

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

TITULO : RESISTENCIA BACTERIANA DE *Escherichia coli* A LOS ANTIBIÓTICOS

Para optar el : Título Profesional de Químico Farmacéutico

Autor : Bachiller Jesenia Pamela Yauri Condor

Asesor : Mg. Jaime Martín Wester Campos

Línea de investigación Institucional : Salud y Gestión de la salud

Lugar o institución de investigación : Huancayo

Huancayo – Perú - 2023

DEDICATORIA

El presente trabajo, el cual es fruto de mi esfuerzo y constancia, está dedicado a mis padres con mucho amor y cariño, ya que ellos inculcaron muchos valores como el de la responsabilidad y el deseo de triunfar y también la importancia de los valores espirituales y morales y por consiguiente el de servir a Dios y también a los más necesitados.

Jesenia Yauri Condor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Universidad por haberme permitido forjarme como profesional y de la misma forma a mis docentes que fueron partícipes de mi educación.

Así mismo, mi gratitud a todas las personas que de una forma u otro fueron partícipes en la realización de mi trabajo y en especial a mi asesor por su tiempo, consejos y dedicación en la culminación de mi trabajo.

Jesenia Yauri Condor

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0061 - FCS -2023

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que el **TRABAJO DE SUFICIENCIA**, Titulado:

RESISTENCIA BACTERIANA DE *Escherichia coli* A LOS ANTIBIÓTICOS

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. YAURI CONDOR JESENIA PAMELA
Facultad : CIENCIAS DE LA SALUD
Escuela Académica : FARMACIA y BIOQUÍMICA
Asesor(a) : MG. WESTER CAMPOS JAIME MARTIN

Fue analizado con fecha **17/10/2023** con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **19 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: ***Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.***

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 18 de Octubre de 2023.



MTRA. LIZET DORIELA MAÑARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

RESUMEN

La creciente insensibilidad de las enterobacterias a los antibióticos es un problema que está surgiendo en todo el mundo. El objetivo de este estudio es describir la resistencia bacteriana de *Escherichia coli* a los antibióticos. Para llevar a cabo este propósito, se realizó una revisión sistemática de artículos científicos utilizando palabras clave relacionadas con la resistencia antibiótica de *E. coli*, tanto en PubMed, donde se encontraron 9667 resultados, como en Scielo, con 13 resultados, y en Google Académico, con 16400 resultados. Tras la revisión, se seleccionaron un total de 16 artículos científicos para su análisis. Los resultados de esta revisión indican que un 69% de los artículos mencionan que las cepas de *E. coli* son las más comunes en las muestras evaluadas, mientras que un 25% hace referencia a otras cepas bacterianas, como *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Proteus mirabilis* y *Pseudomonas aeruginosa*. Un 6% de los artículos no especifica las cepas bacterianas aisladas y se centra únicamente en la resistencia bacteriana en general. Además, se observa que un 56% de los artículos señalan que las cepas de *E. coli* presentan una significativa resistencia a penicilinas, quinolonas, sulfonamidas y betalactámicos. Por otro lado, un 31% de los artículos no proporciona información específica sobre las prevalencias de resistencia bacteriana, y un 6% de los estudios enfocados en la resistencia bacteriana de *E. coli* mencionan la resistencia a fosfomicina y nitrofurantoína. Un 6% también informa resistencia de *E. coli* a tetraciclina, glicopéptidos y carbapenémicos. En resumen, este estudio concluye que la cepa más frecuentemente aislada en las muestras analizadas es *E. coli* uropatógeno y enteropatógeno. Además, se demuestra una resistencia significativa a un amplio espectro de antibióticos que comúnmente se utilizan de manera empírica para el tratamiento de diversas enfermedades urinarias y del tracto gastrointestinal.

Palabras Claves: Resistencia bacteriana, *E. coli*, antibióticos.

ABSTRACT

The increasing insensitivity of Enterobacteriaceae to antibiotics is a problem that is emerging worldwide. The objective of this study is to describe the bacterial resistance of *Escherichia coli* to antibiotics. To carry out this purpose, a systematic review of scientific articles was carried out using keywords related to the antibiotic resistance of *E. coli*, both in PubMed, where 9667 results were found, and in Scielo, with 13 results, and in Google Scholar, with 16400 results. After the review, a total of 16 scientific articles were selected for analysis. The results of this review indicate that 69% of the articles mention that *E. coli* strains are the most common in the samples evaluated, while 25% refer to other bacterial strains, such as *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Proteus mirabilis* and *Pseudomonas aeruginosa*. 6% of the articles do not specify the isolated bacterial strains and focus only on bacterial resistance in general. Furthermore, it is observed that 56% of the articles indicate that *E. coli* strains present significant resistance to penicillins, quinolones, sulfonamides and beta-lactams. On the other hand, 31% of the articles do not provide specific information on the prevalence of bacterial resistance, and 6% of the studies focused on bacterial resistance of *E. coli* mention resistance to fosfomicin and nitrofurantoin. 6% also report resistance of *E. coli* to tetracycline, glycopeptides and carbapenems. In summary, this study concludes that the most frequently isolated strain in the samples analyzed is uropathogenic and enteropathogenic *E. coli*. In addition, significant resistance is demonstrated to a broad spectrum of antibiotics that are commonly used empirically for the treatment of various urinary and gastrointestinal tract diseases.

Keywords: Bacterial resistance, *E. coli*, antibiotics.

CONTENIDO

	Página
I. PRESENTACIÓN	
Dedicatoria	2
Agradecimiento	3
Resumen	4
Abstract	5
Contenido	6
II. INTRODUCCIÓN	
2.1 Descripción del Problema	7
2.2 Objetivos	10
III. MARCO TEORICO	
3.1 Antecedentes	11
3.1.1 Antecedentes Internacionales	11
3.1.2 Antecedentes Nacionales	16
3.2 Base Teórica	18
3.2.1 <i>Escherichia coli</i>	18
3.2.2 Resistencia Bacteriana	18
3.2.3 Tipos de resistencia	18
3.2.4 Mecanismo de resistencia a través de la inactivación del antibiótico	19
3.2.5 Causas de la resistencia a los antibióticos	19
3.2.6 Prueba de sensibilidad	19
3.2.7 Tratamiento con antibióticos de las infecciones urinarias por bacterias Gramnegativas multirresistentes	20
3.3 Presentación del trabajo de Suficiencia	21
3.4 Planteamiento del problema	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	24
V. CONCLUSIONES	25
VI. RECOMENDACIONES	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
ANEXOS	30

II. INTRODUCCION

2.1 Descripción del Problema

La disminución de la respuesta a los antibióticos en las bacterias del género Enterobacterias, es un problema emergente en todo el mundo¹. “*El surgimiento de la resistencia a los antibióticos por bacterianas causantes de la infección en el tracto urinario constituye un problema grave que amenaza con interrumpir los tratamientos antibióticos observándose un aumento de la tasa de resistencia al antibiótico por Escherichia coli de betalactamasas de espectro extendido (BLEE)*”.²

Es crucial comprender los perfiles de resistencia antibiótica de las bacterias que con mayor frecuencia causan infecciones del tracto urinario (ITU) con el fin de recomendar un tratamiento empírico adecuado y basado en evidencia, sobre todo en la Atención Primaria, donde no es infrecuente que las ITU se traten empíricamente.³

Los patrones de resistencia de las bacterias han variado según la ubicación geográfica y el tiempo, por lo que es muy importante realizar pruebas periódicas de resistencia a los antibióticos. Las cepas de *E. coli* son las principales causas de infecciones bacterianas graves en la sociedad de la salud y se han informado patrones de antibióticos muy diferentes según la fuente.⁴ En la actualidad, en el país peruano, hay escasa investigación disponible acerca de los elementos que aumentan el riesgo de que la comunidad bacteriana desarrolle resistencia a los antibióticos.⁵

La Sociedad de Enfermedades Infecciosas de América (IDSA) recomendó el uso de trimetoprima-sulfametoxazol (cotrimoxazol), nitrofurantoína, fosfomicina o pivmecilinam si las tasas de resistencia local de los uropatógenos que causan infecciones del tracto urinario agudo no complicado si se sabe que la cepa infectante es susceptible a estos fármacos. Las fluoroquinolonas o los betalactámicos como las cefalosporinas se recomiendan como alternativas. Sin embargo, la velocidad a la que las cepas de *E. coli* se vuelven resistentes a la gran mayoría de los antibióticos está aumentando en todo el mundo.⁶

Los casos de *Escherichia coli* uropatógena que muestran resistencia a fluoroquinolonas, sulfametoxazol/trimetoprima y aquellas que producen β -lactamasas de espectro extendido requieren una atención especial, ya que su resistencia a los antibióticos limita las alternativas de tratamiento disponibles en las diversas modalidades de atención médica hospitalaria.⁷ *“La resistencia a los antibióticos se constituye una problemática extendida a nivel planetario mundial principalmente debido al uso irracional de los antibióticos lo que trae como consecuencia la prevalencia de cepas resistentes limitando grandemente las alternativas de tratamiento clínico”*.⁸

*“La tasa creciente de resistencia frente a los antibióticos en los uropatógenos, especialmente en *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* como los agentes etiológicos más comunes de las infecciones del tracto urinario (ITU), conduce a dificultades para seleccionar la terapia empírica adecuada y lograr el éxito del tratamiento.⁹ La aplicación de antimicrobianos da como resultado la aparición y la propagación de la resistencia a los antimicrobianos, que es una causa de preocupación mundial”*.¹⁰

“La resistencia antimicrobiana de patógenos en humanos se convertirá en una amenaza para la salud mundial, debido a que el uso de medicamentos de primera línea cada vez está fallando contra las infecciones bacterianas. Muchos años de uso indiscriminado de antibióticos en Medicina y en la industria ganadera han dado lugar a la aparición y propagación de varias poblaciones microbianas resistentes a antibióticos”.¹¹

“El uso intensivo y extendido de los antibióticos en medicina animal y humana ha provocado la aparición y propagación de bacterias patógenas resistentes a antimicrobianos. Las principales causas de la aparición de resistencias son la capacidad y versatilidad con la que las bacterias evolucionan y se adaptan a cambios ambientales, así como la selección de cepas con características beneficiosas que les confieren ventaja evolutiva ante las nuevas condiciones, en este caso hablamos de la presencia de antimicrobianos”.¹²

La creciente incidencia de la resistencia bacteriana es una preocupación cada vez mayor, ya que los microorganismos reaccionan de manera diversa a los antibióticos cuando se utilizan de manera incorrecta o irracional. Este problema puede dar lugar a que las bacterias que desarrollan resistencia, o incluso una resistencia múltiple, provoquen diversas enfermedades, e incluso poner en riesgo la vida, además de alargar la duración y los gastos del tratamiento, y estar relacionadas con otras complicaciones.¹³

*“En España, la tasa de resistencia de E. coli a ciprofloxacina es alrededor del 23%, con diferencias variables entre regiones (10-35%), siendo Portugal también un país con elevada resistencia a ciprofloxacina en la Unión Europea, debido al uso excesivo como tratamiento empírico inicial. Una mayor edad y la exposición a tratamientos previos condicionan un incremento de las resistencias. Por otra parte, un importante porcentaje de cepas de E. coli resistentes a ampicilina y trimetoprima-sulfametoxazol, lo son también la ciprofloxacina”.*¹⁴

El desafío global de la resistencia a los antimicrobianos (RAM) se puede entender a través de una integración del medio ambiente, la salud animal, el campo agrícola y la salud pública (Robinson et al., 2016). Esta amenaza emergente relacionada con la salud pública y animal se debe a la circulación de bacterias resistentes y genes de resistencia a los antibióticos (ARG) entre los compartimentos establecidos. Los ARG que se pueden observar en diversos entornos se consideran contaminantes ambientales emergentes.¹⁵

Es sabido que *Escherichia coli* uropatógena (ECUP) es una de las causas más comunes de infecciones del tracto urinario (ITU), representando entre el 70% y el 95% de los casos, especialmente en mujeres. Cuando el tratamiento empírico no tiene éxito, esto se debe a la presencia de mecanismos de resistencia bacteriana, lo que se convierte en un problema de salud tanto a nivel de atención médica como en la comunidad en general. Por lo tanto, es esencial para el médico seleccionar la terapia empírica apropiada para tratar las ITU.¹⁶

La relevancia de la gestión de la resistencia bacteriana reside en las repercusiones que conlleva el fracaso de los tratamientos antimicrobianos, incluyendo un aumento en las tasas de enfermedad y muerte, así como un incremento en los gastos relacionados con la atención médica.¹⁷

También se conoce que *E. coli* uropatógena permanece en alimentos cárnicos, debido a que muestra resistencia a los ácidos por rpoS, que codifica un factor sigma de fase estacionaria, los sistemas de arginina descarboxilasa y glutamato descarboxilasa, lo que permite su supervivencia en alimentos ácidos durante períodos prolongados. Esta adaptabilidad e infectividad de *E. coli* permite a las cepas productoras toxina STEC volverse resistentes a los antimicrobianos, siendo por lo tanto más sea más peligrosas. Es por ello que la presencia de bacterias multirresistentes en la cadena alimentaria debido al uso de antibióticos con fines terapéuticos ha suscitado una preocupación mundial porque la resistencia a los antibióticos se ha ignorado en gran medida debido al uso de antibióticos en el tratamiento de infecciones por STEC.¹⁸

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Describir la resistencia bacteriana de *Escherichia Coli* a los antibióticos

2.1.2 Objetivos Específicos

- Establecer las cepas microbianas aisladas según los reportes científicos.
- Identificar los antibióticos a los que muestran resistencia según los reportes científicos

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

3.1.1 Antecedentes internacionales

Jiménez G. et al.¹ en su artículo titulado “*Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* productores de betalactamasa de espectro extendido en infecciones del tracto urinario: evolución de la resistencia antibiótica y opciones terapéuticas”, analizaron la presencia de *E. coli* y *Klebsiella* spp. que producen betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y evaluaron su sensibilidad a antibióticos. Este estudio se diseñó como una investigación retrospectiva. La sensibilidad a ciprofloxacino, tobramicina, ceftoxitina, fosfomicina, nitrofurantoína, cotrimoxazol y carbapenémicos se evaluó utilizando el sistema MicroScan®. Se descubrió que se aislaron un total de 9,772 cepas de *E. coli*, 1,784 de *K. pneumoniae* y 248 de *K. oxytoca*. Las tasas más elevadas de resistencia se observaron en ciprofloxacino (89.5%) y cotrimoxazol (94.7%). Se concluyó que *E. coli* y *K. pneumoniae* eran las cepas más predominantes entre los productores de BLEE y que había una resistencia significativa a ciprofloxacino y cotrimoxazol..

Raraz J. et al.² en su estudio titulado “*Resistencia antibiótica de Escherichia coli* y *Staphylococcus saprophyticus* en infección urinaria en un hospital público” determinaron el perfil de resistencia antimicrobiana de *E. coli* y *S. saprophyticus*. Para llevar a cabo esta investigación, se diseñó un estudio descriptivo retrospectivo de corte transversal. Los datos se recopilaron a partir de los expedientes médicos de pacientes hospitalizados en el servicio de Medicina Interna con infección urinaria. El investigador encontró que los microorganismos más comunes eran *E. coli*, con una frecuencia del 85.3%, seguido de *S. saprophyticus* con un 4.2% y *K. pneumoniae* con un 3.1%. Además, identificó que el 10.4% de las muestras aisladas eran portadoras de betalactamasa de espectro extendido (BLEE). También se observó que se presentaron

altas tasas de resistencia antibiótica en fármacos como trimetoprima/sulfametoxazol con un 89.6%, ampicilina con un 86%, piperacilina con un 84.6%, tetraciclina con un 79.2%, y ciprofloxacino con un 70.8%. Se concluyó que *E. coli* era la bacteria más común en pacientes hospitalizados con infección urinaria. De manera similar, se destacó la resistencia de *E. coli* a varios antibióticos, incluyendo trimetoprima/sulfametoxazol, ampicilina, piperacilina, tetraciclina y ciprofloxacino

Beltrán A. et al.³ desarrollaron un estudio titulado “*Resistencia antibiótica de Escherichia coli en infecciones urinarias nosocomiales y adquiridas en la comunidad del Sector Sanitario de Huesca 2016-2018*” para determinar la resistencia de *E. coli* a varios antimicrobianos, mediante un estudio epidemiológico descriptivo retrospectivo. En este artículo, se identificaron diferencias estadísticamente significativas en la sensibilidad de *E. coli* cuando se compararon los intervalos de confianza, establecidos al 95%. Se encontró que *E. coli* es la bacteria más prevalente, y la resistencia bacteriana se mantuvo por debajo del 4% ante los antibióticos fosfomicina y nitrofurantoína, así como por debajo del 12% en el caso de las cefalosporinas de tercera generación. Además, se observó un aumento sustancial en la resistencia intrahospitalaria a los antibióticos cefuroxima y amoxicilina-clavulánico. También se encontró que los niveles más altos de resistencia bacteriana se asociaron con los antibióticos administrados por vía oral, que a menudo se recetan en casos de infecciones urinarias no complicadas. Se sugiere que el tratamiento empírico apropiado para las infecciones del tracto urinario podría consistir en el uso de antibióticos como fosfomicina, nitrofurantoína o cefalosporinas de segunda generación, mientras que no recomienda el uso de trimetoprima-sulfametoxazol ni quinolonas como opciones de tratamiento de primera elección.

Raeispour M. et al.⁴ en su estudio titulado “*Resistencia a los antibióticos, factores de virulencia y genotipificación de cepas de Escherichia coli*” determinaron la resistencia a los antibióticos y realizar el genotipado de cepas de *E. coli* (UPEC) utilizando la técnica de electroforesis en gel de campo pulsado (PFGE), realizando pruebas de susceptibilidad a los antibióticos según las directrices del CLSI. La presencia de factores de virulencia se detectó mediante análisis de PCR. El genotipado de las cepas se realizó mediante PFGE, y todos los perfiles de PFGE se sometieron a análisis de datos. Se encontró que la mayoría de las cepas de *E. coli* eran resistentes a

cefepima en un 100% y a cefalotina en un 74%, pero eran susceptibles a imipenem en un 100%, vancomicina en un 100% y doxiciclina en un 100%. Se concluyó que la resistencia a los antibióticos está aumentando y que las cepas de UPEC que causan infecciones tienen una mayor probabilidad de contener ciertos genes de virulencia.

Según Navarro M. et al.⁷ en su artículo titulado “*Dos años de seguimiento de la resistencia a los antibióticos en Escherichia coli uropatógena en una clínica de medicina familiar*” realizaron monitoreo con el fin de seleccionar una terapia empírica adecuada. Se diseñó un estudio retrospectivo para evaluar la resistencia a los antibióticos en *E. coli* uropatógena comunitaria. Se empleó el sistema MicroScan para realizar pruebas de identificación, determinar la susceptibilidad a los antibióticos y detectar la producción de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE). Se encontró que las fluoroquinolonas presentaban una tasa de resistencia bacteriana del 58.3%, el trimetoprima-sulfametoxazol del 44.2% y la cefalotina del 41.7%. Un 35% de los aislamientos de *E. coli* eran productores de β -lactamasas de espectro extendido. Como conclusión se señaló que se observa una alta tasa de resistencia a los antibióticos utilizados en el tratamiento empírico de infecciones urinarias de origen comunitario.

Según Castro R. et al.¹¹ en su artículo titulado “*Resultados de la resistencia antimicrobiana en Escherichia coli aislada de productos cárnicos mediante técnicas microbiológicas, moleculares y secuenciación genómica completa: Una revisión sistemática*” realizaron una revisión sistemática exhaustiva para analizar la resistencia antimicrobiana en *E. coli* en varias bases de datos, incluyendo Embase, Scopus, Scielo y Pubmed. Se encontró que *E. coli* mostraba resistencia a la mayoría de los antibióticos comúnmente utilizados tanto en animales como en humanos. A través de técnicas moleculares, se pudo identificar los genes responsables de esta resistencia antimicrobiana. En resumen, se concluye que *E. coli* presentó una mayor resistencia a los betalactámicos, quinolonas, tetraciclinas, macrólidos y fenicoles.

Sullca J. et al.¹³ en su artículo científico “*Bases moleculares de la virulencia y resistencia a los antibióticos en Escherichia coli: mutación, recombinación y transferencia horizontal*” establecieron la sensibilidad antibiótica de las cepas de *E. coli* causantes de infecciones urinarias, mediante un estudio científico observacional, básico, prospectivo, descriptivo y de diseño no experimental. La población de estudio

estuvo compuesta por 16 cultivos de *E. coli* que fueron aislados e identificados mediante un muestreo no probabilístico. Se emplearon procedimientos microbiológicos para aislar y identificar *Escherichia coli* en medios selectivos, y se aplicó la técnica de Kirby-Bauer con 13 discos de sensibilidad comerciales Biodisc® para determinar la susceptibilidad antibiótica. Se encontró que todas las cepas de *E. coli* presentaban resistencia a los antibióticos, con una resistencia del 100% frente a amoxicilina+ácido clavulánico y sulfametoxazol-trimetoprima, seguido de cefotaxima y ceftazidima con un 87.5%.

Vidoni G. et al.¹⁴ en su artículo titulado “*Resistencia a la ciprofloxacina en infecciones urinarias causadas por Escherichia coli*” examinaron la prevalencia de la resistencia antibiótica de *E. coli* causante infecciones del tracto urinario, mediante un estudio descriptivo, retrospectivo y transversal que incluyó una muestra de 363 urocultivos. Se identificó que el patógeno principal fue *E. coli*, con una prevalencia superior al 70%. Además, se encontró que la prevalencia de resistencia a ciprofloxacina fue del 22.18%, mientras que la prevalencia de resistencia a ampicilina/sulbactam (AMS) alcanzó el 38.12%. También se observó una relación significativa de resistencia en pacientes de la unidad de cuidados intensivos (UCI). Se estableció que los factores que contribuyen al desarrollo de resistencias antibióticas no deseadas incluyen la presencia de flora microbiana intrahospitalaria, hospitalización prolongada de pacientes, falta de higiene en la instrumentación y, sobre todo, falta de conciencia del personal de salud en cuanto a la importancia de tomar todas las medidas de higiene y seguridad necesarias.

Zhang S. et al.¹⁵ en su artículo “*Propagación de genes de resistencia a antibióticos (ARG) a través de integrones en Escherichia coli: Un riesgo para la salud humana*” investigaron sobre la diseminación de genes de resistencia a los antibióticos (ARG) a través de integrones asociados a *E. coli* en entornos que no son clínicos, y resaltar su posible influencia como contaminantes ambientales. Esta revisión permitió obtener una comprensión más profunda de los mecanismos y factores involucrados en la transferencia y propagación de los ARG entre animales, humanos y el medio ambiente.

Kebenei C. et al.¹⁹ en su artículo “*Resistencia a los antibióticos en Escherichia coli de seres humanos en Kenia*” evaluaron la resistencia a los antibióticos en las cepas de *E. coli* aisladas de seres humanos. Para llevar a cabo este estudio, se utilizaron técnicas microbiológicas para determinar la sensibilidad a ocho antibióticos clínicamente relevantes. Se identificó una mayor resistencia de *E. coli* específicamente hacia el cotrimoxazol ($p = 0,000$, OR = 0,101), ceftriaxona ($p = 0,005$, OR = 0,113) y amoxicilina/ácido clavulánico ($p = 0,017$, OR = 0,258). Además, se observó un fenotipo de resistencia a múltiples fármacos en el 69.0% de las cepas de *E. coli*. Estos perfiles de resistencia subrayan la necesidad de implementar un enfoque multisectorial para la vigilancia de la resistencia a los antibióticos en seres humanos.

Lankester A. et al.²⁰ en su artículo “*La proteína activadora de la resistencia a antibióticos múltiples de Escherichia coli reprime la transcripción del operón lac,*” llevaron a cabo una revisión en la que identificó que uno de los factores que contribuyen a la resistencia a los antibióticos en *E. coli* podría ser la presencia del operón marRAB. Estos fenotipos resistentes requieren la acción del factor de transcripción MarA, que activa la expresión de una bomba de flujo. En este estudio, se demostró que MarA se dirige de manera específica a este locus y es capaz de inhibir la transcripción de los genes del operón lac. La represión se produce mediante la unión de MarA a un sitio que se superpone con el elemento -35 del promotor lacP1. Es importante destacar que el control ejercido por MarA sobre el operón lac no tiene ningún impacto en la resistencia a los antibióticos.

Guaman W. et al.¹⁶ en su artículo “*Resistencia bacteriana en Escherichia coli uropatógena en la población nativa Kichwa de Ecuador*” identificaron los perfiles de resistencia a los antibióticos que son comúnmente utilizados como primera opción en el tratamiento de infecciones del tracto urinario no complicadas. Para evaluar la susceptibilidad antibiótica, se empleó la técnica de difusión en disco de Kirby-Bauer. Además, se utilizó el método de doble disco para detectar la presencia de betalactamasas de espectro extendido (BLEE). Los resultados revelaron que noventa muestras (26.9%) mostraron un recuento significativo, compatible con infecciones del tracto urinario. El microorganismo más frecuentemente identificado fue *E. coli* ($n=75$; 83.3%). Se observó que los aislados de *E. coli* presentaban resistencia antibiótica en los siguientes porcentajes: 56.7% a trimetoprima/sulfametoxazol, 52.5% a ampicilina,

43.3% a ácido nalidíxico, 32.5% a ciprofloxacina, 28.3% a norfloxacina, 25% a levofloxacina, 15.85% a cefazolina, 17.5% a cefoxitina, 15% a cefuroxima, 15% a ceftazidima, 15% a cefotaxima, 15% a ceftriaxona, 15% a cefepima, 7.5% a nitrofurantoina y 1.7% a fosfomicina. Además, se identificaron siete aislados que producían betalactamasas de espectro extendido (BLEE)

García T. et al.¹⁷ en su artículo titulado “*Mecanismos de resistencia a los betalactámicos en bacterias gramnegativas*” proporcionaron una descripción detallada de los mecanismos de resistencia a los betalactámicos presentes en diversas bacterias gramnegativas que son clínicamente relevantes. Estas bacterias incluyeron aislamientos de *Escherichia coli*, entre otros. La identificación bacteriológica y la evaluación de la susceptibilidad a los antimicrobianos se realizaron utilizando el sistema automatizado VITEK 2 Compact, desarrollado por bioMérieux en Francia. En el estudio se identificaron un total de 623 aislamientos de *E. coli*, 159 de *Klebsiella pneumoniae*, 155 de *Pseudomonas aeruginosa* y 95 de *Enterobacter* spp. Se observó que el 22.2% de las bacterias gramnegativas estudiadas, en su mayoría *E. coli* (51.7%), mostraban la producción de betalactamasas de espectro extendido. La resistencia a los betalactámicos en estas bacterias gramnegativas, en su mayoría, se debió a la presencia de betalactamasas de espectro extendido, aunque también se señaló la relevancia de la presencia de cefalosporinas AmpC, particularmente en *Enterobacter* spp.

3.1.2 Antecedentes nacionales

Sulca M. et al.⁵ en su artículo “*Asociación de la resistencia al mercurio con la resistencia a antibióticos en cepas de E. coli aisladas de la costa de Lima, Perú*” investigaron la resistencia a antibióticos mediada por plásmidos conjugativos en 55 cepas de *E. coli*. Se identificó que solo 6 de estas cepas portaban plásmidos conjugativos con resistencia al mercurio, y se observó una frecuencia de transconjugación entre 9.41×10^{-4} y $4.76 \times 10^{-2}\%$. La alta prevalencia de *E. coli* resistentes al mercurio plantea posibles implicaciones tanto para la salud pública como para el medio ambiente. Como conclusión, se sugiere que los plásmidos conjugativos pueden desempeñar un papel en la diseminación tanto del mercurio como de la resistencia a antibióticos entre diferentes comunidades bacterianas.

Alzamora M. et al.⁸ en su artículo “*Resistencia antimicrobiana en cepas comensales de Escherichia coli en niños de dos comunidades rurales en Perú*” determinaron la resistencia a los antibióticos en *E. coli* aisladas de niños sanos, mediante un estudio de cohorte en el que identificó un total de 179 cepas de *E. coli* comensales procedentes de 93 niños. Los resultados del estudio revelaron que los niveles más altos de resistencia se observaron frente a cotrimoxazol (49.1%), ampicilina (48.0%) y ácido nalidíxico (31.8%). Además, el 34.0% de las cepas aisladas mostraron resistencia a múltiples fármacos. Como conclusión, se destacó que el estudio respalda hallazgos previos sobre la resistencia a los antibióticos en cepas comensales en comunidades rurales y subrayó cómo esta resistencia tiende a aumentar con el tiempo.

Choque J. et al.⁹ en su estudio titulado “*Perfil microbiológico y resistencia antibiótica de los urocultivos en pacientes ambulatorios de emergencia en el Hospital Carlos Alberto Seguin Escobedo, de junio a diciembre de 2019*” determinaron el perfil microbiológico y la resistencia a los antibióticos de resultados de urocultivos, mediante un estudio observacional, transversal y retrospectivo que incluyó una población de 195 informes de urocultivos que dieron positivo. Los resultados del estudio mostraron que los agentes etiológicos predominantes fueron *E. coli* (89.7%), seguido de *Proteus mirabilis* (3.6%), *Klebsiella pneumoniae* (3.1%) y *Pseudomonas aeruginosa* (1%). Las cepas de *E. coli* presentaron resistencia a diferentes antibióticos, con tasas de resistencia del 82% para ampicilina, 78% para ácido nalidíxico, 68% para ciprofloxacino y 76% para norfloxacino. Además, se observó resistencia a las cefalosporinas de segunda y tercera generación en un 53%. La presencia de Betalactamasas de Espectro Extendido (BLEE) e Inhibidores de Betalactamasa (IB) en *E. coli* se registró en un 42% para cefotaxima y un 37% para ceftazidima.

3.2 Base teórica

3.2.1 *Escherichia coli*

Se describe como un bacilo gramnegativo ubicado normalmente en el intestino grueso (colon), el cual tiene la capacidad para producir vitamina B y K, y a la vez actúa como fermentador de glucosa y lactosa. Este microorganismo tiene la capacidad de invadir la vagina y la uretra, ascendiendo y causando infección del tracto urinario (ITU), sin embargo, también puede permanecer en alimentos cárnicos en mal estado de higiene generando infecciones al tracto digestivo.^{13,18}

3.2.2 Resistencia bacteriana

Se define a la resistencia bacteriana como un recurso de supervivencia de un microorganismo contra uno o más antimicrobianos a través de mecanismos que disminuyen la capacidad microbicida o inhibitoria que poseen tales fármacos. Luego, este mecanismo se viene incrementando a la par que la investigación de nuevos fármacos y estrategias de prevención se vienen desarrollando, lo que ocasiona fracasos terapéuticos así como el incremento de morbimortalidad.²¹

3.2.3 Tipos de resistencia

a. Resistencia Intrínseca

Se trata de una propiedad que permite a ciertas bacterias adquirir una resistencia innata a ciertas clases de antibióticos, otorgándoles una ventaja competitiva.¹³

b. Resistencia adquirida

Corresponde a una forma evolutiva adquirida por el contacto continuo con antibióticos, los cuales generan mutaciones espontáneas como una forma de resistencia generando cambio macroevolutivos, así como también pueden generar la adquisición de material genético extra cromosómico (plásmidos) procedente de otras bacterias que ya son resistentes a los antibióticos. Los plásmidos y transposones son elementos genéticos móviles donde se transportan los genes de resistencia, permitiendo a las bacterias adquirir una resistencia antibiótica sin haber estado expuesto a ellas.²²

3.2.4 Mecanismo de resistencia a través de la inactivación del antibiótico

La inactivación de un antibiótico corresponde al proceso molecular que mediante enzimas modifica o destruye la estructura química del fármaco, siendo la enzimas más común las betalactamasas producidas por bacterias gram negativo. Las betalactamasas de origen extendido (BLEE) son responsables de la resistencia adquirida y tienen la capacidad de generar resistencia adquirida a penicilinas, cefalosporinas, así como monobactámicos.²²

3.2.5 Causas de la resistencia a los antibióticos.

Las diferentes investigaciones concuerdan en que el uso irregular e irracional de antibióticos han provocado el aumento de resistencia a los antibióticos en todo el mundo, aunque los antibióticos han mejorado el estado de salud de pacientes. Se conoce que las bacterias están contrarrestando los efectos de fármacos potentes a través de mecanismos en evolución asociados a integrones, plásmidos y transposones, que pueden transferirse entre el mismo o diferentes tipos de bacterias.

Los betalactámicos, tetraciclinas, estreptomicina, eritromicinas, sulfonamidas y trimetoprima fueron algunos de los tratamientos de primera línea contra infecciones *E. coli*, aunque se conoce que existe una reacción alérgica a medicamentos en un 95,25% para tetraciclinas, 91,25% para ampicilina, 84,75% para eritromicina, 88,25% para estreptomicina y 65,5% para trimetoprima. Debido a ello, para prevenir los efectos secundarios de los antibióticos y el riesgo de aparición de RAM en todo el mundo, es obligatoria una planificación para reducir la carga de antibióticos.

3.2.6 Pruebas de sensibilidad.

El antibiograma corresponde a un test que no permite evaluar en el laboratorio, la probable respuesta de un microorganismo ante la exposición a uno o a varios antimicrobianos, de esa forma predecir la probable eficacia clínica. Luego de una serie de convenciones se llegó a un estándar de interpretación que permitió establecer una categorización: Sensible correspondiente a la inhibición por una concentración de antimicrobiano de un microorganismo bacteriano aislado, esto asociado a un efecto terapéutico de éxito.

Intermedio correspondiente a la inhibición por una concentración de antimicrobiano de un microorganismo bacteriano aislado, esto asociado a un efecto terapéutico de incierto. Resistencia correspondiente a un aislado bacteriano que es inhibido in vitro por un antimicrobiano que se asocia a una alta probabilidad con el fracaso terapéutico.²³

3.2.7 Tratamiento con antibióticos de las infecciones urinarias por bacterias gramnegativas multirresistentes

Los estudios clínicos demuestran que el tratamiento tardío con antibióticos inapropiados para la bacteriemia multidrogoresistentes ejercería una influencia negativa en la mortalidad de los pacientes, por ello los médicos pueden verse obligados a elegir empíricamente agentes parenterales como piperacilina/tazobactam o carbapenémicos.

En la actualidad la aparición de muchos tipos de carbapenemasas ha provocado preocupación, pero se cuenta con otros medicamentos como cefalosporina, inhibidores de lactamasa dirigida a enterobacterias y *Pseudomonas aeruginosa*, que se puede utilizar como una alternativa a los carbapenémicos para las infecciones causadas por bacterias gramnegativas productoras de ESBL o AmpC. Si se sospecha una infección bacteriana multirresistente, se recomienda usar amoxicilina/clavulánico o piperacilina/tazobactam por vía parenteral seguido de fosfomicina, nitrofurantoína o pivmecilinam por vía oral más amoxicilina/ clavulánico, ante falta de resultados de susceptibilidad a los antibióticos, se recomienda utilizar carbapenémicos, termoclina o ceftolozano/tazobactam.⁶

3.3 PRESENTACION DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA

Este estudio se llevó a cabo mediante una revisión sistemática que involucró la recopilación de artículos científicos procedentes de diversas revistas y repositorios bibliográficos. Se incluyeron artículos de revistas indexadas publicados a partir de 2018, que se clasificaran como artículos originales, y tesis disponibles en repositorios. Los criterios de inclusión para los artículos científicos fueron los siguientes: coincidencia con las palabras clave utilizadas en la búsqueda (tanto en español como en inglés), publicación en los últimos cinco años y conformidad con el formato de artículo original o tesis.

Los criterios para descartar artículos científicos incluyeron: aquellos que no se ajustaran a las palabras clave utilizadas en la búsqueda, aquellos cuya fecha de publicación superara los cinco años, publicaciones que fueran cartas al editor o monografías, o que no estuvieran publicadas en revistas indexadas, y también se excluyeron artículos científicos duplicados.

Se llevó a cabo una búsqueda utilizando la palabra clave “DESC resistencia antibiótica *Escherichia coli*” y la palabra clave MESH “antibiotic resistance *Escherichia coli*”. Esta búsqueda se realizó en bases de datos indexadas, incluyendo Pubmed, Scielo y Google Académico, y produjo resultados tanto en español como en inglés. Para gestionar la información recopilada, se creó un banco de datos en el gestor bibliográfico Mendeley con el propósito de facilitar la organización de citas y referencias bibliográficas. Los artículos seleccionados se ingresaron en este banco de datos. Además, se desarrolló una hoja de cálculo en Excel para comparar los resultados de los estudios anteriores relacionados con la investigación.

La variable principal analizada en esta investigación fue la resistencia antibiótica en *Escherichia coli*, y se consideraron dimensiones que incluyeron la cepa de microorganismos aislados, según lo reportado en los estudios científicos, así como los antibióticos a los que mostraron resistencia las distintas cepas aisladas, también según los informes científicos. Se elaboraron tablas descriptivas que presentaban las frecuencias y porcentajes correspondientes a las variables y dimensiones encontradas en los diversos artículos científicos revisados.

Los resultados de la búsqueda arrojaron un total de 9,667 resultados en Pubmed, 13 resultados en Scielo y 16,400 resultados en Google Académico, lo que sumó un total de 26,080 artículos científicos. Sin embargo, se aplicaron criterios de exclusión previamente definidos para descartar algunos de estos artículos, y finalmente se trabajó con una población de 16 artículos científicos que cumplieran con los criterios establecidos

3.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ante los antecedentes de la investigación y presentación de la revisión mostrados se formuló como problema general ¿Cuál es la resistencia bacteriana de *Escherichia Coli* a los antibióticos?, luego como dimensiones del problema general se planteó los problemas específicos de la revisión sistemática ¿Cuáles son las cepas microbianas aisladas según los reportes científicos? y ¿Cuáles son los antibióticos a los que muestran resistencia según los reportes científicos?

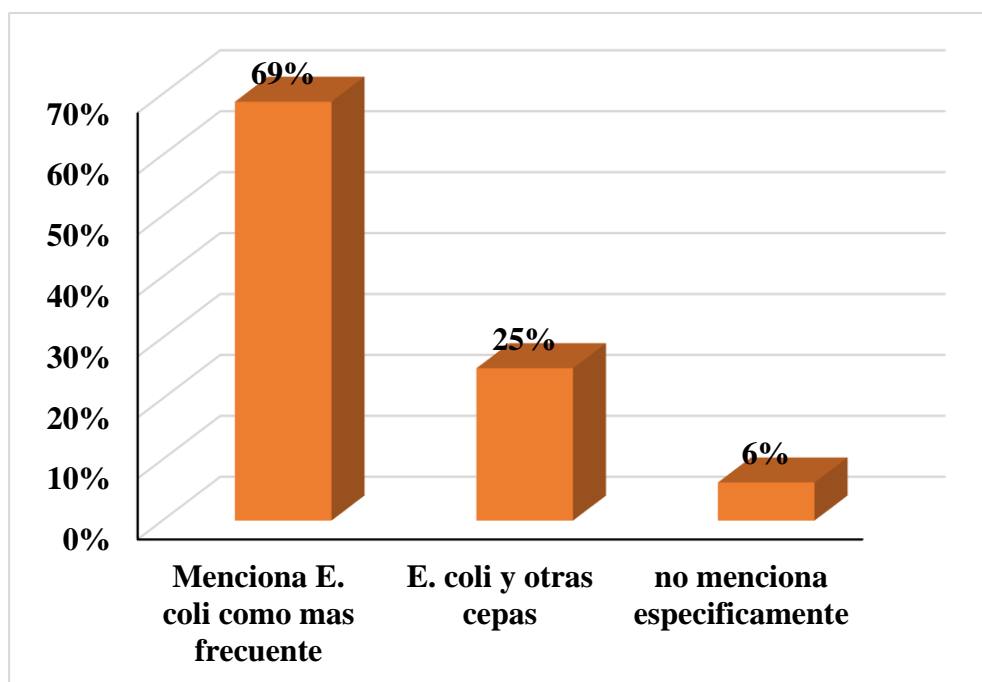
IV. RESULTADOS

Tabla 1. Cepas microbianas aisladas según los reportes científicos

Hallazgos de cepas microbianas aisladas	n	%
Menciona <i>E. coli</i> como más frecuente	11	69%
<i>E. coli</i> y otras cepas	4	25%
no menciona específicamente	1	6%
Total	16	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Cepas microbianas aisladas según los reportes científicos



Fuente: Datos de la Tabla 1

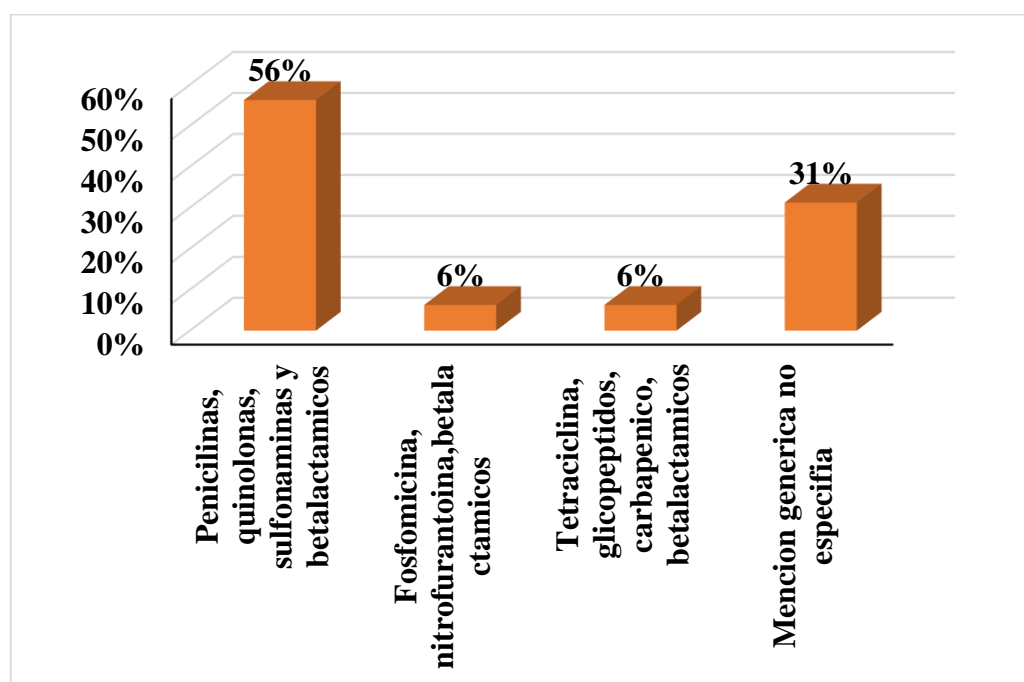
La tabla y gráfico 1 muestran que 69 % (11) de artículos científicos consultados refiere que las cepas de *Escherichia coli* fueron las más aisladas en las muestras evaluadas, asimismo el 25% (4) de los artículos científicos consultados mencionó otras cepas bacteriales tales como *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Proteus mirabilis* (3,6%) y *Pseudomona aeruginosa*. De igual manera el 6% (1) de los artículos consultados no mencionó específicamente que cepas bacterianas se aislaron y solo aborda el concepto de resistencia bacteriana.

Tabla 2. Antibióticos a los que muestran resistencia las diferentes cepas aisladas según los reportes científicos.

Antibióticos a los que muestra resistencia E. coli	n	%
Penicilinas, quinolonas, sulfonamidas y betalactámicos	9	56%
Fosfomicina, nitrofurantoina, betalactámicos	1	6%
Tetraciclina, glicopéptidos, carbapenico, betalactámicos	1	6%
Mención genérica no específica	5	31%
Total	16	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Antibióticos a los que muestran resistencia las diferentes cepas aisladas según los reportes científicos



Fuente: Datos de la Tabla 1

La tabla y gráfico 2 evidencian que 56% (9) de artículos consultados muestran que *E. coli* presenta resistencia bacteriana importante a penicilinas, quinolonas, sulfonamidas y betalactámicos. Asimismo, el 31% (5) de los artículos científicos consultados no menciona de modo específico las prevalencias de resistencia bacteriana, luego 6% (1) de los artículos científicos orientado a la resistencia bacteriana del *E. coli* uropatógeno indicó resistencia bacteriana a fosfomicina, nitrofurantoina.

De igual manera el 6% (1) de los artículos científicos consultados indico resistencia de *E. coli* a Tetraciclina, glicopéptidos, carbapenico.

V. DISCUSION

Con respecto al primer objetivo se encontró que 69% (11) de publicaciones revisadas refiere que *Escherichia coli* es la cepa más frecuentemente aisladas a partir de las muestras evaluadas, asimismo el 25% (4) de los artículos científicos consultados mencionó otras cepas bacteriales tales como *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Proteus mirabilis* (3,6%) y *Pseudomona aeruginosa*. De igual manera el 6% (1) de los artículos consultados no mencionó específicamente que cepas bacterianas se aislaron y solo aborda el concepto de resistencia bacteriana. Según Guaman W.¹⁶, Navarro M.¹ y Raraz J.² las cepas de *E. coli* prevalecen en las muestras estudiadas.

Con relación al segundo objetivo específico, según los reportes científicos consultados, se observó que en 56% (9) de casos las cepas de *E. coli* muestran resistencia bacteriana importante a penicilinas, quinolonas, sulfonamidas y betalactámicos. Asimismo, el 31% (5) de los artículos científicos consultados no menciona de modo específico las prevalencias de resistencia bacteriana, luego 6% (1) de los artículos científicos orientado a la resistencia bacteriana del *E. coli* uropatógeno indico resistencia bacteriana a fosfomicina, nitrofurantoina. De igual manera el 6% (1) de los artículos científicos consultados indico resistencia de *E. coli* a tetraciclina, glicopéptidos, carbapenico.

Navarro M., Kebenei C. y Choque J. mencionan que *E. coli* muestra resistencia a fluoroquinolonas (58.3%), trimetoprima-sulfametoxazol (44.2%) y cefalotina (41.7%), así también a cotrimoxazol, ceftriaxona y amoxicilina/ácido clavulánico, ampicilina (82%), ácido nalidíxico (78%), ciprofloxacino (68%) y norfloxacino (76%), cefalosporinas de 2° y 3° generación presentan resistencia aproximadamente un 53%.

VII. CONCLUSIONES

1. La cepa más aislada en las muestras reportadas por los autores fue *Escherichia Coli* uropatógena y enteropatógena. Asimismo, demostró resistencia a un amplio espectro de antibióticos comúnmente usados de modo empírico para el tratamiento de diversas patologías urinarias y enterocólicas.
2. En 69% de artículos consultados se menciona que *Escherichia coli* fue la cepa más aisladas en las muestras evaluadas, el 25 % de los artículos científicos consultados mencionó otras cepas bacteriales tales como *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomona aeruginosa* y el 6% de los artículos consultados solo aborda el concepto de resistencia bacteriana.
3. El 56% de artículos revisados refiere que *E. coli* muestra resistencia bacteriana importante a los antibióticos como son las penicilinas, quinolonas, sulfonamidas y betalactámicos. Asimismo, el 31% de los artículos científicos consultados no menciona de modo específico las prevalencias de resistencia bacteriana, luego 6% de los artículos científicos orientado a la resistencia bacteriana de *E. coli* uropatógeno indico resistencia bacteriana a Fosfomicina, nitrofurantoina. De igual manera el 6% de los artículos científicos consultados indico resistencia de *E. coli* a Tetraciclina, glicopéptidos, carbapenico.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda desarrollar un plan de farmacovigilancia del uso de antibióticos en enfermedades tracto urinario y enfermedades gastrocómicas para evitar propiciar la resistencia bacteriana con tratamientos empíricos poco efectivos clínicamente.
2. Se recomienda ampliar el estudio a los factores dinámicos genéticos que influyen sobre el aumento de resistencia antibacteriana en cepas de *Escherichia coli*.
3. Se recomienda actualizar permanentemente los protocolos de tratamientos empíricos para las enfermedades del tracto urinario, así como las enfermedades gastrocómicas infecciosas incluyen de ser posible técnicas de antibiograma que permitan tratamientos precisos y efectivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Jiménez-Guerra G, Heras-Cañas V, Béjar Molina L del C, Sorlózano-Puerto A, Navarro-Marí JM, Gutiérrez-Fernández J. *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* productores de betalactamasa de espectro extendido en infecciones de vías urinarias: evolución de la resistencia antibiótica y opciones terapéuticas Gemma. *Med Clin (Barc)*. 2018;150(7):262–5.
2. Raraz-Vidal J, Allpas-Gomez H, Raraz-Vidal O. Resistencia antibiótica de *Escherichia coli* y *Staphylococcus saprophyticus* en la infección urinaria de un hospital público. *Bol Malariol y Salud Ambient*. 2021;61(4):633–41.
3. Betrán A, Lavilla MJ, Cebollada R, Calderón JM, Torres L. Resistencia antibiótica de *Escherichia coli* en infecciones urinarias nosocomiales y adquiridas en la comunidad del Sector Sanitario de Huesca 2016-2018. *Rev Clínica Med Fam [Internet]*. 2020;13(3):198–202. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2020000300198&lng=es&nrm=iso&tlng=es
4. Raeispour M, Ranjbar R. Resistencia a antibióticos, factores de virulencia y genotipado de cepas de *Escherichia coli* uropatógenas. *African J Microbiol Res*. 2014;8(43):3678–86.
5. Sulca López MA, Alvarado Iparraguirre DE. Asociación de la resistencia al mercurio con la resistencia a antibióticos en *Escherichia coli* aislados del litoral de Lima, Perú. *Rev Peru Biol*. 2018;25(4):445–52.
6. Lee DS, Lee SJ, Choe HS, Giacobbe DR. Infección del tracto urinario adquirida en la comunidad por *Escherichia coli* en la era de la resistencia a los antibióticos. *Biomed Res Int*. 2018;2018.
7. Navarro M, Euan Berrelleza OG, Bolado Martínez E, Moreno Ibarra GM, Castillón Campaña LG, Robles Zepeda RE. Dos años de vigilancia de la resistencia a los antibióticos de *Escherichia coli* uropatógena en una clínica de medicina familiar. *Enfermedades Infecc y Microbiol*. 2017;37(2):40–4.
8. Alzamora MC, Echevarría AC, Ferraro VM, Riveros MD, Zambruni M, Ochoa TJ. Resistencia antimicrobiana de cepas comensales de *Escherichia coli* en niños de dos comunidades rurales peruanas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2019;36(3):459–

64.

9. Choque J. Perfil Microbiológico y Resistencia Antibiótica De Los Urocultivos en Pacientes Ambulatorios de Emergencia del Hospital Carlos Alberto Seguin Escobedo, de junio a diciembre del 2019 [Internet]. Vol. 2. Universidad Nacional de san agustin de Arequipa; 2020. Available from: <http://clik.dva.gov.au/rehabilitation-library/1-introduction-rehabilitation%0Ahttp://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/as.2017.81005%0Ahttp://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/as.2012.34066%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.201>
10. Roth N, Käsbohrer A, Mayrhofer S, Zitz U, Hofacre C, Domig KJ. La aplicación de antibióticos en la producción de pollos de engorde y la consiguiente resistencia a los antibióticos en *Escherichia coli*: una visión global. *Poult Sci*. 2019;98(4):1791–804.
11. Castro R. Resultados de la resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* obtenida de productos cárnicos a través de técnicas microbiológicas , moleculares y secuenciamiento genómico completo . Una revisión sistemática Trabajo de Suficiencia Profesional para optar. UNiversidad Peruana Cayetano Heredia; 2022.
12. Rodríguez Rosado AI. Bases moleculares de la evolución de la virulencia y resistencia a antibióticos en *Escherichia Coli*: Mutación, recombinación y transferencia horizontal [Internet]. Universidad de sevilla; 2019. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=212171>
13. Sullca J. Sensibilidad Antibiótica de *Escherichia Coli* Causante de Infecciones Urinarias, Huancayo 2021 [Internet]. Universidad Peruana Los Andes. Universidad Peruana Los Andes; 2021. Available from: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1592>
14. Vidoni G, Pizarro N, Giai M. Resistencia a ciprofloxacina en la infección urinaria por *escherichia coli* TT - Resistance to ciprofloxacina in the urinary infection by *escherichia coli*. *Rev Soc Peru Med Interna* [Internet]. 2020;14(1):28–32. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-299361>
15. Zhang S, Abbas M, Rehman MU, Huang Y, Zhou R, Gong S, et al. Diseminación de genes de resistencia a antibióticos (ARG) a través de integrones en *Escherichia coli*: un riesgo para la salud humana. *Environ Pollut* [Internet]. 2020;266:115260. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115260>
16. Guamán WM, Tamayo VR, Villacís JE, Reyes JA, Munoz OS, Judith N, et al. Resistencia bacteriana de *Escherichia coli* uropatogénica en población nativa

- amerindia Kichwa de Ecuador. 2017;42(1):36–45. Available from: http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CIENCIAS_MEDICAS/article/download/1517/1464/
17. García Castellanos T, Castillo Marshal A, Salazar Rodríguez D. Mecanismos de resistencia a betalactámicos en bacterias gramnegativas. *Rev Cuba Salud Publica*. 2014;40(1):129–35.
 18. Begum J, Mir NA, Dev K, Khan IA. Dinámica de la resistencia a los antibióticos con especial referencia a las infecciones por *Escherichia coli* productoras de toxina Shiga. *J Appl Microbiol*. 2018;125(5):1228–37.
 19. Kipkorir KC, Ang'ienda PO, Onyango DM, Onyango PO. Resistencia a los antibióticos de *Escherichia coli* de humanos y rinocerontes negros en Kenia. *Ecohealth* [Internet]. 2020;17(1):41–51. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10393-019-01461-z>
 20. Lankester A, Ahmed S, Lamberte LE, Kettles RA, Grainger DC. La proteína activadora de la resistencia a antibióticos múltiples de *Escherichia coli* reprime la transcripción del operón lac. *Biochem Soc Trans*. 2019;47(2):671–7.
 21. Bisso A. Resistencia a los antimicrobianos. *Soc Peru Med Interna*. 2018;31(2):50–9.
 22. Torres A. Resistencia bacteriana en bacilos Gram negativos de cultivos aislados de muestras clínicas en pacientes ambulatorios del hospital “Manuel Ygnacio Monteros” durante el periodo agosto - septiembre 2013. Universidad Técnica Particular de Loja; 2013.
 23. Canton R. Lectura interpretada del antibiograma: una necesidad clínica. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2010;28(6):375–85.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia

TITULO: Resistencia bacteriana de *Escherichia coli* a los antibióticos.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>Problema general ¿Cuál es la resistencia bacteriana de <i>Escherichia Coli</i> a los antibióticos?</p> <p>Problemas específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuáles son las cepas microbianas aisladas según los reportes científicos? 2. ¿Cuáles son los antibióticos a los que muestran resistencia según los reportes científicos? 	<p>Objetivo general Describir la resistencia bacteriana de <i>Escherichia Coli</i> a los antibióticos</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer las cepas microbianas aisladas según los reportes científicos 2. Identificar los antibióticos a los que muestran resistencia según los reportes científicos 	<p>Hipótesis general En función al diseño de la investigación el presente trabajo no dispone de hipótesis general</p> <p>Hipótesis específicas En función al diseño de la investigación el presente trabajo no dispone de hipótesis específica</p>	<p>Variable Principal: resistencia bacteriana de <i>Escherichia Coli</i> a los antibióticos</p>	<p>Método: Científico</p> <p>Tipo: Básico</p> <p>Enfoque: Revisión sistemática</p> <p>Diseño: Revisión bibliográfica, observacional, transversal.</p>	<p>Población: 16 artículos científicos que cumple con los criterios de inclusión y exclusión</p> <p>Muestra: Muestra censal porque se va a emplear toda la población</p> <p>Técnicas: Observacional</p> <p>Instrumentos: Ficha de recolección de datos</p>

Anexo 2
Operacionalización de variables

TITULO: Resistencia bacteriana de *Escherichia coli* a los antibióticos

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	OPERACIONALIZACIÓN		
				INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO DE VARIABLE
Resistencia bacteriana de <i>Escherichia coli</i> a los antibióticos	Recurso de supervivencia de un microorganismo contra uno o más antimicrobianos	Respuesta negativa a los efectos de los antibióticos	Cepas aisladas	<ul style="list-style-type: none"> • Menciona <i>E. coli</i> como más frecuente • <i>E. coli</i> y otras cepas • no menciona específicamente 	Nominal	cualitativa
			Antibióticos a los que muestra resistencia <i>E. coli</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Penicilinas, quinolonas, sulfonamidas y betalactámicos • Fosfomicina, nitrofurantoína y betalactámicos • Tetraciclina, glicopéptidos, carbapénicos y betalactámicos • Mención genérica no específica 	nominal	cualitativa

Anexo 3

Ficha de recolección de datos

Artículo Científico :

Autor :

Ciudad de publicación :

Año de publicación :

I. Hallazgos de cepas microbianas aisladas

- a) Menciona E. coli como más frecuente ()
- b) E. coli y otras cepas ()
- c) no menciona específicamente ()

II. Antibióticos a los que muestra resistencia E. coli

- a) Penicilinas, quinolonas, sulfonamidas y betalactámicos ()
- b) Fosfomicina, nitrofurantoina, betalactámicos ()
- c) Tetraciclina, glicopéptidos, carbapenico, betalactámicos ()
- d) Mención genérica no específica ()

Firma del investigador: