

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Bioquímica y Farmacia

Determinación de los antimicrobianos de mayor resistencia ante las bacterias *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli* en infecciones del tracto urinario en la población adulta latinoamericana, mediante una revisión bibliográfica

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Bioquímico
Farmacéutico

Autores:

Karla Estefanía Urgilés Calle

Carolina Elizabeth Lema Guamán

Director:

Maritza Raphaela Ochoa Castro

ORCID:  0000-0001-8937-6191

Cuenca, Ecuador

2023-09-06

Resumen

Los antimicrobianos son medicamentos que cumplen con un papel fundamental, por la capacidad de controlar las infecciones microbianas, ya que las mismas constituyen una de las principales causas de muerte a nivel global. En el presente estudio se planteó determinar la resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* en población adulta latinoamericana con infecciones del tracto urinario (ITU), mediante una revisión bibliográfica teniendo como pilar fundamental la declaración Prisma. Para ello, se recopiló artículos científicos de diversas bases de datos como; PubMed, Scopus, Science Direct y Scielo, publicados en los últimos 5 años en español, inglés y portugués. Se identificaron diferentes antibióticos a los cuales *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli* presentaron resistencia antimicrobiana, entre ellos, Cefalotina, Ampicilina, Tetraciclina y Ciprofloxacino. De igual manera con las mismas bases, se identificó los antibióticos ante los cuales estos uropatógenos presentaron sensibilidad mencionando la Amikacina, Imipenem, Ceftriaxona y Ertapenem. Mediante esta revisión bibliográfica se espera fomentar el desarrollo de futuros estudios orientados a enfrentar la resistencia microbiana con nuevas estrategias farmacológicas y de tratamiento a nivel local y nacional.

Palabras clave: resistencia antimicrobiana, infecciones del tracto urinario, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, antimicrobianos, Latinoamérica.



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Antimicrobials are drugs that play a fundamental role due to their capacity to control microbial infections, since they are one of the main causes of death worldwide. The present study aims to determine the antimicrobial resistance generated by *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* bacteria in the Latin American adult population with urinary tract infections (UTI), through a literature review based on the Prisma statement. For this purpose, scientific articles were collected from various databases such as; PubMed, Scopus, Science Direct and Scielo, published in the last 5 years in Spanish, English and Portuguese. Different antibiotics to which *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* presented antimicrobial resistance were identified, including Cephalothin, Ampicillin, Tetracycline and Ciprofloxacin. Similarly, on the same basis, the antibiotics to which these uropathogens showed sensitivity were identified, mentioning Amikacin, Imipenem, Ceftriaxone and Ertapenem. By means of this bibliographic review, it is expected to promote the development of future studies oriented to face microbial resistance with new pharmacological and treatment strategies at local and national level.

Keywords: Antimicrobial resistance, Urinary tract infection, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, Antimicrobials, Latin America



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenidos

| | |
|---|-----------|
| Resumen | 2 |
| Abstract | 3 |
| Dedicatoria | 7 |
| Agradecimientos | 9 |
| Capítulo I | 10 |
| Introducción..... | 10 |
| Capítulo II | 12 |
| Marco teórico | 12 |
| 1. Resistencia bacteriana del tracto urinario..... | 12 |
| 1.1. Infección del tracto urinario en la población adulta..... | 12 |
| 1.2. Resistencia a los antimicrobianos..... | 13 |
| 1.3. Resistencia de <i>Escherichia Coli</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i> a los antimicrobianos..... | 14 |
| Capítulo III | 17 |
| Materiales y métodos | 17 |
| 2.1. Tipo de investigación..... | 17 |
| 2.2. Métodos para la recolección de datos..... | 17 |
| 2.2.1. Criterios de inclusión..... | 17 |
| 2.2.2. Criterios de exclusión..... | 18 |
| 2.3. Registro y recopilación de datos..... | 19 |
| Capítulo IV | 21 |
| Resultados | 21 |
| Discusión | 45 |
| Conclusiones y recomendaciones | 48 |
| 5.1. Conclusiones..... | 48 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 48 |
| Referencias | 49 |
| Anexos | 55 |
| Anexo A..... | 55 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Flujograma de selección de artículos..... | 20 |
| Figura 2. Resistencia antibiótica de <i>Escherichia coli</i> aislada de infecciones del tracto urinario (ITU) de la población adulta latinoamericana..... | 34 |
| Figura 3. Resistencia antibiótica de <i>Klebsiella pneumoniae</i> aislada de infecciones del tracto urinario (ITU) de la población adulta latinoamericana..... | 36 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Ecuaciones planteadas para la búsqueda en las bases de datos..... | 18 |
| Tabla 2. Porcentajes de resistencia de <i>Escherichia Coli</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i> a los antimicrobianos en estudios de países latinoamericanos..... | 22 |
| Tabla 3. Porcentaje de sensibilidad de <i>Escherichia Coli</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i> a los antimicrobianos en estudios de países latinoamericanos..... | 37 |

Dedicatoria

El presente proyecto está dedicado a Dios y a mis abuelitos (+) quienes lamentablemente hoy no están conmigo para ver cumplido este sueño, pero tengo el consuelo de que ellos son mis angelitos, quienes cuidan y guían mi camino y por quienes seré mejor cada día.

De todo corazón se lo dedico a mis padres, por confiar en mí, por ser uno de los pilares más importantes de mi vida y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional a pesar de nuestras diferencias. De la misma manera a mis hermanas, que son ellas fuente de inspiración y que gracias a su cariño y apoyo han sido un constante motor que continuamente me ha ido impulsando hasta culminar mi periodo universitario.

Karla Estefanía Urgilés Calle

Dedicatoria

El presente proyecto va dedicado primero a Dios, que me ha bendecido todos los días de mi vida y ha sido la luz de mi camino. A mis padres, Luis y Piedad, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, siempre con su esfuerzo, apoyo y amor incondicional; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Gracias a su motivación constante he logrado cumplir todos mis sueños.

A mis hermanas Digna y Diana, por su cariño incondicional y ser un pilar fundamental en mi vida, por creer en mí y ser mi ejemplo a seguir.

A mi compañera y amiga Karla, que ha sido un gran apoyo durante todos estos años de universidad, haciendo un gran equipo.

Carolina Elizabeth Lema Guamán

Agradecimientos

En primera instancia, agradecemos a Dios y a nuestros padres por brindarnos su apoyo y comprensión a lo largo de nuestra formación académica, siendo un pilar fundamental en estos años. A nuestra tutora de tesis, BQF. Maritza Ochoa Castro, Mgt, por los valiosos conocimientos y tiempo brindado durante todo este proceso.

Gracias Dios por nuestra hermosa amistad durante todos estos años de universidad, que al ser una amistad verdadera nos ha permitido vivir y compartir experiencias que nos han ayudado a ser mejores personas, logrando así llegar juntas a este nuevo escalón de nuestras vidas. Gracias porque a pesar de las adversidades presentadas, aprendimos que siempre hay que sonreír y ser positivas, razón por la cual las actividades realizadas para elaborar el siguiente trabajo, se convirtieron en momentos para disfrutar, compartir y aprender nuevas experiencias.

Finalmente, a nuestra amiga Gabi quien nos ha brindado su apoyo incondicional durante todos estos años, compartiendo muchos momentos y anécdotas que perdurarán siempre en nuestros corazones.

Carolina y Karla

Capítulo I

Introducción

En la actualidad se evidencia que la resistencia antimicrobiana es un problema creciente de salud pública global, asociado a una morbilidad y mortalidad significativa. La resistencia antimicrobiana se considera un gran riesgo ante la prevención y el tratamiento eficaz de un sin número de infecciones, representando un desafío para los microbiólogos clínicos y los especialistas en enfermedades infecciosas (Ponce de León et al., 2018). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que entre los años 2014 y 2016 murieron un millón de personas a causa de este fenómeno, y que para el 2050 morirán 10 millones de personas por año si no se elaboran más estrategias efectivas para combatir la problemática (Carreras et al., 2021). Otro problema de salud a nivel mundial son las Infecciones del Tracto Urinario (ITU), siendo la segunda causa más frecuente de una enfermedad infecciosa en la población femenina (Ponce et al., 2018).

Las infecciones del tracto urinario (ITU) son causadas principalmente por bacterias gramnegativas, en particular *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, organismos productores de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE), siendo enzimas que fenotípicamente se caracterizan por su capacidad de hidrolizar y causar resistencia a penicilinas, cefalosporinas tanto de tercera y cuarta generación y el monobactámico aztreonam, manteniendo la sensibilidad frente carbapenemas, las cefamicinas y las combinaciones de β -lactámicos con inhibidores de β -lactamasas (moléculas con estructura betalactámica que se unen irreversiblemente a estas enzimas, evitando así la inactivación de los antibióticos de esta familia). Es frecuente que estos microorganismos productores de betalactamasas presenten genes de resistencia que codifican para otras enzimas, lo que hace que muestren perfiles de resistencia frente a fluoroquinolonas, aminoglucósidos, tetraciclinas y sulfonamidas, entre otros, lo que restringe las alternativas terapéuticas (Fernandez, 2021).

Los carbapenémicos son considerados los antimicrobianos de elección para el tratamiento de infecciones ocasionadas por productores de BLEE, sin embargo, la prevalencia de carbapenemasas, enzimas que los inactivan, están en aumento en todo el mundo. Esta prevalencia de la resistencia transmisible a los carbapenémicos en Enterobacterales se ha reconocido durante las últimas décadas y su diseminación global ha llegado a ser un problema que una vez iniciado, ha incrementado a un ritmo alarmante (Mazzariol et al., 2017).

La resistencia antimicrobiana es considerada como una problemática importante en la actualidad, ya que las bacterias generan un mecanismo de resistencia a los tratamientos

empíricos que son de primera elección en los procesos infecciosos lo que ha conducido a disminuir cada vez más la eficacia de los antibióticos en su lucha contra las infecciones, siendo *E.coli* el más prevalente, seguido de *K. pneumoniae* (Mazzariol, Bazaj & Cornaglia, 2017). Por lo tanto, la evolución de la resistencia a los antimicrobianos, requiere una reevaluación constante de la terapia antimicrobiana empírica (Santos, 2019).

De acuerdo a lo mencionado, la presente revisión de literatura fue planteada para determinar los antimicrobianos a los cuales son resistentes y sensibles las bacterias *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* en infecciones del tracto urinario en la población adulta latinoamericana, mediante una revisión bibliográfica.

Capítulo II

Marco teórico

1. Resistencia antimicrobiana en infecciones del tracto urinario

1.1. Infección del tracto urinario en la población adulta

La infección del tracto urinario (ITU) se caracteriza por ser un proceso inflamatorio que implica la invasión y multiplicación de microorganismos patógenos en cualquier parte del tracto urinario como uretra, vejiga, uréteres y riñones teniendo el potencial y la capacidad de inducir cambios funcionales y morfológicos (Viquez et al., 2020). La misma puede generar síntomas como sensación de ardor al orinar, urgencia miccional, orina turbia, con sangre o con mal olor, sensación de cansancio acompañado de fiebre, escalofríos y finalmente, dolor en la parte lumbar (Medina Valdivia, 2022).

Las infecciones del tracto urinario son un problema clínico común a lo largo de la vida de las mujeres, ya que ellas se ven más afectadas que los hombres debido a la menor distancia entre la uretra femenina y la vejiga, lo que hace que los colonizadores bacterianos asciendan a las vías urinarias (vejiga, uréteres, riñones) antes de ser eliminados por la micción (Abelson et al., 2018). La ITU se encuentra entre las enfermedades infecciosas más frecuentes a nivel comunitario y es uno de los principales motivos de consulta en el ámbito de atención primaria, considerando un claro predominio en el sexo femenino que puede producirse a cualquier edad. Las mujeres adultas tienen 30 veces más probabilidades que los hombres de desarrollar una ITU, casi la mitad de ellas experimentan al menos un episodio durante su vida, y a pesar de la intervención con antibióticos, del 20 al 30% de las mujeres experimentaron una ITU recurrente dentro de los tres a cuatro meses posteriores a la infección inicial (Tamadonfar et al., 2019). Esto se debe a un aumento progresivo de resistencia que han generado las bacterias a los antibióticos a nivel global, debido al uso indiscriminado y generalizado de los mismos (Mazzariol, Bazaj & Cornaglia, 2017).

Se observa con mayor frecuencia esta infección en mujeres jóvenes sexualmente activas, además se asocia a otros factores de riesgo que facilitan el desarrollo de la infección, tales como, hábitos de micción debido a que la retención de la orina en la vejiga promueve la formación e incremento de colonias bacterianas, también el uso de espermicidas, estreñimiento, factores genéticos, mala higiene de los genitales y disminución de estrógenos. Debido a que estos factores son predisponentes para generar

un ITU se les debe prestar la atención necesaria para mejorar la calidad de vida de la población (Valdevenito & Álvarez, 2018).

1.2. Resistencia a los antimicrobianos

Los antimicrobianos son medicamentos que cumplen con un papel fundamental en el campo de la salud ya que pueden ser utilizados en algunos casos para prevenir o para tratar las infecciones bacterianas y otros agentes biológicos (Serra, 2017). Desde que la sulfonamida y la penicilina se introdujeron en el uso clínico en la década de 1930 y 1940 respectivamente, las personas estaban motivadas por la ilusión de que las enfermedades infecciosas se encontraban totalmente controladas por estos antibióticos, por lo que se supo que existiría una verdadera evolución en el tratamiento de diferentes patologías infecciosas, momento desde el cual se han incorporado a la práctica clínica decenas de familias de antimicrobianos, con actividad frente a bacterias, hongos y parásitos (Sierra-Díaz et al., 2019). Sin embargo, su uso generalizado e indiscriminado impone una fuerte presión de selección para el desarrollo de la resistencia antimicrobiana (Sierra-Díaz et al., 2019). La misma que se define como la capacidad de los microorganismos a resistir a la acción farmacológica de los antibióticos. La resistencia a los antimicrobianos ha participado significativamente en el incremento de los costos médicos, estancias hospitalarias prolongadas y en el aumento de la mortalidad en los últimos años (Serra, 2017).

En la actualidad la resistencia a los antibióticos es una de las mayores amenazas para la salud mundial que puede afectar a cualquier individuo, independientemente de su edad o el país que provenga. En el 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que la resistencia a los antimicrobianos (RAM) es una de las diez principales amenazas de salud pública a las que se enfrenta la humanidad, como consecuencia al excesivo y mal uso de antimicrobianos que da como resultados patógenos farmacorresistentes (Herrera Dután et al., 2021).

Existen múltiples mecanismos por los que las bacterias gramnegativas de la familia Enterobacterales pueden adquirir resistencia al efecto de los antibióticos a) enzimas modificadoras o hidrolizadoras de antibióticos, tales como β -lactamasas o enzimas modificadoras de aminoglucósidos; b) mutación o disminución de expresión de porinas, que reduce la permeabilidad de la membrana a los antibióticos; c) incremento de la actividad o expresión de bombas de expulsión; d) modificación de la diana farmacológica sobre la que actúa el antibiótico, que explica la resistencia a las quinolonas; e) mutación

en la estructura del lipopolisacárido, que explica la resistencia a la colistina (Varela, 2021). Cada bacteria tiene su patrón de resistencia natural que hay que tener presente (Cabrera et al., 2019). Por lo que, en los últimos años, el problema ha empeorado debido a la aparición de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE), enzimas capaces de hidrolizar los antibióticos β -lactámicos, acción que compromete su eficacia clínica (Merchán Reyes et al., 2021). Las BLEE representan un problema de salud pública debido a la alta prevalencia de *E. coli* en la comunidad (Aguinaga et al., 2018). Se han identificado más de 200 tipos de BLEE, codificadas por diferentes genes conocidos como genes *bla*, siendo los más frecuentes TEM, SHV y CTX-M (Galindo, 2018). Asimismo, el mecanismo de resistencia más notable en *K pneumoniae* es la producción carbapenemasas (KPC), siendo una enzima muy prevalente que confiere resistencia a los carbapenems, y por lo tanto, representa una amenaza importante para la salud pública (Mejía, 2022).

1.3. Resistencia de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* a los antimicrobianos

La familia Enterobacterales engloba a los principales agentes etiológicos asociados con infecciones del tracto urinario como: *E.coli* y *K. pneumoniae*, el primer microorganismo mencionado es el más prevalente tanto a nivel local como global, y se encuentra en la categoría de "prioridad crítica" de la OMS por presentar una creciente tasa de resistencia, lo cual ha generado dificultades para seleccionar la terapia empírica adecuada y lograr el éxito del tratamiento en la paciente con ITU (Carreras et al., 2021).

En la actualidad, los β -lactámicos cobran gran importancia debido a su amplio mecanismo de acción frente a estas bacterias, razón por la cual son los antibióticos más prescritos en el mundo y constituyen el 50% del consumo global (Merchán Reyes et al., 2021). Prescribir empíricamente antimicrobianos en las ITU es una práctica común; sin embargo, la resistencia antimicrobiana ha incrementado globalmente, disminuyendo la tasa de efectividad del tratamiento empírico, lo cual conlleva a generar dificultades para erradicar las infecciones del tracto urinario, teniendo grave repercusión en los pacientes (Cabrera et al., 2019).

Los β -lactámicos son la clase tradicional de antibióticos para las infecciones de vías urinarias que son causadas por *E. coli* y *K. pneumoniae*. Ambos géneros producen con frecuencia (BLEE) que confieren resistencia a los antibióticos β -lactámicos; penicilinas, cefalosporinas tanto de tercera y cuarta generación y el monobactámico aztreonam. Sin embargo, estos microorganismos productores de betalactamasas presenten genes de resistencia que codifican para otras enzimas, lo que hace que muestren perfiles de resistencia frente a fluoroquinolonas, aminoglucósidos, y el trimetoprim-sulfametoxazol

(cotrimoxazol). Como consecuencia, estas clases de antibióticos generalmente se asocian con peores resultados cuando el tratamiento debe tener en cuenta la posibilidad de una cepa productora de BLEE (Delgado et al., 2020). También se ha generado resistencia a antibióticos considerados de reserva o última línea disponible, como los carbapenémicos y la colistina (Durán, 2018). La resistencia a quinolonas supera el 20% de las cepas, seguida por la resistencia a cefalosporinas, cercana al 20% y en menor grado, a aminoglucósidos. En especial, para *E. coli* como agente etiológico de ITU como para otras infecciones urológicas, la resistencia a cefuroxima puede llegar al 35% en nuestro medio (Durán, 2018).

A continuación se describen las familias de los antibióticos que son de uso para tratar una ITU.

- **Penicilinas:** Actúan inhibiendo la síntesis de la pared bacteriana frente a *E. coli*, *K. pneumoniae* y bacilos anaerobios Gram negativos. Sin embargo, estos antibióticos son vulnerables a la acción de las betalactamasas y presentan una rápida eliminación del organismo. Se divide en:
 - Bencilpenicilinas: Penicilinas G cristalinas y Penicilinas V.
 - Aminopenicilinas: Amoxicilinas y Ampicilinas.
 - Penicilinas resistentes a Beta-Lactamasas: Meticilina y Oxacilina (Durán, 2018).

La recomendación internacional es no usar empíricamente un antibiótico cuando la resistencia local sobrepasa el 20%, la resistencia de enterobacterias tanto para ampicilina como para cotrimoxazol sobrepasa esta brecha del 20% de resistencia, por lo que no se recomiendan para su uso empírico, si bien cotrimoxazol puede ser una excelente alternativa si se demuestra susceptibilidad en el antibiograma del cultivo (Durán, 2018).

- **Cefalosporinas:** Las cefalosporinas son antibióticos que reemplazan a las penicilinas. Inicialmente las infecciones por cepas BLEE eran un problema confinado al ambiente hospitalario, sin embargo, se ha descrito progresivamente más casos de ITU por enterobacterias, confiriendo resistencia a estos antibióticos (Durán, 2018).
- **Fluoroquinolonas:** son un grupo de antimicrobianos sintéticos, entre las que se encuentran el ácido nalidíxico y las quinolonas fluoradas, como norfloxacin, ciprofloxacina, ofloxacina, levofloxacina, moxifloxacina cuyo espectro de actividad se centra en las bacterias gramnegativas (Quiñones, 2017). La resistencia a ciprofloxacino en ITU presentó un aumento considerable en los últimos años. Para

E. coli, el agente etiológico más frecuente de ITU comunitaria, se describe a nivel global una resistencia a ciprofloxacino de 27% a nivel comunitario y de 38% a nivel hospitalario (Durán, 2018).

- **Carbapenémicos:** Son una clase única de β -lactámicos que presentan el mayor espectro de actividad dentro de los antibióticos; tanto Imipenem, Meropenem y Ertapenem son para uso clínico. El mecanismo más relevante es la presencia de betalactamasas que degradan carbapenémicos llamadas carbapenemasas (Durán, 2018).
- **Aminoglucósidos:** Esta clase de antibióticos ha sido muy utilizada para combatir infecciones bacterianas graves, como por ejemplo infecciones a causa de bacterias Gram negativas, muestran actividad variable frente a las enterobacterias productoras de BLEE, sin embargo, cuando se trata de *E. coli* se observa que la tasa de resistencia a los aminoglucósidos es mayor que cuando la cepa no produce BLEE, siendo Amikacina el antimicrobiano que muestra una menor tasa de resistencia (Hernández et al., 2017).
- **Colistina:** La colistina pertenece al grupo de las polimixinas, considerándose fármacos de último recurso para el tratamiento de pacientes con infecciones causadas por bacterias Gram negativas multirresistentes, especialmente en infecciones graves por *K. pneumoniae*, resistente a los carbapenémicos. La colistina se utiliza a menudo en combinación con otros antibióticos, como tigeciclina, meropenem, gentamicina y fosfomicina para mejorar su espectro y efectividad (Naomi-Matsuoka et al., 2020).

América Latina no es ajena a esta problemática y la diseminación creciente de bacterias resistentes amenaza con el incremento de fallos terapéuticos, incluso a antimicrobianos de última línea; colistina, nitrofurantoína, fosfomicina, amoxicilina/clavulanato, cefuroxima y/o ampicilina/sulbactam (Solís et al., 2022). Sin embargo, en la actualidad la fosfomicina y la nitrofurantoína se prescriben cada vez más en pacientes con ITU, ya que la resistencia no evolucionó tan rápido como a otros fármacos debido a que estos antimicrobianos actúan en múltiples dianas en la célula bacteriana (KOT, 2019).

Capítulo III Materiales y métodos

2.1. Tipo de investigación

La metodología de investigación para el presente trabajo es un diseño documental de tipo descriptivo y consiste en una revisión bibliográfica basada en la recopilación de información proveniente de diversas fuentes científicas confiables que brindaron información relevante y actualizada acerca del tema de estudio, dando una visión universal en la actualidad.

Para formular la pregunta de investigación se utilizó una estrategia de búsqueda bibliográfica, basada en la metodología PICO, cuyo nombre viene del inglés Patient, Intervention, Comparison, Outcome. A continuación, se detallan los componentes clave:

- **P (paciente):** Población adulta latinoamericana con infección del tracto urinario.
- **I (intervención):** Tratamiento antimicrobiano.
- **O (resultados, outcomes):** Frecuencia de la resistencia antimicrobiana generada por *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* en la población adulta latinoamericana con infecciones del tracto urinario.

Pregunta PICO

¿Cuáles son los antimicrobianos a los que presentan resistencia las bacterias *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* en la población adulta latinoamericana con ITU?

2.2. Métodos para la recolección de datos

La recopilación de la información bibliográfica fue principalmente de artículos científicos de tipo observacional mediante la ayuda del motor de búsqueda especializado en la literatura científica, Google académico y a través de la indagación en diferentes bases de datos como PubMed, Scopus, Science Direct y Scielo, para ello se emplearon diferentes ecuaciones de búsqueda (Tabla 1), utilizando operadores booleanos como “AND”, “OR”, “NOT” y términos mesh mencionados como “Resistencia antimicrobiana”, “Infecciones del tracto urinario”, “*Klebsiella pneumoniae*”, “*Escherichia coli*”, “Población adulta”, “Latinoamérica” y “Antimicrobianos”, mismas que permitieron analizar una gran cantidad de información que fue seleccionada en base a los criterios de inclusión, exclusión, palabras claves, lo cual facilitó el acceso a la mejor evidencia científica para generar una conclusión y responder a los objetivos planteados en el tema de investigación.

2.2.1. Criterios de inclusión

- Artículos científicos de tipo observacional, con fecha de publicación desde el año 2017 a 2022.
- Artículos científicos de tipo observacional, a los que se tenga acceso al texto completo de manera libre.
- Artículos de carácter científico con estudios relacionados específicamente con las bacterias *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli*, publicados en inglés, español y portugués.
- Artículos de carácter científico con estudios relacionados a la resistencia antimicrobiana, a los que se tenga acceso al texto completo.
- Artículos de carácter científico con estudios relacionados a infecciones del tracto urinario, en la población adulta latinoamericana.

2.2.2. Criterios exclusión

- Artículos publicados con una fecha anterior al año 2017.
- Artículos científicos a los que no se haya podido tener acceso al texto completo.
- Artículos científicos que mantengan relación con el tema de interés.
- Artículos científicos que no provengan de fuentes científicas.
- Artículos científicos de revisión sistemática, ensayos clínicos.
- Artículos científicos publicados en idiomas diferentes al español, inglés y portugués.
- Artículos científicos cuyos estudios no sean parte de latinoamérica.

Tabla 1. Ecuaciones empleadas para la búsqueda en las bases de datos

| BASE DE DATOS | ECUACIÓN |
|---------------|--|
| PUBMED | ((((((antimicrobial resistance) AND (<i>Klebsiella pneumoniae</i>)) AND (<i>Escherichia coli</i>)) AND (urinary tract infection)) NOT (pregnancy)) NOT (COVID-19)))) |
| SCOPUS | "antimicrobial resistance" AND " <i>Klebsiella pneumoniae</i> " AND " <i>Escherichia coli</i> " AND "urinary tract infection" AND "latin america" AND NOT "pregnancy" |
| SCIELO | ((((("antimicrobial resistance")) AND (<i>Klebsiella pneumoniae</i>)) OR (<i>Escherichia Coli</i>)) AND NOT (respiratory tract infections)))) |

| | |
|---------------|--|
| SCIENCEDIRECT | "antimicrobial resistance" AND " <i>Escherichia Coli</i> " OR " <i>klebsiella pneumoniae</i> " AND "urinary tract" AND "latin america" |
|---------------|--|

2.3. Registro y recopilación de datos

Se realizó la selección de los artículos científicos por parte de las investigadoras de manera blindada, mismos que cumplieron con las características de interés del estudio y que estaban disponibles de manera libre, para ello, se utilizó una herramienta web, Rayyan QCRI que fue desarrollado específicamente para acelerar la selección inicial de resúmenes y títulos de diferentes artículos científicos que se van a importar desde múltiples bases de datos, mediante un proceso semiautomático con el objetivo de mejorar la revisión de la literatura. Primero se eliminaron los artículos duplicados y aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión, además se revisó el título, el abstract y se verificó que el artículo esté completo, además, se solicitó ayuda al tutor en el caso de los artículos que presentaron conflictos en la información.

Al finalizar este proceso se logró seleccionar los artículos científicos para el análisis de la investigación cuya calidad fue evaluada mediante una escala denominada STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology), misma que contiene las recomendaciones expresadas en 22 ítems (Anexo 1) para evaluar la calidad de estudios de tipo observacional. Por último, en base a la guía prisma se elaboró un flujograma para expresar los artículos seleccionados y llevar a cabo el estudio de interés (Figura 1).

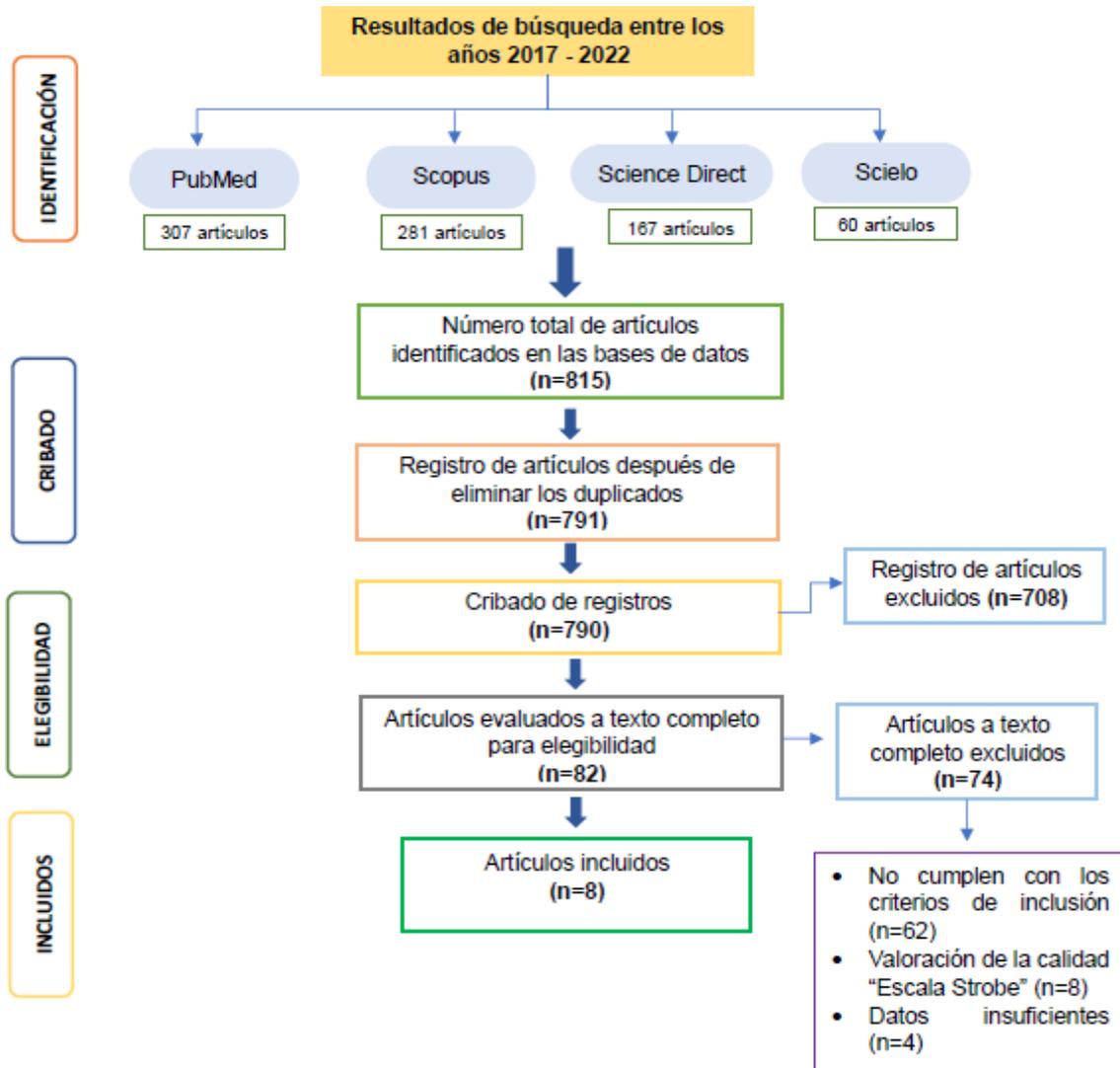


Figura 1. Flujograma de selección de artículo

Capítulo IV

Resultados

Para llevar a cabo la presente revisión de literatura se recolectaron 815 artículos científicos de países latinoamericanos de diferentes bases de datos; PubMed, Scopus, Science Direct y Scielo, mismos que, al aplicar los criterios de inclusión mencionados en la sección metodológica permitió recopilar 8 artículos, siendo estos, estudios observacionales sobre el perfil de resistencia a los antimicrobianos de bacterias Gram negativas: *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* para el análisis final. En la tabla 2 se analizan los principales antibióticos a los cuales estos uropatógenos presentan mayor resistencia.

Tabla 2. Porcentajes de resistencia de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* a los antimicrobianos en estudios de países latinoamericanos

| ARTÍCULO | PAÍS | AUTORES | AÑO | MICROORGANISMO AISLADO | ANTIBIÓTICOS RESISTENTES | % | PRODUCTORES BLEE | % |
|--|--------|---|------|-------------------------------------|-------------------------------|------|------------------|---|
| Susceptibilidad al tratamiento antimicrobiano de primera elección para infecciones del tracto urinario a aislados de <i>Escherichia coli</i> procedentes de muestras de orina de mujeres en la comunidad Sur de Brasil | Brasil | Zuleica Naomi Tanoa, Renata K. Kobayashi, Evelyn Poliana Candido, Juliana Buck Dias, Luis Felipe Perugini, Eliana Carolina Vespero, Wander Rogerio Pavanelli. | 2022 | <i>Escherichia coli</i> n= 5 377 | Cefalotina | 48.5 | - | - |
| | | | | | Ampicilina | 45.7 | - | - |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 29.2 | - | - |
| | | | | | Amoxicilina/ácido clavulánico | 12.5 | - | - |
| | | | | | Cefuroxime | 9.6 | - | - |
| | | | | | Gentamicina | 5.8 | - | - |
| | | | | | Ceftriaxone | 5 | - | - |
| | | | | | Cefepime | 4.8 | - | - |
| | | | | | Nitrofurantoína | 3.6 | - | - |
| | | | | | Piperacilina/tazobactam | 3 | - | - |

| | | | | | | | | |
|---|------|---|------|----------------------------------|----------------------------|------|-------------|------|
| | | | | | Meropenem | 0.4 | - | - |
| | | | | | Ertapenem | 0.4 | - | - |
| | | | | | Amikacina | 0.3 | - | - |
| Resistencia antibiótica de <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus saprophyticus</i> en la infección urinaria de un hospital público | Perú | Jarvis Raraz-Vidal, Henry Allpas-Gomez, Omar Raraz-Vidal. | 2021 | <i>Escherichia coli</i> n= 96 | Amikacina | - | Ceftazidima | 43.8 |
| | | | | | Imipenem | - | Ceftriaxona | 42.7 |
| | | | | | Ertapenem | - | Cefepima | 2.5 |
| | | | | | Ampicilina | 93.9 | Cefotaxima | 51.3 |
| | | | | | Piperacilina | 92.7 | Aztreonam | 38.3 |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 92.7 | - | - |
| | | | | | Tetraciclina | 85.4 | - | - |
| | | | | | Ciprofloxacino | 73.2 | - | - |
| | | | | | Cefuroxime | 66.7 | - | - |

| | | | | | | | | |
|--------------------|-------|--------|--------|------|-------------------------------|------------|----|---|
| | | | | | Levofloxacino | 64.6 | - | - |
| | | | | | Cefepima | 58 | - | - |
| | | | | | Tobramicina | 48.8 | - | - |
| | | | | | Gentamicina | 41.5 | - | - |
| | | | | | Aztreonam | 25.9 | - | - |
| | | | | | Amoxicilina/ácido clavulánico | 23.1 | - | - |
| | | | | | Ceftriaxona | 17.1 | - | - |
| | | | | | Ceftazidima | 13.8 | - | - |
| | | | | | Cefotaxima | 8.8 | - | - |
| | | | | | Meropenem | 4.2 | - | - |
| | | | | | Piperacilina/tazobactam | 1.2 | - | - |
| Resistencia | Chile | Miguel | Meriño | 2021 | <i>Escherichia coli</i> | Ampicilina | 45 | - |

| | | | | | | | | |
|--|----------|--|------|-----------------------------------|----------------------------|------|---|---|
| antimicrobiana en infección del tracto urinario con bacteriuria en el servicio de urgencia de un hospital comunitario de la región de Ñuble, Chile | | Morales Ismael Morales Ojeda, José Badilla Badilla, Cecilia Vallejos Medina | | n= 88 | Ciprofloxacino | 12 | - | - |
| | | | | | Nitrofurantoina | 0.5 | - | - |
| | | | | | Gentamicina | 0.3 | - | - |
| | | | | | Ceftriaxona | 0.3 | - | - |
| | | | | | Cefadroxilo | 0.2 | - | - |
| <i>Escherichia coli</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i> productoras de CTX-M aisladas de infecciones urinarias adquiridas en la comunidad en Valledupar, Colombia | Colombia | Pedro Martínez, Denisse Garzón, Salim Mattar | 2021 | <i>Escherichia coli</i> n= 102 | Tetraciclina | 60.8 | - | - |
| | | | | | Trimetoprim/Sulfametoxazol | 50 | - | - |
| | | | | | Ciprofloxacino | 38.2 | - | - |
| | | | | | Tobramicina | 21.6 | - | - |
| | | | | | Ceftazidima | 12.7 | - | - |
| Ceftriaxona | 12.7 | - | - | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---------------------------------------|----------------------------|------|---|---|
| | | | | | Cefepime | 12.7 | - | - |
| | | | | | Aztreonam | 12.7 | - | - |
| | | | | | Amikacina | 11.8 | - | - |
| | | | | | Imipenem | 0 | - | - |
| | | | | | Ertapenem | 0 | - | - |
| | | | | <i>Klebsiella pneumoniae</i> n= 21 | Ciprofloxacino | 33.3 | - | - |
| | | | | | Tobramicina | 28.6 | - | - |
| | | | | | Ceftazidima | 23.8 | - | - |
| | | | | | Ceftriaxona | 23.8 | - | - |
| | | | | | Cefepime | 23.8 | - | - |
| | | | | | Aztreonam | 23.8 | - | - |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 23.8 | - | - |

| | | | | | | | | |
|---|--------|---|------|--------------------------------------|----------------------------|------|---|---|
| | | | | | Tetraciclina | 19 | - | - |
| | | | | | Amikacina | 14.3 | - | - |
| | | | | | Ertapenem | 0 | - | - |
| | | | | | Imipenem | 0 | - | - |
| Resistencia antimicrobiana y consumo de antibióticos en hospitales mexicanos | México | María Guadalupe Miranda-Novales, Karen Flores-Moreno, Yolanda López- Vidal, Mauricio Rodríguez-Álvarez, Fortino Solórzano-Santos, José Luis Soto-Hernández, Samuel Ponce de León-Rosales. | 2020 | <i>Escherichia coli</i> n= 11 056 | Ampicilina | 81 | - | - |
| | | | | | Ciprofloxacino | 65 | - | - |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 57 | - | - |
| | | | | | Cefuroxime | 48 | - | - |
| | | | | | Cefotaxime/Ceftriaxone | 48 | - | - |
| | | | | | Ceftazidime | 48 | - | - |
| | | | | | Cefepime | 48 | - | - |
| | | | | | Nitrofurantoina | 8.5 | - | - |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|----------------------------|------|---|---|
| | | | | | Amikacina | 2.5 | - | - |
| | | | | | Imipenem | 0.8 | - | - |
| | | | | | Meropenem | 0.6 | - | - |
| | | | | <i>Klebsiella pneumoniae</i> n= 1 095 | Ampicilina | 100 | - | - |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 62,5 | - | - |
| | | | | | Cefuroxima | 57,5 | - | - |
| | | | | | Cefotaxima/Ceftriaxona | 57,5 | - | - |
| | | | | | Ceftazidima | 57,5 | - | - |
| | | | | | Cefepima | 57,5 | - | - |
| | | | | | Nitrofurantoína | 52 | - | - |
| | | | | | Ciprofloxacina | 49 | - | - |
| | | | | | Imipenem | 9,2 | - | - |

| | | | | | | | | |
|---|--------|---|------|-------------------------------------|----------------|-------|---|---|
| | | | | | Meropenem | 6,5 | - | - |
| | | | | | Amikacina | 4,5 | - | - |
| Resistencia a los antibióticos. Perfil microbiológico de las infecciones urinarias en México | México | Erick Sierra-Díaz, Cesar J. Hernández-Ríos, Alejandro Bravo-Cuellar | 2018 | <i>Escherichia coli</i> n= 1 512 | Ampicilina | 82.60 | | |
| | | | | | Ciprofloxacino | 79.55 | - | - |
| | | | | | Moxifloxacino | 78.84 | - | - |
| | | | | | Levofloxacino | 77.62 | - | - |
| | | | | | Cefazolina | 53.00 | - | - |
| | | | | | Ceftazidima | 50.46 | - | - |
| | | | | | Cefepima | 50.05 | - | - |
| | | | | | Aztreonam | 49.85 | - | - |
| | | | | | Ceftriaxona | 49.64 | - | - |
| | | | | | Cefotaxima | 49.64 | - | - |

| | | | | | | | | |
|---|---------|---|------|----------------------------------|-------------------------------|-------|---|---|
| | | | | | Gentamicina | 43.13 | - | - |
| | | | | | Tobramicina | 42.52 | - | - |
| | | | | | Ticarcilina/ácido clavulánico | 8.44 | - | - |
| | | | | | Piperacilina/tazobactam | 4.37 | - | - |
| | | | | | Amikacina | 2.14 | - | - |
| | | | | | Cefotetan | 1.83 | - | - |
| | | | | | Meropenem | 0.41 | - | - |
| | | | | | Imipenem | 0.31 | - | - |
| Resistencia y sensibilidad bacteriana en urocultivos en una población de mujeres de Ecuador. | Ecuador | José A. Durán Chávez, Andrea R. Pérez Castillo, Denys A. Quispe Alcocer, Wendy Y. Guamán Flores, Marilin. E | 2018 | <i>Escherichia coli</i> n= 98 | Ampicilina | 86 | - | - |
| | | | | | Ciprofloxacina | 55 | - | - |
| | | | | | Norfloxacina | 53 | - | - |
| | | | | | Fosfomicina | 27 | - | - |

| | | | | | | | | |
|--|-----------|--|------|-----------------------------------|----------------------------|------|---|---|
| | | Jaramillo Puga, Diana E. Ormaza Buitrón | | | Ceftriaxona | 22 | - | - |
| | | | | | Ampicilina/sulbactam | 22 | - | - |
| | | | | | Cefuroxima | 20 | - | - |
| | | | | | Gentamicina | 12 | - | - |
| | | | | | Nitrofurantoína | 12 | - | - |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 1 | - | - |
| Infección urinaria no complicada en mujeres: etiología y resistencia a los antimicrobianos. | Argentina | Diego Federico Baenas, Hugo J Palmieri, Juan Manuel Alomar, Joaquín Horacio Álvarez Garzón, Leandro Berenguer, Mario Vilaró, Ricardo Arturo Albertini. | 2017 | <i>Escherichia coli</i> n= 496 | Ampicilina | 47.8 | - | - |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 28.6 | - | - |
| | | | | | Ampicilina/sulbactam | 19.6 | - | - |
| | | | | | Cefalexina | 9.5 | - | - |
| | | | | | Ciprofloxacina | 7.9 | - | - |
| | | | | | Nitrofurantoína | 0.4 | - | - |

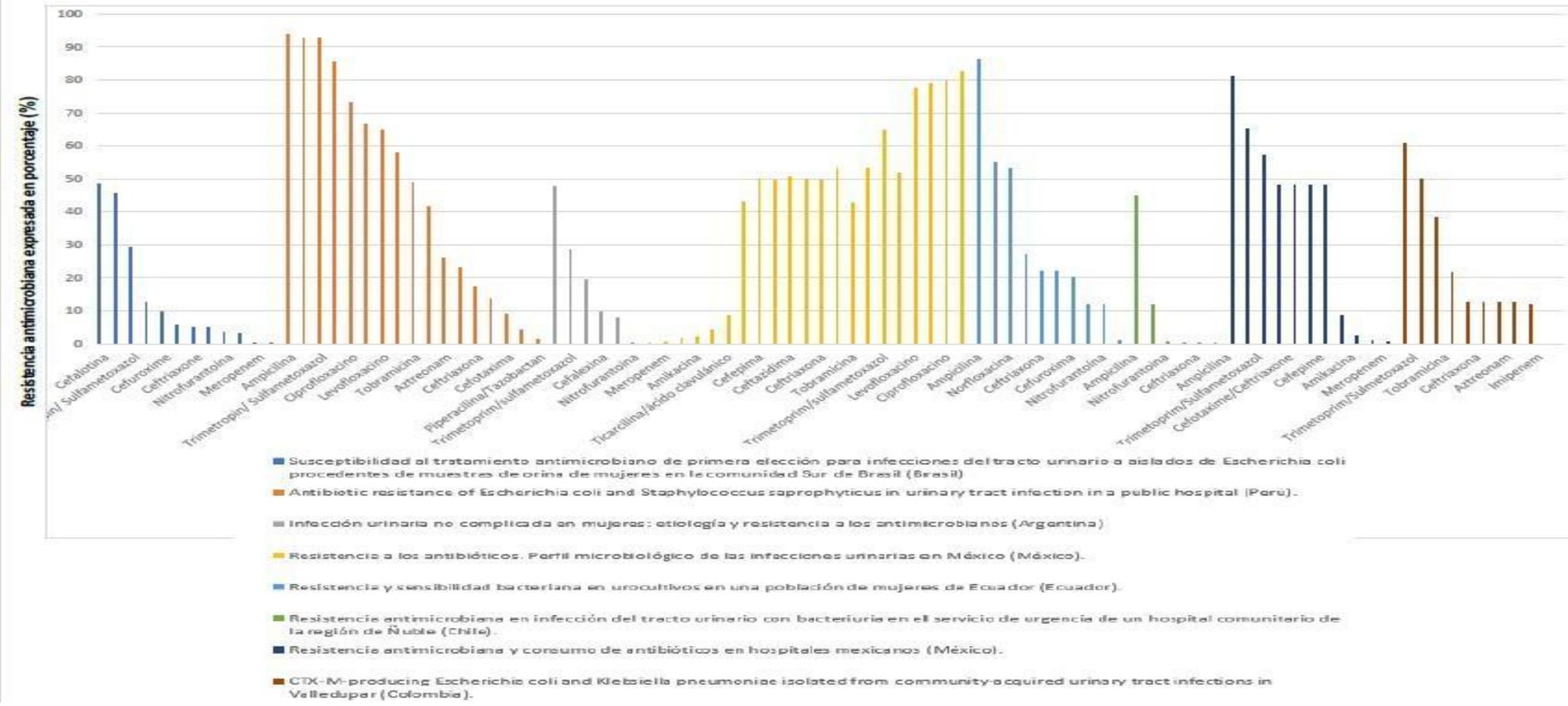
| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---------------------------------------|----------------------------|------|---|---|
| | | | | <i>Klebsiella pneumoniae</i> n= 27 | Ampicilina | 100 | - | - |
| | | | | | Ampicilina/sulbactam | 25.9 | - | - |
| | | | | | Nitrofurantoína | 18.5 | - | - |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 14.8 | - | - |
| | | | | | Cefalexina | 11.1 | - | - |
| | | | | | Ciprofloxacina | 0 | - | - |

Se analizan los artículos científicos seleccionados en cuanto a la resistencia de los antimicrobianos en la población adulta con infección del tracto urinario en los últimos 5 años. En un estudio realizado en Perú los autores Raraz, Allpas & Raraz, 2021; reportaron un perfil de resistencia de 93.9%, y en Ecuador, Duran et al., 2018; reportó una resistencia de 86% ante ampicilina. Los hallazgos en México por los autores Sierra, Hernández, & Bravo, 2018; quienes evidencian una resistencia de 82.60% al mismo antibiótico. En cuanto a los cambios de perfil de resistencia en Chile por Morales et al., 2021 y en Argentina por Baenas et al., 2017; informaban que *E. coli* tenía un porcentaje de resistencia menor con un valor de 45% y 47.8% respectivamente frente a ampicilina. Por el contrario, al comparar los resultados con el estudio brasileño por Tanoa et al., 2022; reporta que *E. coli* presenta resistencia principalmente a Cefalotina con un 48.5%, y los reportados por Martínez, Garzón & Mattar, 2021, en Colombia, *E. coli* presenta resistencia a Tetraciclina con un porcentaje de 60.80% y para *K. pneumoniae* a

ciprofloxacina con 33.3%. Cabe destacar que en la investigación realizada en Argentina por Baenas et al., 2017; y en México por el autor Miranda et al., 2020, reportan que *K. pneumoniae* presenta una resistencia del 100% al mismo antibiótico. A pesar de haber sido considerado como uno de los antibióticos β -lactámicos extensamente utilizado para tratar infecciones bacterianas desde el año 1961 (Tabla 2).

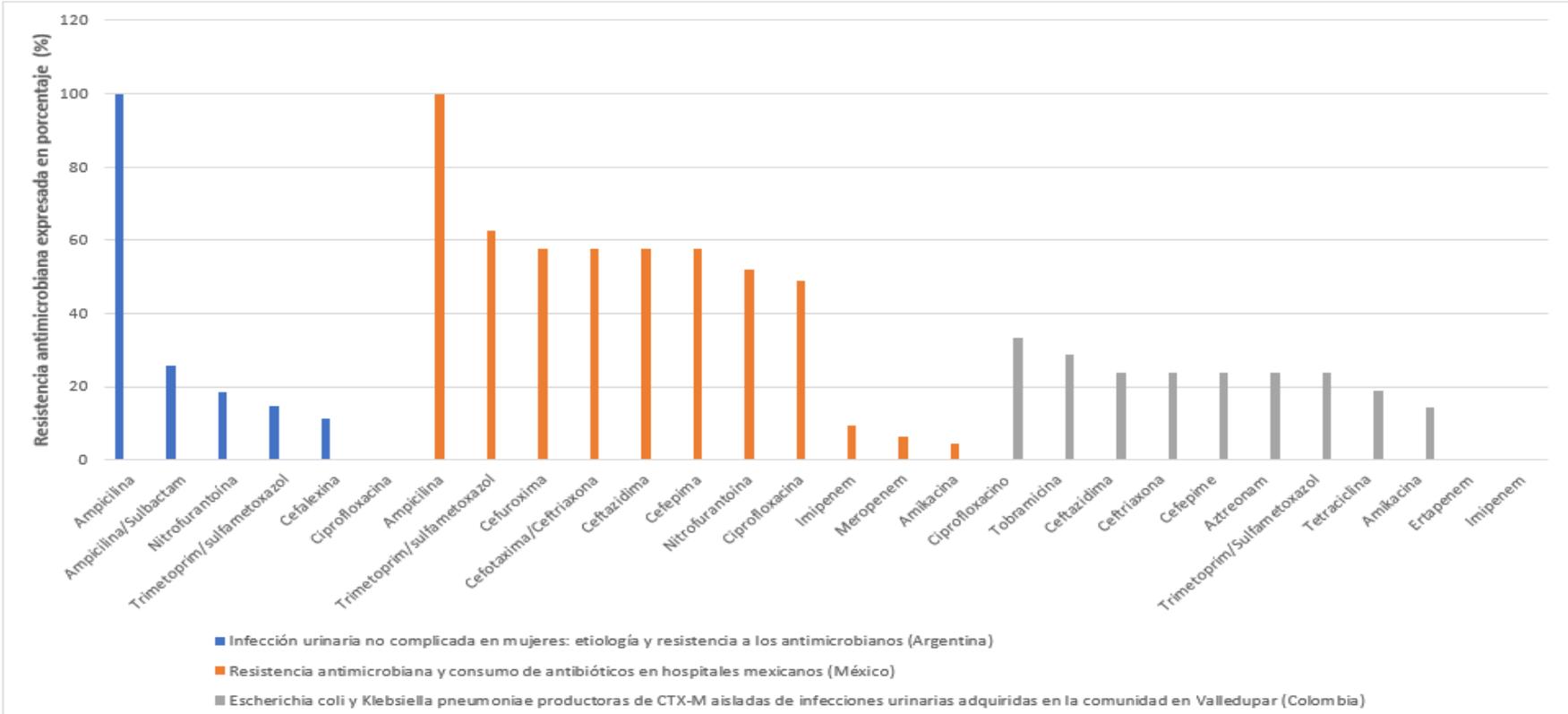
Por otra parte, dentro de los artículos analizados, Raraz, Allpas & Raraz, 2021 en el Perú, reporta la producción de BLEE por *E. coli*, la misma que presenta una resistencia a Cefotaxima con un porcentaje del 51.3%, mientras que cefepime presentó una baja tasa de resistencia con 2.5% ante esta cepa. La producción de BLEE se relaciona con fallas terapéuticas y es un serio problema para el control de infecciones mostrando un alto nivel de resistencia a los antimicrobianos comúnmente y disminuyendo las opciones terapéuticas para tratamientos empíricos (Tabla 2) (Méndez, 2017).

Figura 2. Resistencia antibiótica de Escherichia coli aislada de infecciones del tracto urinario (ITU) de la población adulta latinoamericana



Según los autores Raraz, Allpas & Raraz, 2022, en el Perú; Ecuador por Duran et al., 2018; México por Sierra, Hernández, Bravo y Baenas et al., 2017 en Argentina; destacaron que *Escherichia coli* reportó predominio con altas tasas de resistencia a Ampicilina. Por el contrario, en Brasil Tanoa et al., 2022; demostró que, este agente patógeno presenta resistencia a cefalotina con un porcentaje de 48.5%, además Martínez, Garzón & Mattar, 2021 en un estudio colombiano reporta resistencia de *Escherichia coli* ante el antibiótico tetraciclina con un resultado de 60.48%, el cual predomina de los otros antibióticos (Figura 2).

Figura 3. Resistencia antibiótica de *Klebsiella pneumoniae* aislada de infecciones del tracto urinario (ITU) de la población adulta latinoamericana



En relación a la resistencia bacteriana frente a los antibióticos analizados, los autores Sierra, Hernández, Bravo, 2018, en Argentina y Miranda et al., 2020, en México, reportan en *Klebsiella pneumoniae* una resistencia del 100% a Ampicilina. Sin embargo, en Colombia los autores Martínez, Garzón & Mattar, 2021 informaron que este agente patógeno presenta el 33,3 % de resistencia frente a Ciprofloxacino (Figura 3).

Tabla 3. Porcentaje de sensibilidad de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* a los antimicrobianos en estudios de países latinoamericanos

| ARTÍCULO | PAÍS | AUTORES | AÑO | MICROORGANISMO AISLADO | ANTIBIÓTICOS SENSIBLES | % |
|--|--------|---|------|-------------------------------------|-------------------------|------|
| Susceptibilidad al tratamiento antimicrobiano de primera elección para infecciones del tracto urinario a aislados de <i>Escherichia coli</i> procedentes de muestras de orina de mujeres en la comunidad Sur de Brasil | Brasil | Zuleica Naomi Tano, Renata K. Kobayashi, Evelyn Poliana Candido, Juliana Buck Dias, Luis Felipe Perugini, Eliana Carolina Vespero, Wander Rogerio Pavanelli | 2022 | <i>Escherichia coli</i> n= 5 377 | Amikacina | 99.7 |
| | | | | | Ertapenem | 99.6 |
| | | | | | Meropenem | 99.6 |
| | | | | | Piperacilina/tazobactam | 97 |
| | | | | | Nitrofurantoína | 96.4 |
| | | | | | Cefepime | 95.2 |
| | | | | | Ceftriaxone | 95 |
| | | | | | Gentamicina | 94.2 |

| | | | | | | |
|---|------|--|------|----------------------------------|-------------------------------|------|
| | | | | | Cefuroxime | 90.4 |
| | | | | | Amoxicilina/acido clavulanico | 87.5 |
| | | | | | Trimetropina/Sulfametoxazol | 70.8 |
| | | | | | Ampicilina | 54.3 |
| | | | | | Cefalotina | 51.5 |
| Resistencia antibiótica de <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus saprophyticus</i> en la infección urinaria de un hospital público | Perú | Jarvis Raraz-Vidal, Henry Allpas-Gomez, Omar Raraz-Vidal | 2021 | <i>Escherichia coli</i> n= 96 | Amikacina | 100 |
| | | | | | Imipenem | 100 |
| | | | | | Ertapenem | 98.8 |
| | | | | | Piperacilina/tazobactam | 96.3 |
| | | | | | Meropenem | 95.8 |
| | | | | | Gentamicina | 51.2 |
| | | | | | Tobramicina | 46.3 |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|-------------------------------|------|
| | | | | | Ceftazidima | 40 |
| | | | | | Ceftriaxona | 37.8 |
| | | | | | Cefepima | 37 |
| | | | | | Cefotaxima | 35 |
| | | | | | Cefuroxima | 29.6 |
| | | | | | Aztreonam | - |
| | | | | | Amoxicilina/ácido clavulánico | 23.1 |
| | | | | | Ciprofloxacino | 20.7 |
| | | | | | Levofloxacino | 19.5 |
| | | | | | Tetraciclina | 12.2 |
| | | | | | Trimetropin/ Sulfametoxazol | 7.3 |
| | | | | | Piperacilina | 4.9 |

| | | | | | | |
|---|----------|--|------|-----------------------------------|----------------------------|-------|
| | | | | | Ampicilina | 3.7 |
| CTX-M-producing <i>Escherichia coli</i> and <i>Klebsiella pneumoniae</i> isolated from community-acquired urinary tract infections in Valledupar, Colombia | Colombia | Pedro Martinez, Denisse Garzón, Salim Mattar | 2021 | <i>Escherichia coli</i> n= 102 | Ertapenem | 100 |
| | | | | | Imipenem | 100 |
| | | | | | Amikacina | 88.20 |
| | | | | | Ceftazidima | 87.3 |
| | | | | | Ceftriaxona | 87.3 |
| | | | | | Cefepime | 87.3 |
| | | | | | Aztreonam | 87.3 |
| | | | | | Tobramicina | 78.4 |
| | | | | | Ciprofloxacino | 61.8 |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 50 |
| | | | | | Tetraciclina | 39.2 |

| | | | | | | |
|--------------------------|--------|--------------------|------|---------------------------------------|----------------------------|-------|
| | | | | <i>Klebsiella pneumoniae</i> n= 21 | Ertapenem | 100 |
| | | | | | Imipenem | 100 |
| | | | | | Amikacina | 85.7 |
| | | | | | Ceftazidima | 76.2 |
| | | | | | Ceftriaxona | 76.2 |
| | | | | | Cefepime | 23.8 |
| | | | | | Aztreonam | 23.8 |
| | | | | | Tobramicina | 71.4 |
| | | | | | Ciprofloxacino | 66.7 |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 76.2 |
| | | | | | Tetraciclina | 81 |
| Resistencia a los | México | Erick Sierra-Díaz, | 2018 | <i>Escherichia coli</i> | Imipenem | 99.69 |

| | | | | | | |
|---|-------|--|--|----------|-------------------------------|-------|
| antibióticos. Perfil microbiológico de las infecciones urinarias en México | | Cesar J. Hernández-Ríos, Alejandro Bravo-Cuellar | | n= 1 512 | Meropenem | 99.49 |
| | | | | | Cefotetan | 97.25 |
| | | | | | Amikacina | 95.02 |
| | | | | | Piperacilina/tazobactam | 87.49 |
| | | | | | Ticarcilina/ácido clavulánico | 63.17 |
| | | | | | Gentamicina | 56.26 |
| | | | | | Cefepima | 49.95 |
| | | | | | Cefotaxima | 49.64 |
| | | | | | Ceftazidima | 49.44 |
| | | | | | Aztreonam | 49.24 |
| Ceftriaxona | 48.93 | | | | | |
| Cefazolina | 45.37 | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---------|---|------|----------------------------------|----------------------------|-------|
| | | | | | Tobramicina | 47.30 |
| | | | | | Cefuroxima | 43.64 |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 35.30 |
| | | | | | Ampicilina/ Sulbactam | 23.70 |
| | | | | | Levofloxacino | 20.45 |
| | | | | | Moxifloxacino | 20.45 |
| | | | | | Ciprofloxacino | 19.94 |
| | | | | | Ampicilina | 19.86 |
| Resistencia y sensibilidad bacteriana en urocultivos en una población de mujeres de Ecuador. | Ecuador | José A. Durán Chávez, Andrea R. Pérez Castillo, Denys A. Quispe Alcocer, Wendy Y. Guamán | 2018 | <i>Escherichia coli</i> n= 98 | Ceftriaxona | 70 |
| | | | | | Fosfomicina | 62 |
| | | | | | Gentamicina | 60 |
| | | | | | Cefuroxima | 55 |

| | | | | | | |
|--|--|---|--|--|----------------------------|----|
| | | Flores, Marilin. E Jaramillo Puga, Diana E. Ormaza Buitrón | | | Nitrofurantoína | 53 |
| | | | | | Ciprofloxacina | 40 |
| | | | | | Norfloxacina | 40 |
| | | | | | Ampicilina/sulbactam | 37 |
| | | | | | Ampicilina | 1 |
| | | | | | Trimetoprim/sulfametoxazol | 1 |

Se analizó el perfil de sensibilidad de los agentes patógenos antimicrobianos causantes de ITU, *E. coli* y *K. pneumoniae*. Según los autores Raraz, Allpas & Raraz, 2021, en el Perú, *E. coli* reportó una elevada tasa de sensibilidad con un porcentaje del 100% ante amikacina, mientras que en Brasil, Tanoa et al., 2022 mostró un resultado semejante con 99.7% para amikacina, seguido de ertapenem y meropenem con 99.6%, También en México por los autores Sierra, Hernández, Bravo, 2018 y Martínez, Garzón & Mattar, 2021, en Colombia, *E. coli* se mostró sensible a los carbapenémicos, con un intervalo del 99 al 100% a imipenem, meropenem y ertapenem. Siendo Colombia el país que representa mayor sensibilidad a ertapenem tanto en *E. coli* y *K. pneumoniae*. El reporte del perfil de sensibilidad en el Ecuador por el autor Duran et al., 2018 la ceftriaxona para *E. coli* se encuentra en un 70%, siendo una cefalosporina de tercera generación más efectiva debido a su elevada semivida de eliminación (Tabla 3).

Discusión

Es necesario mencionar que en gran parte de esta revisión bibliográfica; los microorganismos que desencadenan frecuentemente una ITU son citados como agentes causales más comunes en el ámbito de la salud. Entre estos agentes patológicos se encuentran *E. coli* y *K. pneumoniae* como agentes que causan alteraciones del tracto urinario; y como se ha mencionado antes, su tratamiento farmacológico es muy variable de país a país, e incluso en un mismo país se modifica al transcurrir los años, apoyando de que existe un constante y acelerado aumento de la resistencia al tratamiento con antimicrobianos de uso común y por ende se está optando por el uso de antimicrobianos de reserva, por lo cual se aprecia su uso de cada vez más predominante en Latinoamérica.

Numerosos estudios que se relacionan a continuación con el trabajo investigativo, han explorado la asociación entre la administración de un antibiótico, la resistencia y la sensibilidad a este. Por lo que, la resistencia antimicrobiana en ITU realizado en aislamientos de *E. coli* mostró altos niveles de resistencia a ampicilina donde los autores Raraz, Allpas & Raraz, 2021; reportaron en Perú un perfil de resistencia de 93.9%, en el Ecuador por Duran et al., 2018; una resistencia de 86%, asimismo hallazgos que coinciden en México por Sierra, Hernández, Bravo, 2018 que evidenció una resistencia del 82.60%, muy similar a un estudio en Cuba realizado por Marreno et al., 2015; donde se reportó 87.3% de resistencia. Estos resultados en el estudio marcan una diferencia con los datos analizados por los autores de Argentina, Baenas et al., 2017 y Chile por Morales et al., 2021, ya que los mismos reportan resultados con una menor resistencia de 47.8% y 45%.

Por otro lado, en Colombia, Martinez, Garzón & Mattar, 2021, reportó para *E. coli* resistencia frente a Tetraciclina un porcentaje de 60.80%, a diferencia del Perú donde Raraz, Allpas & Raraz, 2021; menciona una mayor tasa de resistencia del 85.4%. Sin embargo, los resultados analizados discrepan con los publicados por Lobo et al, 2020 que reportó una investigación realizada en Brasil, en donde los aislamientos de *E. coli* presentan una resistencia de 29.54%. Casi todos los autores en el ámbito mundial reportan resistencia a la tetraciclina, encontrándose variaciones entre las diferentes regiones; en Brasil se han reportado cifras de resistencia que oscilan entre el 2 y 40%, mientras que en Cuba se ha

encontrado hasta 60% de resistencia (Sandoval, 2007), lo que coincide con el estudio realizado. Analizando el perfil de resistencia de *K. pneumoniae* a ciprofloxacina, el autor Martínez, Garzón & Mattar, 2021, reportan un porcentaje menor de resistencia con 33.3%. Este resultado señaló cifras similares a lo reportado en otra literatura por los autores Carriel & Ortiz, en el Ecuador, donde se halló una resistencia del 55,6%, además lo encontrado en este estudio también coincide con lo informado en Ecuador por los autores Durán et al., 2018, que reportan una resistencia a ciprofloxacina de 55%.

A pesar del alto porcentaje de resistencia antimicrobiana que han presentado *K. pneumoniae* y *E. coli* ante los diferentes antibióticos analizados en latinoamérica se observa que aún quedan alternativas de tratamiento (Velazquez et al., 2020). Por su parte, las fluoroquinolonas, si bien mantienen mayor sensibilidad, la sobreexposición debido al uso indiscriminado, ha generado poblaciones con mayor resistencia a este grupo (Meriño et al., 2021).

Un estudio realizado en Chile por Catalán, Cerón & Astroza, 2017; mencionan dentro del grupo de los aminoglucósidos que *K. pneumoniae* y *E. coli* fueron sensibles a amikacina en un 100%, en cambio, en algunas cepas se observó hasta 50% de resistencia a la gentamicina. Si comparamos lo mencionado en Chile con la presente revisión de literatura enfocado en latinoamérica se puede observar que, Tanoa et al., 2022 en Brasil y Allpas & Raraz, 2021, en Perú; mencionan que *E. coli* presenta el 99,7% y 100% respectivamente, de sensibilidad ante Amikacina respaldando lo analizado. En hallazgos anteriores se plantea que la amikacina es un buen antibiótico empírico para utilizar en sepsis de foco urinario, sin embargo, es importante tener en cuenta sus efectos adversos y es por ello que resulta crucial una evaluación inicial de antecedentes del paciente, para evaluar su función renal antes de iniciar el tratamiento y evitar que los daños superen a los beneficios (Catalán, Cerón & Astroza, 2017).

Oregon et al., 2019; establece que si un antimicrobiano posee una resistencia menor a 20% puede ser utilizado como opción terapéutica de manera empírica, por lo que aún podría considerarse su uso al igual que la ceftriaxona, la nitrofurantoína y la amikacina, haciendo alusión a lo mencionado por Duran et al., 2018 en Ecuador, donde *E. coli* presenta una

sensibilidad del 70 % a ceftriaxona pudiéndose usar efectivamente dicho antibiótico.

Un estudio realizado en Venezuela por Guevara et al., 2018; reporta que, las tasas de susceptibilidad a los carbapenémicos fueron superiores a 99,0%, que al analizarlo con la revisión bibliográfica coincide con lo mencionado por Sierra, Hernández, Bravo, 2018; México y Martínez, Garzón & Mattar, 2021 en Colombia , donde *K. pneumoniae* y *E. coli* presentan una sensibilidad a Imipenem y Ertapenem con 99,69 % y 100 % respectivamente (Guevara et al., 2018).

En Perú, Sosa & Chapoñan, 2022; mencionó que *E. coli*, BLEE positivo tuvo una resistencia al 100% a cefuroxima, cefotaxima, y más del 80% de resistencia para cefazolina, ceftriaxona, cefepima, ceftazidima y una resistencia mayor del 50% fueron para aztreonam. Corroborando con el expuesto por Raraz, Allpas & Raraz, 2021 en Perú donde presentan a ceftazidima con 43,8%, ceftriaxona 42,7% , cefepima 2.5 %, cefotaxima 51,3% y aztreonam 38,3.

Respecto a las limitaciones del estudio consideramos que la población analizada es muy general ya que no existen estudios enfocados solo en la población femenina, lo que implica un sesgo potencial, además, los datos de la sensibilidad antimicrobiana son escasos al igual que la producción de BLEE, lo que impide hacer generalizaciones.

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- A partir del presente estudio se logró identificar los diferentes antimicrobianos a los cuales son resistentes las bacterias *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli* en infecciones del tracto urinario en la población adulta latinoamericana, destacando la ampicilina como el antibiótico con mayor porcentaje de resistencia, seguido de cefalotina, cefuroxima, tetraciclina y por último ciprofloxacino.
- La multirresistencia de *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia Coli* han creado una problemática al momento de la prescripción farmacológica, lo cual todavía es posible controlarla, ya que aún existen antibióticos que presentan altas tasas de sensibilidad que dan la esperanza de tratamiento ante una ITU en la población adulta.
- Los antimicrobianos a los cuales presentaron mayor susceptibilidad las bacterias *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia Coli* durante el periodo 2017-2022 fueron: Amikacina, Imipenem, Ceftriaxona.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios de tipo observacional que profundicen el conocimiento sobre la resistencia antimicrobiana en el Ecuador y de esta manera, encontrar nuevas opciones de tratamiento.
- Tras encontrar pocos estudios innovadores acerca de la resistencia y sensibilidad antimicrobiana en latinoamérica, consideramos necesario profundizar este tema con otras revisiones sistemáticas.
- Finalmente, es crucial desarrollar programas y políticas informadas para controlar la resistencia antimicrobiana y para el uso prudente de antibióticos que ayudan a optimizar la terapia con antibióticos en pacientes con ITU.

Referencias

- Abelson, B., Sun, D., Que, L. *et al.* Diferencias sexuales en la biología y fisiología del tracto urinario inferior. *Biol Sex Differ* 9 , 45 (2018).
<https://doi.org/10.1186/s13293-018-0204-8>
- Aguinaga, A., Gil-Setas, A., Mazón Ramos, A., Alvaro, A., García-Irure, J. J., Navascués, A., Ezpeleta Baquedano, C., Aguinaga, A., Gil-Setas, A., Mazón Ramos, A., Alvaro, A., García-Irure, J. J., Navascués, A., & Ezpeleta Baquedano, C. (2018). Infecciones del tracto urinario. Estudio de sensibilidad antimicrobiana en Navarra. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 41(1), 17-26.
<https://doi.org/10.23938/assn.0125>
- Annarita Mazzariol, Alda Bazaj y Giuseppe Cornaglia (2017) Bacterias gramnegativas multirresistentes que causan infecciones del tracto urinario: una revisión, *Journal of Chemotherapy*, 29:sup1, 2-9, DOI: 10.1080/1120009X.2017.1380395
- Cabrera, L., Rigau, L. D., Oliva, S. D., Miraya, A. C., & García, G. O. (2019). Multirresistencia de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* provenientes de pacientes con infección del tracto urinario adquirida en la comunidad. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 35(1), Art. 1.
<http://www.revvmgi.sld.cu/index.php/mgi/article/view/814>
- Carreras, X., Salcedo, A. S., Millones, B., Paredes, V. S., Carpio-Vargas, P., & Maguiña, J. L. (2021). Patrones de resistencia antimicrobiana de la familia enterobacteriaceae aisladas de infecciones del tracto urinario de una región alto-andina peruana. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 14(3), 337-343. <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.143.1255>
- Catalán, Manuel, Cerón, Inés, & Astroza, Gastón. (2017). Tratamiento antibiótico empírico de elección en pacientes con urosepsis secundaria a litiasis ureteral: reporte de sensibilidad local. *Revista médica de Chile*, 145(6), 755-759.
<https://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872017000600755>
- Delgado-Serrano J, Albarracin Ruiz MJ, Rangel-Vera JA, Galeano-Salazar E, Niño-vargas D, Wilches-Cuadros MA, Dominguez-Garcia L, Torres-Dueñas D. Perfil de resistencia antimicrobiana de aislamientos bacterianos en pacientes con infección urinaria de un centro de referencia en Bucaramanga. *MedUNAB [Internet]*. 26 de noviembre de 2020 ;23(3):405-22. Disponible en: <https://revistas.unab.edu.co/index.php/medunab/article/view/3950>

- Durán Chávez, José A., Pérez Castillo, Andrea R., Quispe Alcocer, Denys A., Guamán Flores, Wendy Y., Jaramillo Puga, Marilyn. E, Ormaza Buitrón, Diana E. (2018). Resistencia y sensibilidad bacteriana en urocultivos en una población de mujeres de Ecuador. *Revista Med* , 26 (2), 22-28. Recuperado el 08 de noviembre de 2022, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-52562018000200022&lng=en&tlng=es.
- Durán, L. (2018). Resistencia antimicrobiana e implicancias para el manejo de infecciones del tracto urinario. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 29(2), 213-221. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.01.002>
- Fernández, R. (2021). Caracterización de antibiorresistencias y formación de biopelícula en cepas de Klebsiella SPP. KLEBSIELLA SPP. de origen alimentario y clínico.
- Galindo-Méndez, M. (2018). Caracterización molecular y patrón de susceptibilidad antimicrobiana de Escherichia coli productora de β-lactamasas de espectro extendido en infección del tracto urinario adquirida en la comunidad. *Revista Chilena de Infectología*, 35(1), 29-35. <https://doi.org/10.4067/s0716-10182018000100029>
- Guevara, Napoleón, Guzmán, Manuel, Merentes, Altagracia, Rizzi, Adele, Papapatzikos, Juana, Rivero, Narlesky, Oranges, Carmela, Villarroel, Héctor, & Limas, Yoxsivell. (2018). Patrones de susceptibilidad antimicrobiana de bacterias gramnegativas aisladas de infecciones del tracto urinario en Venezuela: Resultados del estudio SMART 2009-2012. *Revista chilena de infectología*, 32(6), 639-648. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182015000700005>
- Herrera Dután, E. V., Andrade Campoverde, D., Reinoso Rojas, Y. V., Herrera Dután, E. V., Andrade Campoverde, D., & Reinoso Rojas, Y. V. (2021). Resistencia antimicrobiana en Klebsiella pneumoniae, Ecuador. *Vive Revista de Salud*, 4(12), 36-49. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i12.107>
- Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública. Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública Reporte de Datos de Resistencia a los Antimicrobianos en Ecuador 2014-2018 2018
- KOT, B. (2019). Antibiotic Resistance Among Uropathogenic Escherichia coli. *Polish Journal of Microbiology*, 68(4), 403-415. <https://doi.org/10.33073/pjm-2019-048>
- Medina Valdivia, J. L. (2022). Infección del tracto urinario en el servicio de Pediatría del Hospital Regional de Moquegua. *Horizonte Médico (Lima)*,

- 22(1). <https://doi.org/10.24265/horizmed.2022.v22n1.03>
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182022000200174&lang=es
- Merchán Reyes, J. J., Gerardo Ortiz, J., Merchán Reyes, J. J., & Gerardo Ortiz, J. (2021). Mecanismos de resistencia en aislados clínicos de *Klebsiella pneumoniae*. *Vive Revista de Salud*, 4(12), 9-22. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i12.105>
- Marcos-Carbajal, Pool et al. Caracterización microbiológica y molecular de la resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* uropatógenas de hospitales públicos peruanos. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* [online]. 2021, v. 38, n. 1 [Accedido 14 Julio 2023], pp. 119-123. Disponible en: <<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.381.6182>>. Epub 25 Jun 2021. ISSN 1726-4642. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.381.6182>.
- Marrero Escalona, J. L., Leyva Toppes, M., & Castellanos Heredia, J. E. (2015). Infección del tracto urinario y resistencia antimicrobiana en la comunidad. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 31(1), 78-84.
- Majewski, M., Józefiak, A., Kimsa-Furdzik, M., Dziubdziela, L., Hudak-Nowak, M., Wilczyński, J., Anusz, K., 2021. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* and *Klebsiella* spp. conventionally sampled from factory-farmed chickens – clinical submissions. *Ann Agric Environ Med*. 28, 271–276. <https://doi.org/10.26444/aaem/120927>
- Mazzariol, A., Bazaj, A., & Cornaglia, G. (2017). Multi-drug-resistant Gram-negative bacteria causing urinary tract infections: A review. *Journal of Chemotherapy*, 29(sup1), 2-9. <https://doi.org/10.1080/1120009X.2017.1380395>
- Mejía, H. (2022). Eficacia de la terapia con aminoglucósidos en infectados por *Klebsiella pneumoniae* resistente a carbapenémicos. *Revista Eugenio Espejo*, 16(3), 92-105. <https://doi.org/10.37135/ee.04.15.10>
- Morejón García, Moisés. (2013). Betalactamasas de espectro extendido. *Revista Cubana de Medicina*, 52(4), 272-280. Recuperado en 05 de diciembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232013000400006&lng=es&tlng=es.
- Naomi-Matsuoka, A., Vargas, M., Ymaña, B., Soza, G., & Pons, M. J. (2020). Resistencia a colistina en cepas de *Klebsiella pneumoniae* multidrogorresistente del período 2015- 2018 en un hospital materno perinatal de Lima, Perú. *Revista Peruana de*

Medicina Experimental y Salud Pública, 37(4), 716-720.

<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.374.5422>

Orrego-Marin, Claudia Patricia, Henao-Mejia, Claudia Patricia, & Cardona-Arias, Jaiberth Antonio. (2014). Prevalencia de infección urinaria, uropatógenos y perfil de susceptibilidad antimicrobiana. *Acta Medica Colombiana*, 39(4), 352-358. Retrieved July 09, 2023, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-24482014000400008&lng=en&tlng=es.

Ponce-de-Leon A, Rodríguez-Noriega E, Morfín-Otero R, Cornejo-Juárez DP, Tinoco JC, Martínez-Gamboa A, Gaona-Tapia CJ, Guerrero-Almeida ML, Martín-Onraët A, Vallejo Cervantes JL, Sifuentes-Osornio J. Antimicrobial susceptibility of gram-negative bacilli isolated from intra-abdominal and urinary-tract infections in Mexico from 2009 to 2015: Results from the Study for Monitoring Antimicrobial Resistance Trends (SMART). *PLoS One*. 2018 Jun 21;13(6):e0198621. doi: 10.1371/journal.pone.0198621. PMID: 29927958; PMCID: PMC6013120.

Puga, M.E., Ormaza Buitrón, D.E., Durán Chávez, J.A., Pérez Castillo, A.R., Quispe Alcocer, D.A., Guamán Flores, W.Y., Jaramillo Puga, M.E., Ormaza Buitrón, D.E., 2018. RESISTENCIA Y SENSIBILIDAD BACTERIANA EN UROCULTIVOS EN UNA POBLACIÓN DE MUJERES DE ECUADOR. *Revista Med* 26, 22–28.

Pillonetto M, Jordão RTS, Andraus GS, Bergamo R, Rocha FB, Onishi MC, de Almeida BMM, Nogueira KDS, Dal Lin A, Dias VMCH, de Abreu AL. The Experience of Implementing a National Antimicrobial Resistance Surveillance System in Brazil. *Front Public Health*. 2021 Jan 14;8:575536. doi: 10.3389/fpubh.2020.575536. PMID: 33520909; PMCID: PMC7841397.

Quiñones, D. (2017). Resistencia antimicrobiana: evolución y perspectivas actuales ante el enfoque "Una salud". *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 69(3), 1-17. Recuperado en 01 de agosto de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602017000300009&lng=es&tlng=pt.

Rempel OR, Laupland KB. Surveillance for antimicrobial resistant organisms: potential sources and magnitude of bias. *Epidemiol Infect*. 2009;137(12):1665-73.

Román, Ítalo Valero, & Llanos-Tejada, Félix. (2021). Uso previo de antibióticos y características clínicas de mujeres que desarrollaron infección urinaria por

- bacterias productoras de Betalactamasas en un hospital peruano.. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 21(3), 540-545.
<https://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v21i3.3151>
- Valdés, S., Ángel, M., 2017. La resistencia microbiana en el contexto actual y la importancia del conocimiento y aplicación en la política antimicrobiana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas* 16, 402–419.
- Román, Í. V., Llanos-Tejada, F., Román, Í. V., & Llanos-Tejada, F. (2021). Uso previo de antibióticos y características clínicas de mujeres que desarrollaron infección urinaria por bacterias productoras de Betalactamasas en un hospital peruano. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 21(3), 540-545.
<https://doi.org/10.25176/rfmh.v21i3.3151>
- Sánchez Merino JM, Maquieira Guillán C, Fuster Fox C, Medrano López R, González Pérez M, et al. Evolución de la resistencia a antibióticos de *Escherichia coli* en muestras de orina procedentes de la comunidad. *Arch. Esp. urol.* 2008;61(7):776-78.
- Sandoval, M., Guevara, A., Ward L., Ramos, R., Suarez & Salomon, M. (2007). Susceptibilidad de *Neisseria gonorrhoeae* a los antibióticos lactámicos, tetraciclinas y quinolonas. *Kasmera* 2007. 35 (2):118-126
- Sierra-Díaz, E., Hernández-Ríos, C. J., & Bravo-Cuellar, A. (2019). Antibiotic resistance: Microbiological profile of urinary tract infections in Mexico. *Cirugía y Cirujanos*, 87(2), 1231. <https://doi.org/10.24875/CIRU.18000494>
- Solís, M. B., Romo, S., Granja, M., Sarasti, J. J., Miño, A. P. y, & Zurita, J. (2022). Infección comunitaria del tracto urinario por *Escherichia coli* en la era de resistencia antibiótica en Ecuador. *Metro Ciencia*, 30(1),
Art. 1. <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol30/1/2022/37-48>
- STAPLETON, A. E. (2016). The Vaginal Microbiota and Urinary Tract Infection. *Microbiology spectrum*, 4(6), 10.1128/microbiolspec.UTI-0025-2016.
<https://doi.org/10.1128/microbiolspec.UTI-0025-2016>
- Valdevenito, J. P., & Álvarez, D. (2018). Infección urinaria recurrente en la mujer. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 29(2), 222-231.
<https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.02.010>
- Varela, J. (2021). Patrón de resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* causantes de infección del tracto urinario nosocomial: una revisión sistemática.

Viquez, M. V., González, C. C., Fumero, S. R. (2020). Infecciones del tracto urinario en mujeres embarazadas. *Revista Médica Sinergia*, 5(5), Art. 5.
<https://doi.org/10.31434/rms.v5i5.4>

| Anexo A. Declaración STROBE: lista de puntos esenciales que deben describirse en la publicación de estudios observacionales | | Susceptibility to first choice antimicrobial treatment for urinary tract infections to Escherichia coli isolates from women urine samples in community South Brazil E. Transversal | Resistencia antibiótica de Escherichia coli y Staphylococcus saprophyticus en la infección urinaria de un hospital público | INFECCIÓN URINARIA NO COMPLICADA EN MUJERES: ETIOLOGÍA Y RESISTENCIA A ANTIMICROBIANOS | Antibiotic resistance, Microbiological profile of urinary tract infections in Mexico | RESISTENCIA Y SENSIBILIDAD BACTERIANA EN UROCULTIVOS EN UNA POBLACIÓN DE MUJERES DE ECUADOR (SICLO) | Resistencia antimicrobiana en infección del tracto urinario con bacteriuria en el servicio de urgencia de un hospital comunitario de la región de Ñuble, Chile | Antimicrobial resistance and antibiotic consumption in Mexican hospitals | Resistencia entre patógenos Gram-negativos ESKAPE aislados de pacientes hospitalizados con infecciones intrahospitalarias y del tracto urinario en Países de América Latina: SMART 2013–2015 (sciencedirect) |
|---|----|---|--|--|--|---|--|--|--|
| Título y resumen | 1 | (a) Indique, en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual (b) Proporcione en el resumen una sinopsis informativa y equilibrada de lo que se ha hecho y lo que se ha encontrado | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI |
| Introducción | | | | | | | | | |
| Contexto/fundamentos | 2 | Explique las razones y el fundamento científicos de la investigación que se comunica | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Objetivos | 3 | Indique los objetivos específicos, incluida cualquier hipótesis preespecificada | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Métodos | | | | | | | | | |
| Diseño del estudio | 4 | Presente al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Contexto | 5 | Describa el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluido los períodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Participantes | 6 | (a) Estudios de cohortes: proporcione los criterios de elegibilidad, así como las fuentes y el método de selección de los participantes. Especifique los métodos de seguimiento Estudios de casos y controles: proporcione los criterios de elegibilidad así como las fuentes y el proceso diagnóstico de los casos y el de selección de los controles. Proporcione las razones para la elección de casos y controles Estudios transversales: proporcione los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes (b) Estudios de cohortes: en los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de parejas y el número de participantes con y sin exposición Estudios de casos y controles: en los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de las parejas y el número de controles por cada caso | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI |
| Variables | 7 | Defina claramente todas las variables: de respuesta, exposiciones, predictoras, confusoras y modificadoras del efecto. Si procede, proporcione los criterios diagnósticos | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Fuentes de datos/medidas | 8 | Para cada variable de interés, proporcione las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifique la comparabilidad de los procesos de medida | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Sesgos | 9 | Especifique todas las medidas adoptadas para afrontar fuentes potenciales de sesgo | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Tamaño muestral | 10 | Explique cómo se determinó el tamaño muestral | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Variables cuantitativas | 11 | Explique cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explique qué grupos se definieron y por qué | | | | | | | |
| Métodos estadísticos | 12 | (a) Especifique todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión (b) Especifique todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones (c) Explique el tratamiento de los datos ausentes (missing data) (d) Estudio de cohortes: si procede, explique cómo se afrontan las pérdidas en el seguimiento Estudios de casos y controles: si procede, explique cómo se aparearon casos y controles Estudios transversales: si procede, especifique cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de muestreo (e) Describa los análisis de sensibilidad | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI | SI SI |
| Resultados | | | | | | | | | |
| Participantes | 13 | (a) Describa el número de participantes en cada fase del estudio; por ejemplo: cifras de los participantes potencialmente elegibles, los analizados para ser incluidos, los confirmados elegibles, los incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados (b) Describa las razones de la pérdida de participantes en cada fase (c) Considere el uso de un diagrama de flujo | SI - - SI | SI - - SI | SI - - SI | SI - - SI | SI - - SI | SI - - SI | SI - - SI |
| Datos descriptivos | 14 | (a) Describa las características de los participantes en el estudio (p. ej., demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión (b) Indique el número de participantes con datos ausentes en cada variable de interés (c) Estudios de cohortes: resuma el período de seguimiento (p. ej., promedio y total) | - - | - - | - - | - - | - - | - - | - - |
| Datos de las variables de resultado | 15 | Estudios de cohortes: describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medidas resumen a lo largo del tiempo de resultado Estudios de casos y controles: describa el número de participantes en cada categoría de exposición, o bien proporcione medidas resumen de exposición Estudios transversales: describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medidas resumen | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Resultados principales | 16 | (a) Proporcione estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (p. ej., intervalos de confianza del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos (b) Si categoriza variables continuas, describa los límites de los intervalos (c) Si fuera pertinente, valore acompañar las estimaciones del riesgo relativo con estimaciones del riesgo absoluto para un período de tiempo relevante | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |
| Otros análisis | 17 | Describa otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad) | - | - | - | - | - | - | - |
| Discusión | | | | | | | | | |
| Resultados clave | 18 | Resume los resultados principales de los objetivos del estudio | SI | | | | | | |
| Limitaciones | 19 | Discuta las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo o de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo | - | | | | | | |
| Interpretación | 20 | Proporcione una interpretación global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes | SI | | | | | | |
| Generabilidad | 21 | Discuta la posibilidad de generalizar los resultados (validez externa) | SI | | | | | | |
| Otra información | | | | | | | | | |
| Financiación | 22 | Especifique la financiación y el papel de los patrocinadores del estudio y, si procede, del estudio previo en el que se basa el presente artículo | - | | | | | | |