicina	-	-	51.4	51.4
	Trimetoprim- Sulfametoxazol	-	-	35.7	35.7
	Gentamicina	-	-	2.9	2.9

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 11

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en República Dominicana entre 2016 y 2019

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	2019	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Ceftazidime	56.2%	-	42.9%	53.0%	50.7%
	Cefepime	54.7	-	40.0	50.0	48.2
	Piperacilina Tazobactam	51.2	-	20.6	38.9	36.9
	Meropenem	35.2	-	22.9	33.3	30.5
	Imipenem	69.9	62.3	69.3	69.1	67.7
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ceftriaxona	55.6	52.5	67.3	48.6	56.0
	Ciprofloxacina	49.8	44.6	47.2	43.1	46.2
	Gentamicina	12.2	15.2	10.9	10.2	12.1
	Piperacilina Tazobactam	1.5	1.9	-	1.5	1.6
	Meropenem	1.1	1.0	-	1.4	1.2
	Imipenem	20.8	-	-	-	20.8
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Piperacilina Tazobactam	25.5	-	9.6	11.7	15.6
	Ceftazidime	28.2	-	8.0	5.1	13.8
	Meropenem	11.4	-	12.7	16.2	13.5
	Ciprofloxacina	19.5	-	8.2	5.8	11.2
	Imipenem	17.1	-	3.0	2.6	7.6
	Amikacina	61.8	61.1	78.1	66.4	66.9
<i>Staphylococcus aureus</i>	Oxacilina	61.8	60.7	78.1	66.4	66.8
	Cefoxitina	17.9	18.8	13.1	18.9	17.2
	Clindamicina	13.0	15.4	11.0	14.3	13.4
	Ciprofloxacina	4.4	19.2	3.1	2.1	7.2
	Gentamicina	1.5	2.1	5.2	4.3	3.3
	Trimetoprim- Sulfametoxazol	56.2	-	42.9	53.0	50.7

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 12

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Colombia entre 2016 y 2018

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Amikacina	27.8%	26.2%	22.8%	25.6%
	Ceftazidime	29.3	33.4	29.5	30.7
	Cefepime	38.0	39.2	38.2	38.5
	Imipenem	45.2	51.9	47.3	48.1
	Meropenem	42.1	46.9	38.8	42.6
	Piperacilina Tazobactam	46.8	50.5	44.4	47.2
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ciprofloxacina	21.6	21.5	19.9	21.0
	Ceftriaxona	38.6	37.1	38.5	38.1
	Cefotaxime	36.9	31.9	0.0	34.4
	Gentamicina	20.5	20.1	18.9	19.8
	Imipenem	14.5	13.4	13.8	13.9
	Meropenem	14.3	13.2	13.3	13.6
	Piperacilina Tazobactam	27.2	25.8	21.8	24.9
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Amikacina	12.8	11.0	11.6	11.8
	Ceftazidime	19.6	18.1	19.9	19.2
	Ciprofloxacino	17.6	16.9	17.3	17.3
	Imipenem	25.1	23.9	23.6	24.2
	Meropenem	20.3	19.6	20.0	20.0
	Piperacilina Tazobactam	17.8	17.7	18.9	18.1
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ciprofloxacina	4.0	3.7	4.2	3.9
	Clindamicina	8.2	7.7	7.6	7.8
	Cefoxitina	-	-	42.3	42.3
	Gentamicina	3.0	6.2	6.9	5.3
	Oxacilina	34.1	36.1	37.7	36.0
	Trimetoprim-Sulfametoxazol	2.9	2.9	2.9	2.9

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 13

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Venezuela entre 2016 y 2019

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	2019	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Amikacina	33.3%	32.5%	31.3%		32.37%
	Ceftazidime	62.5	35.1	55.2	11.3	41.0
	Cefepime	61.6	36.4	55.0	10.5	40.9
	Imipenem	63.9	37.7	58.6	-	53.4
	Meropenem	59.8	40.9	54.5	-	51.7
	Piperacilina Tazobactam	67.8	59.2	64.3	6.7	49.5
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ciprofloxacina	23.9	35.0	26.4	3.5	22.2
	Ceftriaxona	18.6	33.5	22.7	-	24.9
	Cefotaxime	-	37.8	-	-	37.8
	Gentamicina	15.4	28.0	18.5	6.9	17.2
	Imipenem	12.3	7.3	11.6	-	10.4
	Meropenem	11.2	4.4	10.3	-	8.6
	Piperacilina Tazobactam	21.2	24.5	22.0	6.7	18.6
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Amikacina	29.2	14.7	24.3	12.2	20.1
	Ceftazidime	27.2	20.2	25.3	27.6	25.1
	Ciprofloxacino	42.4	20.5	37.6	39.2	34.9
	Imipenem	42.5	22.8	37.1	30.0	33.1
	Meropenem	33.9	18.3	30.3	30.4	28.2
	Piperacilina Tazobactam	11.9	26.1	14.5	20.7	18.3
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ciprofloxacina	14.2	27.0	17.3	22.0	20.1
	Clindamicina	15.6	25.9	18.3	21.5	20.3
	Gentamicina	9.7	14.2	11.1	11.9	11.7
	Oxacilina	47.3	53.0	49.6	26.4	44.1
	Trimetoprim- Sulfametoxazol	88.0	62.6	80.9	28.0	64.9

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 14

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Ecuador entre 2016 y 2018

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Amikacina	29.1%	42.3%	74.3%	48.56%
	Ceftazidime	42.1	51.5	55.2	49.6
	Cefepime	46.2	62.4	66.1	58.2
	Imipenem	42.9	58.5	66.9	56.1
	Meropenem	37.3	59.6	63.2	53.4
	Piperacilina Tazobactam	42.9	68.1	69.5	60.2
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ciprofloxacina	43.8	44.5	48.6	45.6
	Ceftriaxona	65.9	69.7	66.8	67.5
	Cefotaxime	67.5	68.8	68.3	68.2
	Gentamicina	52.7	47.3	42.2	47.4
	Imipenem	23.2	31.2	30.5	28.3
	Meropenem	23.2	32.6	30.7	28.8
	Piperacilina Tazobactam	37.3	44.3	43.2	41.6
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Amikacina	13.8	9.9	9.8	11.1
	Ceftazidime	23.9	21.2	27.1	24.1
	Ciprofloxacino	31.6	33.4	28.2	31.1
	Imipenem	28.0	34.1	32.6	31.6
	Meropenem	20.4	29.6	28.2	26.1
	Piperacilina Tazobactam	21.3	27.2	21.4	23.3
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ciprofloxacina	12.6	10.1	10.5	11.1
	Clindamicina	25.3	14.3	15.2	18.3
	Cefoxitina	-	-	45.5	45.5
	Gentamicina	13.7	7.4	8.6	9.9
	Oxacilina	48.4	39.7	40.7	42.9
	Trimetoprim- Sulfametoxazol	21.6	49.1	46.9	39.2

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 15

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Perú entre 2016 y 2018

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Amikacina	65.2%	69.6%		67.40%
	Ceftazidime	84.7	76.6	-	80.6
	Cefepime	52.1	40.5	-	46.3
	Imipenem	88.1	76.3	-	82.2
	Meropenem	85.6	77.7	-	81.6
	Piperacilina Tazobactam	79.2	75.7	-	77.4
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ciprofloxacina	50.7	48.7	69.7	56.4
	Ceftriaxona	71.6	-	-	71.6
	Cefotaxime	73.1	71.0	75.6	73.3
	Gentamicina	47.0	34.1	49.3	43.4
	Imipenem	6.5	9.6	52.9	23.0
	Meropenem	5.4	5.6	29.1	13.4
	Piperacilina Tazobactam	14.7	23.7	30.4	23.0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Amikacina	34.4	30.5	45.4	36.8
	Ceftazidime	51.7	47.4	57.1	52.1
	Ciprofloxacino	54.2	48.5	58.0	53.6
	Imipenem	67.0	59.2	73.8	66.7
	Meropenem	65.0	54.7	65.2	61.6
	Piperacilina Tazobactam	29.1	26.3	26.2	27.2
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ciprofloxacina	57.1	28.3	68.8	51.4
	Clindamicina	63.5	35.2	67.5	55.4
	Cefoxitina	66.9	46.6	74.5	62.6
	Gentamicina	54.9	25.0	68.3	49.4
	Oxacilina	60.6	-	-	60.6
	Trimetoprim- Sulfametoxazol	24.4	17.8	45.2	29.1

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 16

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Bolivia entre 2016 y 2018

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Amikacina	42.3%	73.7%	85.0%	67.00%
	Ceftazidime	82.1	86.7	91.1	86.6
	Cefepime	83.7	86.9	92.4	87.7
	Imipenem	76.5	85.4	85.0	82.3
	Meropenem	79.8	84.2	82.7	82.2
	Piperacilina Tazobactam	82.0	83.7	92.9	86.2
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ciprofloxacina	42.2	46.8	53.7	47.5
	Ceftriaxona	62.4	0.0	0.0	62.4
	Cefotaxime	73.9	57.2	76.9	69.4
	Gentamicina	51.1	46.7	60.2	52.7
	Imipenem	0.9	0.3	1.7	1.0
	Meropenem	0.7	0.8	3.5	1.7
	Piperacilina Tazobactam	30.3	29.9	39.5	33.2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Amikacina	36.8	31.9	47.8	38.8
	Ceftazidime	47.9	49.5	62.6	53.3
	Ciprofloxacino	47.4	40.1	73.9	53.8
	Imipenem	54.9	50.3	58.2	54.5
	Meropenem	55.7	50.7	58.5	55.0
	Piperacilina Tazobactam	46.1	23.0	47.1	38.7
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ciprofloxacina	34.0	28.7	27.3	30.0
	Clindamicina	32.8	29.9	35.2	32.6
	Cefoxitina	55.5	53.0	57.4	55.3
	Gentamicina	28.5	27.4	29.4	28.5
	Trimetoprim- Sulfametoxazol	17.6	21.1	5.9	14.9

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 17

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Chile entre 2016 y 2019

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	2019	Promedio
<i>Staphylococcus aureus</i>	Clindamicina	90.2%	90.7%	82.5%	73.9%	84.33%
	Trimetoprim-Sulfametoxazol	83.4	82.9	77.0	69.8	78.3
	Gentamicina	98.2	97.1	94.8	89.1	94.8
	Ciprofloxacina	61.5	58.9	60.6	53.1	58.5
	Cefoxitina	0.3	0.7	0.3	1.0	0.6

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 18

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Argentina entre 2016 y 2018

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Piperacilina Tazobactam	86.2%	86.4%	84.4%	85.64%
	Meropenem	84.9	85.3	82.9	84.4
	Imipenem	84.6	85.1	82.7	84.1
	Ceftazidime	86.8	81.4	76.6	81.6
	Cefepime	80.2	82.0	77.1	79.8
	Amikacina	27.8	28.9	26.6	27.7
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Cefotaxime	64.7	54.8	53.4	57.6
	Ciprofloxacina	50.9	38.8	38.7	42.8
	Gentamicina	49.2	38.1	36.0	41.1
	Piperacilina Tazobactam	37.9	32.9	35.3	35.4
	Meropenem	16.3	14.5	16.1	15.6
	Imipenem	14.8	13.5	15.2	14.5
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ciprofloxacino	26.1	26.0	24.8	25.6
	Imipenem	19.8	21.8	21.4	21.0
	Meropenem	18.6	19.1	19.3	19.0
	Piperacilina Tazobactam	14.9	16.8	18.6	16.8
	Amikacina	14.2	14.4	13.6	14.1
	Ceftazidime	10.1	11.3	12.4	11.3
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cefoxitina	46.5	42.0	41.4	43.3
	Clindamicina	19.1	18.1	18.9	18.7
	Gentamicina	17.4	16.0	15.6	16.3
	Ciprofloxacina	12.3	8.3	7.5	9.4

	Trimetoprim-Sulfametoxazol	5.0	4.7	3.5	4.4
--	----------------------------	-----	-----	-----	-----

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 19

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Brasil en 2016

Bacteria	Antibiótico	2016
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Ceftazidime	86.68%
	Cefepime	86.0
	Meropenem	83.9
	Piperacilina Tazobactam	81.8
	Imipenem	80.3
	Amikacina	41.9
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ceftriaxona	83.2
	Cefotaxime	81.6
	Ciprofloxacina	78.5
	Piperacilina Tazobactam	72.1
	Gentamicina	61.3
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Imipenem	54.8
	Ceftazidime	47.3
	Meropenem	47.3
	Ciprofloxacino	41.4
	Piperacilina Tazobactam	33.5
	Amikacina	30.2
<i>Staphylococcus aureus</i>	Clindamicina	48.5
	Oxacillina	33.1
	Cefoxitina	32.9
	Ciprofloxacina	18.8
	Trimetoprim-Sulfametoxazol	16.2
	Gentamicina	10.5

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

Tabla 20

Porcentaje de resistencia a los antibióticos en Paraguay entre 2016 y 2019

Bacteria	Antibiótico	2016	2017	2018	2019	Promedio
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Imipenem	68.6%	73.0%	78.8%	85.6%	76.52%
	Meropenem	70.3	74.4	77.8	78.1	75.2
	Piperacilina Tazobactam	66.3	68.8	75.5	75.3	71.5
	Ceftazidime	44.6	51.8	52.8	48.3	49.3
	Amikacina	51.2	48.5	40.1	48.5	47.1
	Cefepime	-	1.4	-	-	1.4
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ceftriaxona	-	-	-	67.3	67.3
	Cefotaxime	66.6	66.3	66.4	-	66.4
	Ciprofloxacina	62.2	67.5	67.5	64.5	65.4
	Gentamicina	47.9	50.4	49.6	52.0	50.0
	Piperacilina Tazobactam	43.0	43.8	43.9	50.4	45.3
	Meropenem	16.3	20.6	25.0	27.6	22.4
	Imipenem	13.8	19.8	24.1	26.6	21.0
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Imipenem	52.2	54.6	45.1	44.6	49.1
	Meropenem	49.8	50.9	42.9	39.1	45.6
	Ciprofloxacino	47.4	47.8	42.6	44.2	45.5
	Piperacilina Tazobactam	32.0	40.0	30.9	33.0	34.0
	Ceftazidime	27.8	33.9	25.5	29.8	29.2
	Amikacina	26.3	28.3	20.3	31.0	26.5
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cefoxitina	67.0	63.5	65.0	60.6	64.0
	Oxacilina	67.6	63.2	63.2	56.3	62.6
	Clindamicina	19.7	20.1	19.6	20.0	19.8
	Gentamicina	17.7	21.1	16.4	15.1	17.6
	Ciprofloxacina	12.1	14.0	12.0	7.5	11.4
	Trimetoprim- Sulfametoxazol	14.6	11.4	8.1	3.7	9.4

Fuente: OPS. Resistencia antimicrobiana por patógeno para los países y territorios de las Américas.

ÍNDICE DE ACCESORIOS

Tabla 154

Tabla 254

Tabla 355

Tabla 457

Tabla 557

Tabla 658

Tabla 759

Tabla 860

Tabla 961

Tabla 1062

Tabla 1162

Tabla 1263

Tabla 1364

Tabla 1465

Tabla 1566

Tabla 1666

Tabla 1767

Tabla 18.....68

Tabla 19.....69

Tabla 20.....69