



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**PATRONES DE RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE *Escherichia coli***  
**UROPATÓGENA CAUSANTE DE INFECCIONES URINARIAS**  
**SEGÚN CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS EN**  
**PACIENTES AMBULATORIOS, JULIACA - PUNO, 2024**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

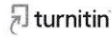
**Bach. CINTIA LISBETH ESTOFANERO COAQUIRA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA: MICROBIOLOGÍA Y**  
**LABORATORIO CLÍNICO**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



# CINTIA LISBETH ESTOFANERO COAQUIRA

## PATRONES DE RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE Escherichia coli UROPATÓGENA CAUSANTE DE INFECCIONES URINARIA

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

### Detalles del documento

Identificador de la entrega  
trn:oid::8254:418843291

108 Páginas

Fecha de entrega  
26 dic 2024, 12:26 p.m. GMT-5

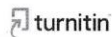
20,337 Palabras

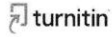
Fecha de descarga  
26 dic 2024, 12:31 p.m. GMT-5

116,326 Caracteres

Nombre de archivo  
26 TESIS CINTIA ESTOFANERO COAQUIRA REPOSITORIO.pdf

Tamaño de archivo  
2.8 MB





## 9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Fuentes principales

- 7% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

PATRONES DE RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE *Escherichia coli*  
UROPATÓGENA CAUSANTE DE INFECCIONES URINARIAS SEGÚN  
CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS EN PACIENTES  
AMBULATORIOS, JULIACA - PUNO, 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CINTIA LISBETH ESTOFANERO COAQUIRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGIA: MICROBIOLOGIA Y LABORATORIO CLINICO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
Dra. YOURI TERESA DEL CARPIO CONDORI

PRIMER MIEMBRO:

  
Mg. DIANA ELIZABETH CÁVERO ZEGARRA

SEGUNDO MIEMBRO:

  
Dr. LUIS ANGEL PAUCAR FLORES

DIRECTOR / ASESOR:

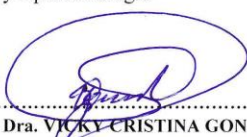
  
Mg. JUAN PABLO HUARACHI VALENCIA

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27/12/2024

ÁREA: Ciencias Biomédicas

SUBLINEA: Diagnóstico y Epidemiología



  
VPB Dra. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN-FCCBB



## DEDICATORIA

*Todo mi esfuerzo y dedicacion realizado durante esta etapa es para mis padres, Margarita Coaquira y Francisco Estofanero, quienes fueron el aliento necesario para levantarme en cada momento dificil; puesto ademas es dedicado a mis hermanas (Maribel, Velinda, Anni, Estefany y Pamela), asi tambien a mi y hermano (Henry), quienes en cada momento han sido y siempre seran mi fuerza y motor para cumplir cada proposito de mi vida.*

*Dedicado tambien a mi abuela, Carmen Ticono, que desde el cielo siempre sera la estrella que ilumine esta vida.*

**Cintia Lisbeth Estofanero Coaquira**



## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por darme paz en momentos de tempestad.*

*A mis padres y hermanos quienes siempre estuvieron cuando mas los necesite, quienes sin dudar me ofrecieron el apoyo y confianza que necesite, no me alcanzara esta vida para agraderles todo.*

*A mi compañero de enseñanza y aventuras, Yostin K. Vilca, por haber sido en esta etapa ese complemento necesario, por estar presente siempre y ser parte de la persona quien me he convertido hoy en dia...*

*A mis amigos por ser parte de mi vida...*

*Un agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano, mi casa de estudios durante estos cinco años, por darme la oportunidad y otorgarme tantas enseñanzas.*

*A la Facultad de Ciencias Biologicas, docentes y administrativos que lo conforma, por brindarme ademas de conocimientos, amor por mi carrera y por lo que soy y sere como profesional.*

*A mi asesor de tesis y jurados, agradezco el apoyo, tiempo y esfuerzo prestado para realizar este objetivo.*

*Al centro de Salud La Revolución, hospital Carlos Monge Medrano y personal que lo conforma, por cada una de las enseñanzas las cuales llevare en mi vida profesional; en ello agradezco el apoyo al Lic. Yhony Rafael Coaquira Toro, quien estuvo presto a cualquier enseñanza y consejo requerido, a todos los licenciados que conforma el Área de laboratorio, los tendre presente siempre.*

**Cintia Lisbeth Estofanero Coaquira**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN.....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. MARCO TEORICO .....</b>	<b>27</b>
2.2.1. Infecciones Urinarias .....	28
2.2.1.1. Etiología.....	29
2.2.1.2. Mecanismos de transmisión.....	30
2.2.2. <i>Escherichia coli</i> .....	31
2.2.2.1. Epidemiología.....	32
2.2.2.2. Etiología.....	33



2.2.2.3. Factores de virulencia .....	34
2.2.2.4. Factores predisponentes del huésped .....	36
2.2.2.5. Manifestaciones clínicas .....	38
2.2.2.6. Diagnostico .....	39
2.2.2.7. Antibacterianos .....	41
2.2.2.8. Mecanismos de resistencia antibacteriano .....	49

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1</b>	<b>AMBITO DE ESTUDIO .....</b>	<b>51</b>
<b>3.2</b>	<b>TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO .....</b>	<b>52</b>
<b>3.3</b>	<b>POBLACION Y MUESTRA.....</b>	<b>52</b>
	3.3.1 Población.....	52
	3.3.2 Muestra	52
<b>3.4</b>	<b>CRITERIOS DE SELECCION .....</b>	<b>53</b>
	3.4.1 Criterios de inclusión .....	53
	3.4.2 Criterios de exclusión.....	54
<b>3.5</b>	<b>VARIABLES .....</b>	<b>54</b>
	3.5.1 Variable Independiente .....	54
	3.5.2 Variable dependiente.....	54
<b>3.6</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>54</b>
	3.6.1 Comparación de prevalencia de <i>Escherichia coli</i> uropatógena en urocultivos positivos de pacientes ambulatorios según sexo y edad.....	54
	3.6.1.1. Aislamiento e identificación .....	54
	3.6.1.2 Variables sociodemográficas .....	59
	3.6.1.3 Método estadístico .....	60





3.6.2	Determinación de patrones de resistencia antibiótica de <i>Escherichia coli</i> uropatógena según características sociodemográficas (sexo y edad).....	61
3.6.2.1	Susceptibilidad antibiótica .....	61
3.6.2.2	Método estadístico .....	63

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	COMPARACIÓN DE PREVALENCIA DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> UROPATÓGENA EN UROCULTIVOS POSITIVOS DE PACIENTES AMBULATORIOS SEGÚN SEXO Y EDAD .....	65
4.2	PATRONES DE RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> UROPATÓGENA SEGÚN CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS (SEXO Y EDAD).....	70
4.2.1	Análisis de Correspondencia.....	70
4.2.2	Análisis de Componentes Principales (PCA).....	74
V.	CONCLUSIONES.....	83
VI.	RECOMENDACIONES .....	84
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	85
	ANEXOS .....	95

**ÁREA:** Ciencias Biomédicas

**SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN:** Diagnostico y Epidemiologia

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 27 de diciembre del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b>	Prevalencia de <i>Escherichia coli</i> Uropatogena positiva según sexo..... 65
<b>Tabla 2</b>	Prevalencia de <i>Escherichia coli</i> Uropatogena positiva según edad. .... 67
<b>Tabla 3</b>	Matriz de tabulación de datos sociodemográficos según edad, sexo y clasificación de grupo etario..... 95
<b>Tabla 4</b>	Matriz de tabulación de antibióticos frente a <i>Escherichia coli</i> según medida de halo (mm)..... 97
<b>Tabla 5</b>	Cantidad de casos con resistencia antibiótica asociada a variables sociodemográficas (edad [joven, adulto y adulto mayor]) ..... 99
<b>Tabla 6</b>	Cantidad de casos con resistencia antibiótica asociada a variables sociodemográficas (sexo [femenino, masculino])..... 99
<b>Tabla 7</b>	Antibióticos y diámetros críticos para enterobacterias..... 100



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Factores de virulencia de <i>Escherichia coli</i> uropatógena que contribuyen a las infecciones del tracto urinario .....	36
<b>Figura 2</b> Representación de la estructura química 2D de Ceftriaxona .....	41
<b>Figura 3</b> Representación de la estructura química 2D de Amoxicilina .....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
<b>Figura 4</b> Representación de la estructura química 2D de ácido clavulánico .....	42
<b>Figura 5</b> Representación de la estructura química 2D de Imipenem .....	43
<b>Figura 6</b> Representación de la estructura química 2D de Gentamicina .....	44
<b>Figura 7</b> Representación de la estructura química 2D de Amikacina.....	45
<b>Figura 8</b> Representación de la estructura química 2D de Ácido nalidíxico .....	45
<b>Figura 9</b> Representación de la estructura química 2D de Norfloxacin .....	46
<b>Figura 10</b> Representación de la estructura química 2D de Ciprofloxacino .....	47
<b>Figura 11</b> Representación de la estructura química 2D de Trimetoprim .....	47
<b>Figura 12</b> Representación de la estructura química 2D de Sulfametoxazol .....	48
<b>Figura 13</b> Representación de la estructura química 2D de Sulfametoxazol .....	48
<b>Figura 14</b> Zonas de recolección y procesamiento de cepas de <i>Escherichia coli</i> , durante los meses de Junio a Agosto del año 2024. ....	51
<b>Figura 15</b> Prevalencia de <i>Escherichia coli</i> Uropatógena positiva según sexo. ....	65
<b>Figura 16</b> Prevalencia de <i>Escherichia coli</i> uropatógena positiva según edad .....	68
<b>Figura 17</b> Mapa perceptual de correspondencias simples entre la edad y la resistencia antibiótica en <i>Escherichia coli</i> .....	70
<b>Figura 18</b> Perfiles de proporciones de la resistencia antibiótica con respecto al sexo	72



<b>Figura 19</b>	Análisis de componentes principales, donde se muestra a los antibióticos en relación al sexo masculino.....	74
<b>Figura 20</b>	Análisis de componentes principales, donde se muestra a los antibióticos en relación al sexo femenino.....	76
<b>Figura 21</b>	Análisis de componentes principales, donde se muestra a los antibióticos en relación a la edad joven. ....	78
<b>Figura 22</b>	Análisis de componentes principales, donde se muestra a los antibióticos en relación a la edad adulta. ....	80
<b>Figura 23</b>	Análisis de componentes principales, donde se muestra a los antibióticos en relación a la edad adulta mayor. ....	81



## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1.</b> Matriz de datos .....	95
<b>ANEXO 2.</b> Muestras de orina recepcionadas en el Área de Microbiología del Hospital Carlos Monge Medrano .....	101
<b>ANEXO 3.</b> Urocultivo de muestras de orina en medio de cultivo Agar MacConkey en el área de microbiología del Hospital Carlos Monge Medrano.....	101
<b>ANEXO 4.</b> Pruebas de diferenciación bioquímica de urocultivos positivos en medios diferenciales (TSA, LIA, SIM, Citrato y Urea).....	102
<b>ANEXO 5.</b> Inoculación de cepas de <i>Escherichia coli</i> en crioviales con medio TSA para transporte al laboratorio de Virología y Biología de la Salud. ....	102
<b>ANEXO 6.</b> Repique de cepas de <i>Escherichia coli</i> en medio de cultivo Agar MacConkey en el laboratorio de Virología y Biología de la Salud .....	103
<b>ANEXO 7.</b> Proceso de inoculación de cepas de <i>Escherichia coli</i> en placas de agar Mueller Hinton e aplicación de discos de antibiótico.....	103
<b>ANEXO 8.</b> Resultados de antibiograma de cepas de <i>Escherichia coli</i> en agar Muller Hinton en el laboratorio de Virología y Biología de la Salud .....	104
<b>ANEXO 9.</b> Constancia de ejecución de proyecto de investigación en el Hospital Carlos Monge Medrano .....	105
<b>ANEXO 10.</b> Constancia de ejecución de proyecto de investigación en el laboratorio de Virología y Biología de la Salud de la Facultad de Ciencias Biológicas – UNA Puno .....	106



## ACRÓNIMOS

BLEE:	Beta Lactamasas de Espectro Extendido
<i>E. faecalis</i> :	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>E. coli</i> :	<i>Escherichia coli</i>
ExPEC:	<i>E. coli</i> patógena extraintestinal
IU:	Infecciones Urinarias
ITU:	Infecciones del Tracto Urinario
<i>K. pneumoniae</i> :	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
LIA:	Lisina Hierro Agar
mm:	Milímetros
<i>P. mirabilis</i> :	<i>Proteus mirabilis</i>
<i>S. saprophyticus</i> :	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>
SIM:	Simmons Citrato Agar
TSI:	Triple Sugar Iron Agar
UPEC:	<i>Escherichia coli</i> uropatógena
UFC:	Unidades Formadoras de Colonias



## RESUMEN

La resistencia antibiótica de bacterias causantes de infecciones urinarias es un constante reto terapéutico por modificaciones de microorganismos que limitan el diagnóstico y tratamiento. De modo que el objetivo de esta investigación fue evaluar patrones de resistencia antibiótica de *Escherichia coli* uropatógena causante de infecciones urinarias según características sociodemográficas en pacientes ambulatorios, desarrollando una investigación analítica y transversal con diseño observacional, con una población conformada por urocultivos positivos de *Escherichia coli* de pacientes que acudieron al área de microbiología del Hospital Carlos Monge Medrano, entre Junio-Agosto del 2024, con la comparación de prevalencia de *Escherichia coli* que fueron aisladas e identificadas en agar MacConkey y posterior inoculación en medios diferenciales; asimismo, la determinación de patrones resistencia antibiótica mediante el método de Kirby-Bauer, que fueron analizadas con las características sociodemográficas de los pacientes (sexo, edad), los datos fueron procesados con el programa R studio a través de una prueba de chi cuadrado, análisis de correspondencia simple y un análisis de componentes principales con un nivel de significancia de 0.05, previa validación de supuestos. Como resultados se encontró que las pacientes mujeres presentan más casos (78%) y que el grupo etario de jóvenes (entre los 18 a 29 años) son el grupo más afectado (44%) existiendo una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). Con respecto a los patrones de resistencia antibiótica evidencian que los pacientes jóvenes muestran resistencia a trimetoprim/sulfametoxazol, amikacina y gentamicina; en pacientes adultos, a ciprofloxacino, ceftriaxona y amoxicilina/ácido clavulánico; y los adultos mayores, a nitrofurantoína y norfloxacina. Mientras que en género, las mujeres evidencian resistencia a múltiples antibióticos, más los hombres presentaron resistencia únicamente a norfloxacina, no existiendo diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). En conclusión, tenemos que las pacientes mujeres y los jóvenes son los principales afectados, asimismo, se identificaron patrones diferenciados de resistencia antibiótica según la edad y el género, destacando a los pacientes del género femenino con una resistencia a mayor variedad de antibióticos, mientras que en los hombres se limita a norfloxacina.

**Palabras Clave:** Edad, Sexo, *Escherichia coli*, Uropatógeno, Resistencia y antibióticos.



## ABSTRACT

Antibiotic resistance of bacteria causing urinary tract infections is a constant therapeutic challenge due to modifications of microorganisms that limit diagnosis and treatment. Therefore, the objective of this research was to evaluate antibiotic resistance patterns of uropathogenic *Escherichia coli* causing urinary tract infections according to sociodemographic characteristics in outpatients, developing an analytical and cross-sectional research with an observational design, with a population made up of positive *Escherichia coli* urine cultures from patients who came to the microbiology area of the Carlos Monge Medrano Hospital, between June-August 2024, with the comparison of the prevalence of *Escherichia coli* that were isolated and identified on MacConkey agar and subsequent inoculation in differential media; Likewise, the determination of antibiotic resistance patterns using the Kirby-Bauer method, which were analyzed with the sociodemographic characteristics of the patients (sex, age), the data were processed with the R studio program through a chi-square test, simple correspondence analysis and a principal component analysis with a significance level of 0.05, after validation of assumptions. As results, it was found that female patients present more cases (78%) and that the young age group (between 18 and 29 years) is the most affected group (44%), there being a significant difference ( $p < 0.05$ ). Regarding antibiotic resistance patterns, it is evident that young patients show resistance to trimethoprim/sulfamethoxazole, amikacin and gentamicin; in adult patients, to ciprofloxacin, ceftriaxone and amoxicillin/clavulanic acid; and older adults, to nitrofurantoin and norfloxacin. While in terms of gender, women showed resistance to multiple antibiotics, men showed resistance only to norfloxacin, with no significant difference ( $p > 0.05$ ). In conclusion, we have that female patients and young people are the most affected, likewise, differentiated patterns of antibiotic resistance were identified according to age and gender, highlighting female patients with resistance to a greater variety of antibiotics, while in men it is limited to norfloxacin.

**Keywords:** Age, Sex, *Escherichia coli*, Uropathogen, Resistance and antibiotics.





# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Las infecciones del tracto urinario, conocidas como ITU, alrededor del todo el mundo afectan a 2 de 3 casos por cada 100 habitantes de ambos sexos por año, constituyendo así una problemática a nivel de la salud pública, teniendo a la vez un importante impacto económico debido a que lleva consigo recibir una serie de medicamentos y tratamientos con gastos monetarios que no siempre resultan efectivos (Molin et al., 2023). Si bien, la ITU es una problemática de salud en ambos sexos, gran parte de la población de sexo femenino en el mundo experimenta una ITU en algún momento de la vida (Perez, 2017), de tal manera que el 70% de mujeres presenta dicho problema a la largo de su vida con tendencia a repetir el cuadro (Ramos & Vera, 2023). Por otro lado, la frecuencia de aparición depende de diversas condiciones, dentro de ello la edad, sexo, estado de gestación, inmunología y condiciones anatómicas del paciente que a lo largo de los años presenta alteraciones en mecanismos de defensa a infección (Cardona & Hernández, 2013; Santacruz, 2023).

Las ITU son producidas por microorganismos, entre ellas generalmente las bacterias, que provienen en principio de la zona perianal y llegan a invadir las vías urinarias y posteriormente la vías ascendentes del sistema urinario (Molin et al., 2023). Entre las principales bacterias causantes se encuentran *Escherichia coli* (*E. coli*), *Klebsiella pneumoniae* (*K. pneumoniae*), *Proteus mirabilis* (*P. mirabilis*), *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) y *Staphylococcus saprophyticus* (*S. saprophyticus*) (Zhou et al., 2023).

Siendo la principal causa de las ITU la ocasionada por *Escherichia coli* uropatógena (UPEC), responsable de 65% de las ITU de categoría complicada. Las UPEC



forman parte del grupo de *E. coli* patógenas conocidas como *E. coli* patógena extraintestinal (ExPEC), un grupo de cuatro patotipos que se clasifican según su lugar de aislamiento y en el cual han adoptado mecanismos de virulencia que les ha permitido proliferar y causar enfermedad en sitios de acogida. Si bien al inicio se da paso a una respuesta inmune innata del huésped a la infección representada por una compleja cascada de eventos, a lo largo del tiempo, las UPEC han adquirido una serie de factores de virulencia que los ayuda a eludir los mecanismos inmunitarios del huésped y acelerar la infección y la enfermedad (Whelan et al., 2023).

A todo ello se suma la resistencia antibiótica, uno de los tantos problemas de la salud pública. En donde si bien los antibióticos en la historia han tenido efecto recuperador frente a las ITU, la aparición de cepas resistentes en el ambiente clínico es cada vez mayor, y junto a ello el de nuevos mecanismos de resistencia (Iregbu et al., 2013). Entre los mecanismos de resistencia a los antibióticos en casos de UPEC se pueden incluir mutaciones cromosómicas en genes, además de la producción de enzimas que tienen como resultado el desactivar el antimicrobiano por medio de la degradación o compitiendo por los sitios de unión, además que factores de virulencia y genes de resistencia a los antibióticos pueden estar siendo intercambiados más fácilmente tras la formación de biopelículas (Whelan et al., 2023). Sumado a ello, diversas investigaciones reflejan que los grupos de pacientes de mayor edad presentan probabilidad de mayor resistencia antibiótica en comparación de menores de 60 años (Carreras et al., 2021).

Asimismo, en vista a que a mayor edad habría mayor resistencia antibiótica (Carreras et al., 2021) y que el sexo del individuo predispondría a infecciones urinarias (Grados et al., 2019) es que existe la necesidad de tener información actualizada sobre patrones de resistencia antibiótica en aislamientos recientes de *Escherichia coli* uropatógena, según características sociodemográficas del paciente sobre todo en



población altoandina, y debido a que por el momento no hay estudios en la literatura especializada con enfoque de análisis multivariado por componentes principales y análisis de correspondencia para la determinación de patrones de resistencia antibiótica es que el propósito del presente estudio es analizarlos de esta manera con el fin de mejorar la antibioticoterapia estratificada y evitar complicaciones y posibles hospitalizaciones en atención de salud ambulatoria para el departamento de Puno.

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar patrones de resistencia antibiótica de *Escherichia coli* uropatógena causante de infecciones urinarias según características sociodemográficas (sexo y edad) en pacientes ambulatorios, Juliaca - Puno, 2024.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comparar la prevalencia de *Escherichia coli* uropatógena en urocultivos positivos de pacientes ambulatorios según sexo y edad, Juliaca - Puno, 2024.
- Determinar patrones de resistencia antibiótica de *Escherichia coli* uropatógena causante de infecciones urinarias según características sociodemográficas como sexo y edad de pacientes ambulatorios, Juliaca - Puno, 2024.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

A nivel internacional, Espinoza et al. (2022) en Ecuador una investigación determinó la etiología y el perfil de resistencia de bacterias aisladas de urocultivos positivos de embarazadas con diagnóstico de ITU, con metodología descriptiva y transversal y una población constituida por 124 pacientes del Hospital de Sangolquí desde enero 2017 hasta abril 2018, con edades entre 20 a 30 años, en la que los urocultivos positivos presentaron mayor susceptibilidad a ceftriaxona, nitrofurantoína y fosfomicina, siendo más resistente a cefuroxima y ampicilina.

Ballesteros (2018), en Puebla, México se analizaron los patrones de resistencia, de 100 cepas de UPEC aisladas de mujeres gestantes y no gestantes en Sonora y 50 de Puebla, las cuales fueron clasificadas como multidrogo resistentes, siendo los antibióticos que presentaron mayor resistencia por ejemplo la ampicilina (100% vs 100% en Sonora y Puebla respectivamente),  $\beta$ -lactámicos del tipo cefalosporinas de primera a cuarta generación (71.3% vs 75.7) y fluoroquinolonas (52.4% vs 50%).

Garza et al. (2018), en México, en una investigación hospitalaria fue analizada la resistencia bacteriana, así como también la detección de comorbilidades causantes de modificar el proceso de una infección urinaria con el fin de un mejor tratamiento, teniendo como metodología el uso de urocultivos positivos procedentes de pacientes ambulatorios del área de urología del hospital correspondiente a una muestra de 190 urocultivos, determinando *E. coli* como más frecuente, asimismo se observó mayor resistencia de antibiótico entre ellos a cefazidima (91.5%), quinolonas (> 65%) y seguidamente de



trimetoprim/sulfametoxazol (58%). Por otra parte, entre los antibióticos que mostraron mayor sensibilidad estuvieron amikacina, imipenem, nitrofurantoína y meropenem, además se halló la presencia de comorbilidades siendo muy frecuente la diabetes mellitus, el uso previo de antibióticos para infección de vías urinarias e hiperplasia prostática.

Asimismo Castrillón et al. (2016), en Pereira - Colombia identificaron los principales agentes etiológicos y la resistencia a los antibióticos de microorganismos aislados por urocultivo de 1563 pacientes con IVU entre los meses de abril del 2014 a marzo del 2015, evaluándose bacterias aisladas de los urocultivos procesados, para una posterior evaluación del antibiograma, hallando mayor resistencia en *E. coli* para cefalotina (75.8%), ampicilina (72.6%) y trimetoprim/sulfametoxazol (55.3%), demostrando un uso inadecuado del antibiótico.

En otro estudio, Miranda et al. (2016) evaluaron la susceptibilidad a los antibióticos de diferentes grupos genéticos de la especie *E. coli* aisladas de Infecciones Urinarias en México, en donde los aislamientos con un total de 50 pertenecieron a la localidad del centro del país, además de una cantidad de 57 aislados de una localidad al suroeste, los cuales en su totalidad fueron caracterizados fenotípicamente (susceptibilidad antibióticos), presentando entre lo más común la resistencia a antibióticos como la ampicilina (92.5%), tetraciclina (76.6%) y trimetoprim/sulfametoxazol (70.1%).

Por otra parte, Zúniga et al. (2016), en Honduras, obtuvieron conocimiento de la epidemiológica de perfil de sensibilidad de las bacterias presentes en urocultivos para los meses de febrero a junio de 2014, aislando de ese modo un total de 602 urocultivos en diferentes establecimientos de las ciudades de San Pedro Sula y El Progreso, tomándose como variables el sexo, edad y bacterias, encontrándose que los antibióticos que presentaban mayor porcentaje de sensibilidad y resistencia, mediante el método de Kirby



Bauer para valorar los perfiles, estaban principalmente *E. coli* (70,4%), seguido de *Enterobacter spp* (7.8%) entre otros; con una sensibilidad general frente a fosfomicina (68.9%), amikacina (68.4%), nitrofurantoína (62.4%), gentamicina (60.4%) y ceftriaxona (50%), pero con una resistencia a trimetoprim sulfametoxazol (50.1%), ciprofloxacina (38.2%), levofloxacina (36.7%), norfloxacina (5%) y amoxicilina+ácido clavulánico (33.8%).

Ahora bien, Chindembele et al. (2015) evaluaron la sensibilidad antimicrobiana in vitro de cepas *E. coli* causantes de ITU en la provincia de Huambo, Angola, iniciando con nueve pruebas bioquímicas convencionales para la identificación y de ahí con el método Kirby-Bauer, hallando 387 urocultivos, donde el microorganismo más frecuentemente aislado fue *E. coli* (83%), existiendo principalmente resistencia a la ampicilina (96.5%), cefalexina (59.6%) y sulfametoxazol-trimetropim (52.6%), pero siendo sensible al imipenem (97.4%), amikacina (95.6%), nitrofurantoina (76.3%), ciprofloxacino (73.7%), norfloxacino (73.7%) y ácido nalidíxico (70.2%).

Miranda (2014), en otro estudio, llevado a cabo en dos localidades de México se evaluaron entre los determinantes de virulencia y susceptibilidad a antibióticos de *Escherichia coli* uropatógena un total de 107 cepas de *E. coli* con resistencia a ampicilina (92.5%), tetraciclina (76.6%) y trimetoprim/sulfametoxazol (70.1%) siendo los más frecuentes en ambos grupos evaluados.

Asimismo, Gómez et al. (2009) en Colombia, en su propósito de describir la frecuencia de microorganismos y el perfil de resistencia antimicrobiana en cultivos de pacientes con sospecha de infección urinaria, se revisaron 2312 urocultivos, siendo el microorganismo más frecuente la *E. coli* (62.58%), con resistencia a trimetropim-sulfametoxazol (43.4%), ciprofloxacina (31.4%), ampicilina (51.9%) y ampicilina-



sulbactam (32.2%), mientras que los antibióticos que tuvieron una baja resistencia fueron la nitrofurantoína (1.7%), cefalosporinas de primera (8.76%), segunda (7.5%) y tercera generación (2.1%).

De otro lado, Calenzani (2008) realizó un análisis descriptivo evidenciando una frecuencia de resistencia de *E. coli* en muestras recepcionadas en el área de Bacteriología del Hospital Obrero N°1 de la ciudad de la Paz entre los meses de Enero de 2006 a Diciembre de 2007 con un total de 2237 muestras de orina, siendo la identificación más frecuente la de *E. coli* (75%) en muestras del género femenino, evidenciando ser mayor al 50% la resistencia a Amoxicilina/Ác. clavulánico, Gentamicina, Cefalotina, Cotrimoxazol, Amikacina, Ciprofloxacina, Ceftriaxona, Nitrofurantoína y Ácido Nalidíxico.

Sánchez et al. (2003), en España, entre 1998 a 2000 en un reconocimiento de sensibilidad de bacterias causantes de infecciones urinarias, se analizaron urocultivos positivos para *E. coli* frente a un panel de nueve antibióticos de uso frecuente, encontrando mediante la prueba de Chi cuadrado la existencia de diferencias estadísticamente significativas en los distintos años de estudio, y sensibilidad in vitro a fosfomicina (99.2%-99.3%; p=NS\*), cefixima (98.3%-92.9%; p<0.001), cefuroxima (96.5%-94.1%; p<0.05), nitrofurantoína (94.5%-86.9%; p<0.001), amoxicilina-ácido clavulánico (93.1%-90.1%; p<0.05), ciprofloxacino (77.1%-81.6%; p<0.05), norfloxacino (75.8%-80.3%; p<0.05), cotrimoxazol (71.5%-73.4%; p=NS\*) y ampicilina (44%-41.4%; p=NS\*). (\*NS= No significativo).

A nivel nacional, Quispe & Sánchez (2024) en Lima – Perú, realizaron una evaluación antibiótica existente en *E. coli* ante distintos antibióticos provenientes de pacientes del Hospital Cayetano Heredia en transcurso de 2019 y 2022, se clasifico



urocultivos positivos a *E. coli* con una totalidad de 5308 casos presentes de los cuales se evidencio que el 2022 existió una subida significativa respecto a resistencia de cefalosporinas de 3ra y 4ta generación, con una disminución evidente frente además antibióticos como lo son los aminoglucósidos, fluoroquinolonas y penicilinas/inhibidores de betalactamasas, con una resistencia observada a ceftriaxona (38.7% a 42.3%) y seguida reducción a ciprofloxacino (61.1% a 54.9%) y gentamicina (27.6% a 21.9%), mientras por su lado presento resistencia a amikacina (1.9%) y ningún cambio observado en nitrofurantoína (3.8%).

Así también, Sullca (2022) en Huancayo-Perú, se determinó la sensibilidad antibiótica de *Escherichia coli* causante de infecciones urinarias en una población conformada por 16 cultivos de *E. coli* aislados e identificados a partir de muestras de orina procedentes de pacientes que acudieron entre los meses de noviembre y diciembre 2021, teniendo como procedimiento microbiológico el uso de medios selectivos y diferenciales bioquímicos, además de la técnica Kirby-Bauer, en el cual ante el uso de 13 discos de sensibilidad comerciales, encontraron sensibilidad a amikacina (62.5%), gentamicina (37.5%); una sensibilidad intermedia frente al ácido fusídico (50%) y ciprofloxacina (37.5%), y resistencia completa a amoxicilina+ácido clavulánico y sulfametoxazol-trimetropim, seguido de cefotaxima y ceftazidima (87.5%).

De la misma manera, Álvarez & Luna (2024) determinaron la sensibilidad antimicrobiana de bacterias uropatógenas en 300 muestras de orina de pacientes sospechosas atendidas en el hospital Antonio Lorena del Cusco, aislando a *E. coli* en un 80.0%, donde el antibiograma por difusión mostró una sensibilidad del 87% a Nitrofurantoina, 82% a Sulfametoxazol Trimetoprim y Gentamicina.





Por otra parte, Miranda et al. (2019) en Lima-Perú, en una descripción de los principales mecanismos de resistencia antimicrobiana en uropatógenos aislados en adultos mayores entre enero de 2014 y octubre de 2016, se halló entre los microorganismos más frecuentes a *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Proteus mirabilis*, las cuales obtuvieron una sensibilidad mayor a 80% frente a piperacilina/tazobactam, amikacina y carbapenems, asimismo, el 83,6% de cepas de *Escherichia coli* fueron sensibles a nitrofurantoina, existiendo así un incremento constante de resistencia bacteriana en relación a la edad, teniendo a la inactivación enzimática de betalactámicos y aminoglicósidos como mecanismo de resistencia más frecuente.

Asimismo Tucto et al. (2014) en Trujillo-Perú, en la investigación resistencia bacteriana de *Escherichia coli* uropatógena, con muestras de urocultivos pertenecientes a pacientes ambulatorios y hospitalizados en el Hospital II Chocope – EsSalud, entre octubre de 2010 y agosto de 2013, hallándose que *Escherichia coli* uropatógena es resistente a los antimicrobianos, entre ellos Cefolatina, Cefepima, Tetraciclina, Ciprofloxacino y Levofloxacina ( $p > 0,05$ ), señalando además que frente a Imipenem ninguna cepa de *E. coli* fue resistente en la duración del estudio.

De la misma manera, Silva (2013) en Ayacucho-Perú se evaluó patrones de resistencia a antibióticos y la presencia de Beta Lactamasas de Espectro Extendido (BLEE) en urocultivos de pacientes que acudieron al Área de Microbiología mediante el uso del método de disco de difusión, en el cual de 390 muestras, 61 fueron positivas siendo *Escherichia coli* aislada en 75 % del total de casos, existiendo resistencia a quinolonas (ciprofloxacino, 43.5 %, ácido nalidixico 73% y norfloxacino, 57%), además de una resistencia a carbapenems del 0%, y a aminoglucósidos (gentamicina 4 % y Amikacina, 2%).



De igual forma, Corahua (2009), en Lima-Perú con el objetivo de caracterizar cepas de *Escherichia coli* uropatógenas durante los meses de agosto 2006 – agosto 2007, se recolectaron 52 cepas confirmadas las cuales se verificaron fenotípicamente en agar MacConkey y mediante pruebas bioquímicas, determinando que todos los aislados presentaron altos nivel de resistencia a sulfametoxazol-trimetopim (60%), ciprofloxacino (63%) y amoxicilina-ácido clavulánico (75%).

A nivel regional, Carreras et al. (2021) en un estudio de revisión retrospectiva del servicio de microbiología de una Institución Privada de Puno-Perú en el transcurso de 2014-2017 se tuvo como objetivo la determinación de patrones de resistencia antibiótica en familias de enterobacterias uropatógenas en referencia a grupos de edad, siendo así *Escherichia coli* y *Proteus* spp las bacterias de mayor frecuencia, presentando además un incremento de resistencia antibiótica a medida de una mayor edad de los pacientes, observándose además una mayor probabilidad de resistencia a antibióticos como la penicilinas, cefalosporinas y quinolonas.

Pinto (2017), en su estudio retrospectivo a menores de 13 años del Hospital Essalud Puno III diagnosticados con infección urinaria, con la obtención de 119 urocultivos positivos con un 86,6 % perteneciente al sexo femenino y 13,4% al sexo masculino, además del hallazgo de mayor frecuencia de la bacteria *E. coli* con un 92,4%, seguida de otras como *Enterobacter*, con un sensibilidad antibiotica mediante antibiograma a cefalosporinas con un 81.6%, aminoglucisidos con 90%, y vancomicina con un 98%,mientras que una elevada resistencia a ampicilina con 71%, y finalmente sulfametoxazol con un 66%.

A nivel local, Huacasi (2022) en Juliaca, Puno-Perú, se realizó la identificación y evolución de resistencia bacteriana a pacientes que acudieron por consultorio externo al



hospital Carlos Monge Medrano de Juliaca, dando como resultado un total de 45 muestras de orina, entre la duración de enero a marzo del 2020, mediante el uso de un muestreo no probabilístico, teniendo como metodología el urocultivo cuantitativo, y asimismo las pruebas bioquímicas diferenciales, que a través del método de Kirby – Bauer, se encontró *Escherichia coli* como el principal agente etiológico (93.54%), con resistencia a amoxicilina–ácido clavulánico, amikacina, gentamicina y sulfametoxazol-trimetopim.

En otro estudio, Marcos et al. (2021) realizaron una comparación de perfiles de resistencia en *Escherichia coli* uropatógena durante el año 2016 con un total de 98 muestras de orina diagnosticadas con infección urinaria de pacientes provenientes de Juliaca, Lima e Iquitos, hallando un aumento de casos en pacientes de 31 a 45 años de edad acompañados de una resistencia a antibióticos como la ceftazidima, ceftriaxona, gentamicina y trimetoprim-sulfametoxazol con respecto al establecimiento de Juliaca quien presento mayor porcentaje de resistencia antibiótica en comparación a Lima e Iquitos.

## **2.2. MARCO TEORICO**

Las infecciones urinarias (IU) son afecciones clínicas que tienen como resultado la invasión y proliferación de microorganismos patógenos a nivel del tracto urinario, que abarca la uretra, la vejiga, los uréteres y los riñones. Se presentan con mayor periodicidad en mujeres, con estimaciones que sugieren que entre el 50% y el 60% de las mujeres experimentarán al menos una IU en su vida, mas sin embargo esta afecta a gran parte de la población (Hooton, 2012).



### 2.2.1. Infecciones Urinarias

Las infecciones urinarias (IU) son afecciones clínicas que tienen como resultado la invasión y proliferación de microorganismos patógenos a nivel del tracto urinario, que abarca la uretra, la vejiga, los uréteres y los riñones. Se presentan con mayor periodicidad en mujeres, con estimaciones que sugieren que entre el 50% y el 60% de las mujeres experimentarán al menos una IU en su vida, mas sin embargo esta afecta a gran parte de la población (Hooton, 2012).

La ITU se presenta por diversas causas, y la orina la encontrarse de manera usual de forma estéril, está por su parte se caracteriza por la presencia de gérmenes a nivel del tracto urinario, y es así como acompañado de cierta sintomatología clínica variable en alguno pacientes, donde incluye disuria, aumento de la frecuencia y urgencia urinaria, y dolor en la parte baja del abdomen, de manera de la afección es demostrada por urocultivo (Gould et al., 2010; Torres, 2012). El diagnóstico se realiza comúnmente mediante análisis de orina, donde se identifica la presencia de leucocitos, bacterias y otros.

El tratamiento de manera común para las infecciones urinarias implica el uso de antibióticos. Sin embargo, la creciente resistencia a los antimicrobianos se ha convertido en un desafío significativo, ya que se ha observado un aumento en la resistencia de *E. coli* a múltiples antibióticos, lo que complica el manejo clínico de estas infecciones (Flores et al., 2015). Esta situación resalta la necesidad de implementar estrategias de prevención, educación y conocimiento para los pacientes y constante vigilancia de la resistencia antimicrobiana.



### 2.2.1.1. Etiología

La etiología de las infecciones urinarias (IU) es compleja y multifacética, mas sin embargo predomina la bacteriana. La bacteria *Escherichia coli* es el agente causante más común, responsable de aproximadamente el 70% al 95% de los casos (Gupta et al., 2007). Esta bacteria es parte de la flora intestinal normal, pero puede migrar al tracto urinario, especialmente en mujeres, debido a la anatomía de su sistema urinario, que favorece la colonización. La proximidad de la uretra al recto y la corta longitud de la uretra en las mujeres aumentan el riesgo de infección, ya que facilitan la entrada de microorganismos (Gupta et al., 2007).

Además de *E. coli*, otros patógenos implicados en las infecciones urinarias incluyen *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Enterococcus faecalis* y algunas especies de *Staphylococcus* y *Pseudomonas*. La frecuencia de estos patógenos puede variar según diversos factores, incluidos los antecedentes médicos del paciente y el entorno. Por ejemplo, en pacientes con catéteres urinarios o con condiciones que afectan el sistema inmunológico, como diabetes, se observan patrones diferentes en la flora bacteriana responsable de las IU (Naber et al., 2008).

Los factores de riesgo son un componente crucial en la etiología de las infecciones urinarias. Las mujeres son más susceptibles debido a la anatomía de su tracto urinario (Hooton, 2012). La resistencia a los antibióticos también ha emergido como un factor significativo en la



etiología de las IU. El uso excesivo e inapropiado de antibióticos ha llevado a un aumento en la prevalencia de cepas resistentes de *E. coli* y otros patógenos, lo que complica el tratamiento de estas infecciones. Esto resalta la importancia de un enfoque adecuado en la prevención, el diagnóstico y el manejo de las IU, así como la necesidad de estrategias efectivas para controlar la resistencia antimicrobiana (Flores et al., 2015).

### **2.2.1.2. Mecanismos de transmisión**

En la infección urinaria los mecanismos de transmisión llegan a ser de nivel complejo y además diverso, en ello se asocia la colonización y paso de microorganismos desde el tracto gastrointestinal hasta el tracto urinario. En gran mayoría esta afección es causada por *Escherichia coli*, ya que esta es encontrada de forma común en el intestino. Este microorganismo bacteriano da su paso al tracto urinario mediante la uretra, en especial en mujeres puesto que su anatomía lo favorece, ya que la uretra es corta y cercana al recto (Gupta et al., 2007).

Dentro de los principales mecanismos de transmisión esta la autoinoculación la cual ocurre tras las bacterias presentes en la región anal o genital se trasladan a la uretra. Situación que ocurre en actividades cotidianas como el uso del inodoro o la higiene personal inadecuada. Además la falta de conocimiento en una limpieza adecuada después de la defecación, es un claro ejemplo del motivo de entrada de bacterias en la uretra. Asimismo, la utilización de productos de higiene íntima que modifican la flora vaginal o irritan la uretra contribuyen a la colonización bacteriana (Hooton, 2012).



Otro mecanismo relacionado a los factores predisponentes es el uso de catéteres urinarios. Este tipo de instrumento como los catéteres llega a ingresar bacterias de forma directa en la vejiga y crear un ambiente propicio para la infección. Las infecciones urinarias en relación al uso de catéteres es de principal preocupación en el ámbito hospitalario, por lo que existe una tasa de infección significativamente más altas (Naber et al., 2008). De tal modo que las intervenciones quirúrgicas en el tracto urinario pueden facilitar el ingreso de bacterias (Naber et al., 2008).

Así también las relaciones sexuales son un mecanismo de importancia en la transmisión de infecciones urinarias. Durante el acto sexual, los microorganismos bacterianos pueden ser transportados a la uretra, incrementando el riesgo de transmisión, siendo una población vulnerable las mujeres dada su anatomía que facilita dicho acto. Puesto así, se recomienda que las mujeres orinen después de tener relaciones sexuales, lo cual ayuda a la eliminación de bacterias que hayan ingresado a la uretra (Flores et al., 2015).

### **2.2.2. *Escherichia coli***

Bacteria en forma de bacilo gram negativa, parte de flora intestinal natural de los seres humanos y muchos animales. Sin embargo, ciertas cepas de *E. coli* son patógenas y causantes de diversas infecciones, en ello las infecciones urinarias, gastroenteritis y meningitis. Esta bacteria se caracteriza además por su capacidad para sobrevivir en ambientes diversos y su habilidad de adaptación a diferentes condiciones, el cual lo convierte en versátil y oportunista en la etiología de enfermedades (Kaper et al., 2004).



Existen categorías de *E. coli*, incluyendo las cepas enterotoxigénicas, que son responsables de la denominada diarrea del viajero, y las cepas uropatógenas, principales causantes de infecciones del tracto urinario. Estas cepas patógenas se adhieren a las células del epitelio urinario, favoreciendo la colonización y así también la infección (Nataro & Kaper, 1998).

Debido a la importancia en salud pública, *E. coli* es parte de estudios en microbiología y medicina, apoyando a comprender mejor la patogénesis de las infecciones bacterianas y desarrollar estrategias de prevención y tratamiento (Nataro & Kaper, 1998).

#### **2.2.2.1. Epidemiología**

*Escherichia coli* uropatógena (UPEC) es el agente causal más frecuente de infecciones del tracto urinario (ITU) en todo el mundo, con una representación de aproximadamente el 80-90% de los casos en mujeres (Colgan et al., 2011). Asimismo sigue siendo un patógeno predominante en las infecciones del tracto urinario en Perú en el 2024. Un estudio reciente realizado por Martínez et al. (2024) indica que UPEC es responsable del 75% de los casos de ITU en mujeres, lo que refuerza su impacto en la salud pública (Martínez et al., 2024).

En la variabilidad de prevalencia de UPEC en diversas regiones del país también ha sido destacada, en lo cual un informe de Ríos et al. (2024) revela que en áreas urbanas, la incidencia de cepas resistentes alcanza hasta el 60%, lo que plantea desafíos para el tratamiento efectivo de las ITU. El acceso a los servicios de salud, las condiciones socioeconómicas y las





prácticas de higiene son factores determinantes en esta situación (Ríos et al., 2024).

Las ITU son particularmente comunes en mujeres jóvenes, con estudios que muestran que entre el 20% y el 30% de ellas experimentarán al menos una infección a lo largo de su vida (Hooton, 2000). Asimismo las mujeres son más susceptibles debido a la anatomía de su tracto urinario, así como a cambios hormonales, especialmente durante la menopausia, que pueden alterar la flora vaginal y permitir una mayor colonización bacteriana. Y ahora bien en caso de los hombre las Infecciones Urinarias resultan ser menos comunes, estas pueden ser favorecidas por condiciones como la hiperplasia prostática o infecciones de transmisión sexual, que pueden complicar el sistema urinario (Hooton, 2012).

La prevalencia de estas infecciones tiende a ser menor en países en desarrollo en comparación con países industrializados, lo que podría atribuirse a diferencias en la higiene, el acceso a atención médica y las prácticas preventivas (Gould et al., 2010).

#### **2.2.2.2. Etiología**

En los últimos años, la etiología de *Escherichia coli* uropatogénica (UPEC) ha sido de importancia en estudios intensivos debido a su papel predominante en las infecciones del tracto urinario (ITU). Las cepas de UPEC poseen factores de virulencia que facilitan la capacidad de causar infecciones. Entre estos factores existen las fimbrias y adhesinas, que permiten que la bacteria se adhiera de manera efectiva a las células epiteliales del tracto urinario. Este mecanismo de adhesión es de



importancia en la colonización, ya que impide que la bacteria sea eliminada por el flujo urinario (Hooton & Gupta, 2022). Además, algunas cepas son capaces de producir toxinas que pueden dañar los tejidos del huésped, empeorando la infección y dificultando su tratamiento.

Actualmente un aspecto preocupante en la etiología de UPEC es el aumento de la resistencia a los antibióticos. Puesto que investigaciones han revelado que un porcentaje considerable de cepas de UPEC son resistentes a antibióticos de uso común, entre ellos la ciprofloxacina y el trimetoprim-sulfametoxazol. Esto se debe a varios factores, incluyendo al uso inapropiado de antibióticos en la comunidad y la falta de un control adecuado en su prescripción (Tängdén & Cars, 2023).

### **2.2.2.3. Factores de virulencia**

La bacteria *Escherichia coli* uropatógena es la causa principal de infecciones del tracto urinario y posee diversos factores de virulencia que facilitan su adherencia, invasión y supervivencia en el sistema urinario. Entre estos factores destacan las adhesinas, las cuales ayudan a la bacteria a fijarse a las células del huésped, y las toxinas, que dañan el epitelio del tracto urinario y desencadenan respuestas inflamatorias (Flores et al., 2015). Además, la UPEC emplea sistemas de captura de hierro que le permiten prosperar en un ambiente con recursos limitados, como el tracto urinario, y evadir el sistema inmune a través de mecanismos de modificación de superficie (Zhang & Foxman, 2013).



Así también, el éxito de UPEC como causante principal de infecciones, dependerá de su capacidad de formación de biopelículas en superficies como por ejemplo los catéteres, ya que esto dificulta la erradicación de las bacterias e incrementa también la resistencia a los antibióticos. Estos factores de virulencia, junto con su resistencia intrínseca, adquirida a varios antibióticos, convierten a UPEC en un patógeno de difícil tratamiento y control en infecciones urinarias recurrentes (Kline & Lewis, 2016).

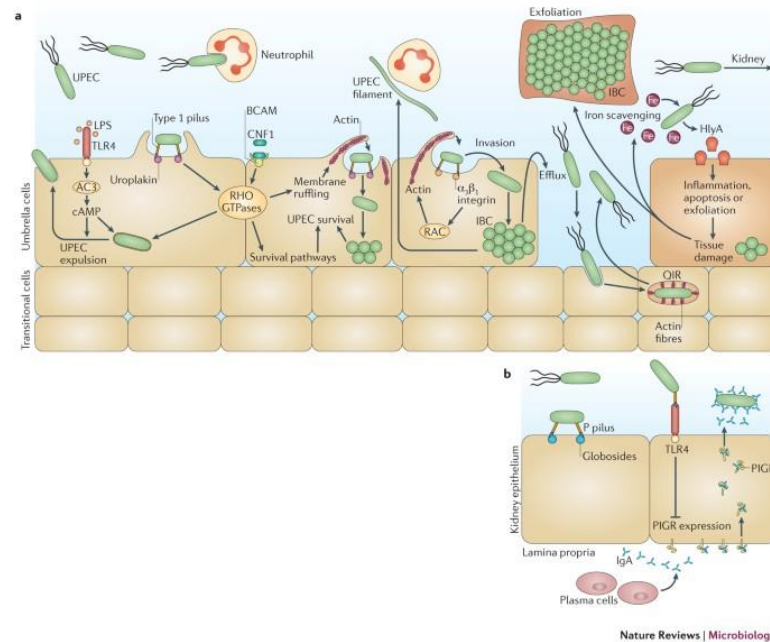
Asimismo, la *Escherichia coli* uropatógena (UPEC) utiliza los pili tipo 1, estructuras de similitud a pelos, como un importante mecanismo de virulencia para establecer infecciones del tracto urinario. Dichas estructuras le permiten a la bacteria adherirse de manera firme al epitelio urinario, lo cual facilita la colonización inicial y reduce la posibilidad de ser eliminada por el flujo de la orina. La proteína FimH, ubicada en el extremo de los pili tipo 1, servirán para la unión a receptores de manosa presentes en las células del huésped, lo que inicia el proceso de invasión celular (K. Wright et al., 2007).

Además de contribuir a la adhesión, los pili tipo 1 con las células del epitelio desencadenan una respuesta inflamatoria, favoreciendo a los síntomas comunes de la infección urinaria. UPEC puede regular la expresión de estos pili en función de las señales ambientales, adaptándose así a las condiciones del tracto urinario y asegurando su supervivencia en un entorno hostil (Greene & Hultgren, 2015). Esta habilidad de UPEC para activar o suprimir la expresión de pili tipo 1 de forma estratégica le otorga una ventaja para persistir en el tracto urinario, incluso frente a las

defensas del sistema inmune, detallado de forma gráfica en la Figura 1 (Greene & Hultgren, 2015).

### Figura 1

*Factores de virulencia de Escherichia coli uropatógena que contribuyen a las infecciones del tracto urinario*



Nota: (a) En la vejiga, la expresión de pili tipo 1 por parte de *Escherichia coli* uropatógena (UPEC) es esencial para la colonización, invasión y persistencia. (b) La colonización de los riñones por UPEC depende de la expresión de pili asociados a pielonefritis (P), que dan unión a glucolípidos que contienen globosidos del tejido renal. La adhesina del pili P, PapG, se relaciona a TLR4, lo que disminuye la expresión del receptor de inmunoglobulina polimérica (PIGR). Esto resulta un deterioro del transporte de inmunoglobulina A (IgA) a través del epitelio, modificando la respuesta inmunitaria de anticuerpos secretores locales y evitando la opsonización y la eliminación de UPEC.

Fuente: (Flores et al., 2015).

#### 2.2.2.4. Factores predisponentes del huésped

Los factores predisponentes del huésped juegan un papel fundamental en la susceptibilidad a las infecciones causadas por *Escherichia coli* uropatógena (UPEC). En los últimos años, diversos



estudios han identificado múltiples características y condiciones del huésped que aumentan el riesgo de desarrollar infecciones del tracto urinario (ITU) (González et al., 2023b).

Un factor de importancia en la predisposición es el sexo femenino, puesto que en mujeres se debería a la anatomía del tracto urinario. La uretra al ser corta en mujeres, facilita que los microorganismos bacterianos alcancen a la vejiga, incrementando así la predisposición de adquirir una ITU (Hooton et al., 2022). Así también, en sexo femenino existen factores hormonales, especialmente durante el embarazo, los cuales alteran la flora normal, favoreciendo la colonización por UPEC (González et al., 2023b).

La edad también juega con un papel de importancia como factor determinante, puesto que en caso de mujeres mayores, especialmente en etapa postmenopausia, presentan mayor riesgo de adquirir una ITU, debido a la disminución de estrógenos, afectando la mucosa urogenital y facilitando la colonización bacteriana (Mahlpuu, 2021). De la misma forma, pacientes ancianos son mayormente susceptibles a infecciones urinarias, en parte debido a comorbilidades y al uso frecuente de catéteres (Mahlpuu, 2021).

Entre las condiciones de salud, asociado al incremento de casos ITUs encontramos a la diabetes. Como también la hiperglucemia, afectando el sistema inmunológico, con cual debilita la respuesta del huésped en presencia de infecciones (Nicolle, 2022). Asimismo, las malformaciones anatómicas o retención de líquidos urinarios que afectan



la función normal de tracto urinario, pueden actuar para predisponer a los individuos a adquirir infecciones recurrentes (Sokhal, 2023).

Además, el uso de dispositivos médicos, como catéteres urinarios, actuando como reservorios y medios de transporte en la entrada del tracto urinario, especialmente en pacientes hospitalizados (Tängdén & Cars, 2023). La deficiencia de higiene personal, además de la falta de acceso a atención médica adecuada también son factores que contribuyen a la susceptibilidad a estas infecciones (Tängdén & Cars, 2023).

#### **2.2.2.5. Manifestaciones clínicas**

Las manifestaciones clínicas de las infecciones provocadas por *Escherichia coli* uropatógena (UPEC) han recibido atención creciente en años recientes, debido a su relevancia en la salud pública. Estas infecciones del tracto urinario (ITU) pueden presentar una amplia gama de síntomas que varían en intensidad, desde leves hasta severos, dependiendo de la ubicación y gravedad de la infección (Hooton & Gupta, 2022).

Una de las manifestaciones más frecuentes de las ITU es la cistitis, que se distingue por síntomas como disuria, aumento en la frecuencia urinaria, urgencia para orinar y dolor en la región inferior del abdomen. Estas señales son más comunes en mujeres jóvenes y saludables (Hooton & Gupta, 2022). En hombres, los síntomas pueden ser menos característicos y frecuentemente se relacionan con otras condiciones, como la hiperplasia prostática (Gonzalez et al., 2023).

En casos más serios, UPEC puede provocar pielonefritis, que es una infección a nivel renal. Esta afección se manifiesta con síntomas más



graves, como fiebre alta, escalofríos, dolor en el costado y náuseas, y puede requerir atención médica urgente (Nicolle, 2022). La pielonefritis puede dar lugar a complicaciones severas, como la sepsis, especialmente en grupos vulnerables, como los ancianos y aquellos con enfermedades preexistentes (Nicolle, 2022).

Adicionalmente, algunas cepas de UPEC pueden estar relacionadas con infecciones más complejas, como la bacteriuria asintomática o infecciones recurrentes. La bacteriuria asintomática, aunque carece de síntomas evidentes, puede ser un signo de una infección persistente que podría complicarse si no se trata adecuadamente (Sokhal, 2023).

El diagnóstico de las infecciones por UPEC se fundamenta en la identificación de los síntomas clínicos junto con pruebas de laboratorio, como el análisis y cultivo de orina. La identificación de UPEC a través de cultivos es fundamental para confirmar la infección y orientar el tratamiento, especialmente en el contexto de resistencia a antibióticos (Tängdén & Cars, 2023).

#### **2.2.2.6. Diagnostico**

Las infecciones por *Escherichia coli* uropatogénica (UPEC) ha avanzado considerablemente en los últimos años, implementando métodos más precisos y efectivos para detectar este patógeno en infecciones del tracto urinario (ITU). El proceso diagnóstico normalmente inicia con la evaluación de los síntomas clínicos, que incluyen disuria, urgencia para orinar y dolor en la parte inferior del abdomen, todos indicativos de una ITU (Hooton & Gupta, 2022).



Una vez que se sospecha una infección, el siguiente paso es realizar un análisis de orina, esta prueba ayuda a detectar la presencia de leucocitos, nitritos y proteínas, lo cual puede sugerir una infección. Sin embargo, el análisis de orina por sí solo no es definitiva, por lo que se aconseja llevar a cabo un cultivo de orina para confirmar la presencia de UPEC (González et al., 2023a). Este cultivo es fundamental, ya que no solo identifica el microorganismo responsable, sino que también permite realizar pruebas de sensibilidad a antibióticos, lo cual es esencial en el contexto de creciente resistencia a los antimicrobianos (González et al., 2023a).

En los últimos años, ha aumentado el interés por emplear técnicas de diagnóstico molecular, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Este método permite una identificación más rápida y específica de UPEC al detectar secuencias genéticas del patógeno en muestras de orina (Nicolle, 2022). Aunque la PCR presenta ventajas en términos de velocidad y sensibilidad, su uso en la práctica clínica aún no está generalizado, y su implementación varía según el contexto y los recursos disponibles (Nicolle, 2022).



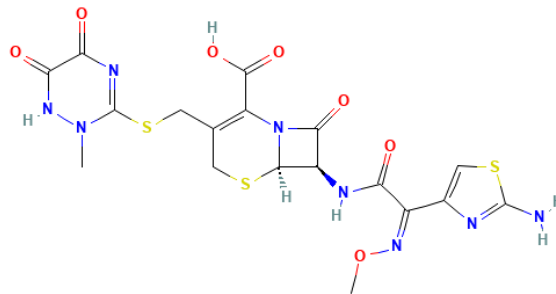
## 2.2.2.7. Antibacterianos

### 1. CEFALOSPORINAS

#### a. Ceftriaxona

#### Figura 2

*Representación de la estructura química 2D de Ceftriaxona*



Fuente: (National Center for Biotechnology Information, 2024b).

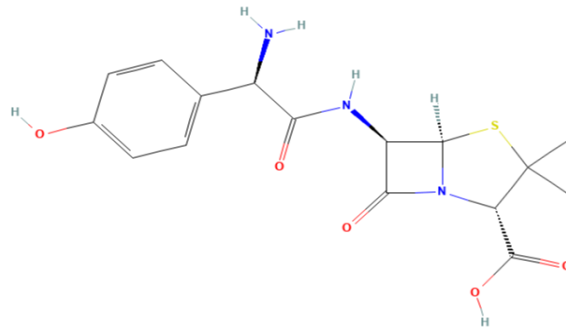
La ceftriaxona es un antibiótico que pertenece a la clase de las cefalosporinas de tercera generación. Su mecanismo de acción consiste en inhibir la síntesis de la pared celular de las bacterias. Esto ocurre mediante la unión a proteínas específicas llamadas PBPs, lo que interfiere con la formación de enlaces cruzados en el peptidoglicano, un componente clave de la pared celular bacteriana. Como resultado, se debilita la pared celular, lo que lleva a la lisis y eventual muerte de las bacterias (Kohler et al., 2021).

### 2. BETA LACTAMICOS

#### a. Amoxicilina+ácido clavulánico

### Figura 3

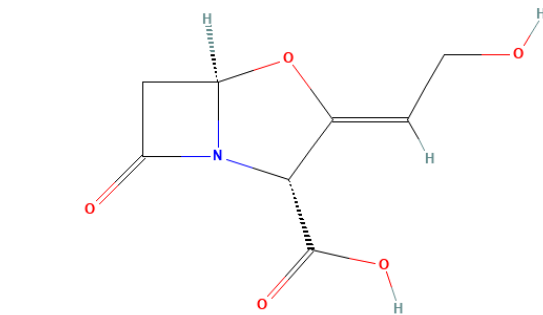
*Representación de la estructura química 2D de Amoxicilina*



Fuente: (National Center for Biotechnology Information (NCBI), 2024b).

### Figura 4

*Representación de la estructura química 2D de ácido clavulánico*



Fuente: (National Center for Biotechnology Information (NCBI), 2024a).

La combinación de amoxicilina y ácido clavulánico es un antibiótico de amplio espectro empleado en el tratamiento de diferentes infecciones bacterianas.

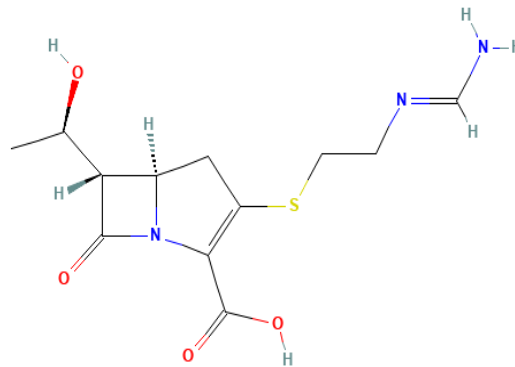
Su mecanismo de acción consiste en inhibir la síntesis de la pared celular de las bacterias, mientras que el ácido clavulánico juega un papel esencial al salvaguardar a la amoxicilina de la degradación causada por las betalactamasas, enzimas que algunas bacterias producen para inactivar antibióticos betalactámicos (Levine, 2016).

### 3. CARBAPENEMS

#### a. Imipenem

#### Figura 5

*Representación de la estructura química 2D de Imipenem*



Fuente: (National Center for Biotechnology Information (NCBI), 2024c).

El imipenem es un antibiótico perteneciente a la clase de los carbapenémicos, empleado en el tratamiento de infecciones bacterianas severas.

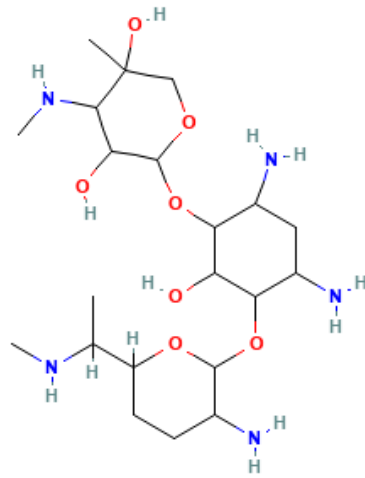
Su mecanismo de acción consiste en inhibir la síntesis de la pared celular de las bacterias. Esto se logra mediante la unión a las proteínas de unión a penicilina (PBPs), lo que interfiere en la formación de la pared celular y, en última instancia, provoca la muerte de las bacterias (Walsh & Wexler, 2017).

### 4. AMINOGLUCÓSIDOS

#### a. Gentamicina

## Figura 6

*Representación de la estructura química 2D de Gentamicina*



Fuente: (National Center for Biotechnology Information, 2024d).

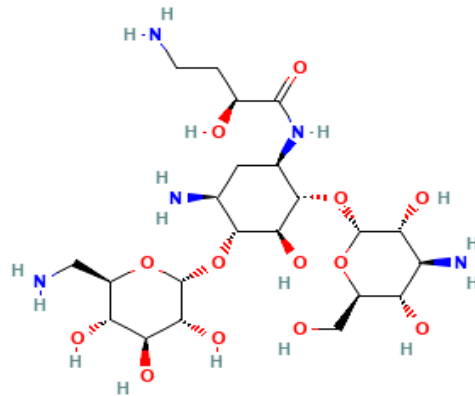
La gentamicina es un antibiótico de la clase de los aminoglucósidos, empleado para tratar una variedad de infecciones bacterianas, en particular las provocadas por bacterias gramnegativas.

Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la síntesis de proteínas en las bacterias (Peters et al., 2020). Además de ello, en su unión al ribosoma a la subunidad 30S produce una inhibición del comienzo de la síntesis proteica, además de una inducción de interpretaciones falsas del código genético con la introducción de un aminoácido erróneo en el péptido en se va formando (Brenner, 2019).

### b. Amikacina

### Figura 7

*Representación de la estructura química 2D de Amikacina*



Fuente: (National Center for Biotechnology Information, 2024a).

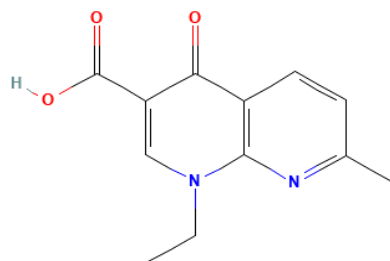
La amikacina es un antibiótico de la clase de los aminoglucósidos que se basa principalmente en la inhibición de la síntesis de proteínas en las bacterias. Su mecanismo de acción consiste en unirse a la subunidad 30S del ribosoma bacteriano, lo que genera efectos negativos en la traducción del ARN mensajero (ARNm). Como resultado, se producen proteínas defectuosas que conducen a la muerte de la bacteria (Peters et al., 2020).

## 5. QUINOLONAS

### a. Ácido nalidíxico

### Figura 8

*Representación de la estructura química 2D de Ácido nalidíxico*



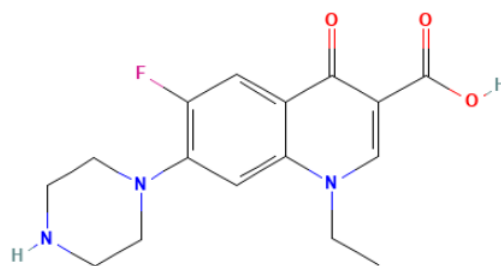
Fuente: (National Center for Biotechnology Information (NCBI), 2024a).

El ácido nalidíxico es un antibiótico perteneciente a la clase de las quinolonas, principalmente empleado para tratar infecciones del tracto urinario. Su mecanismo de acción se centra en inhibir la enzima ADN girasa, esencial para la replicación y reparación del ADN en las bacterias. Al afectar esta enzima, el ácido nalidíxico interrumpe la síntesis de ADN, lo que resulta en la muerte de las células bacterianas (Santos & Fernandez, 2019)

#### b. Norfloxacin

### Figura 9

*Representación de la estructura química 2D de Norfloxacin*



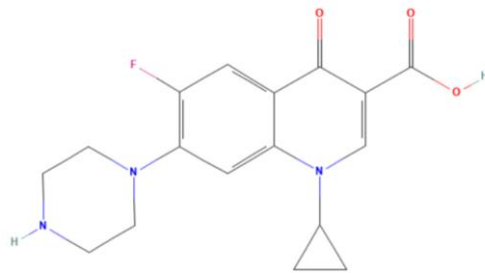
Fuente: (National Center for Biotechnology Information, 2024f).

La norfloxacin es un antibiótico que pertenece a la clase de las fluoroquinolonas, y se utiliza principalmente para tratar infecciones del tracto urinario, así como otras infecciones bacterianas. Su mecanismo de acción se fundamenta en la inhibición de las enzimas ADN girasa y topoisomerasa IV, que son esenciales para la replicación y la estabilidad del ADN bacteriano (Kumar & Thakur, 2020).

#### c. Ciprofloxacino

### Figura 10

*Representación de la estructura química 2D de Ciprofloxacino*



Fuente: (National Center for Biotechnology Information, 2024c).

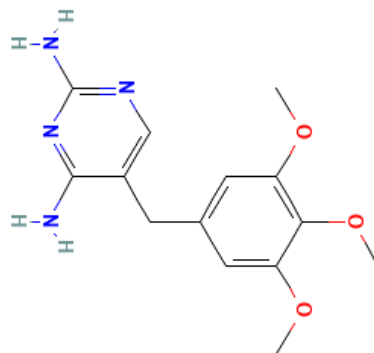
El ciprofloxacino perteneciente a la clase de fluoroquinolonas, utilizado para tratar infecciones bacterianas, incluyendo las del tracto urinario y respiratorio. Su mecanismo de acción consiste en inhibir las enzimas ADN girasa y topoisomerasa IV, que son cruciales para la replicación y el mantenimiento del ADN en las bacterias (Kumar et al., 2019). Asimismo de una separación cromosómica (descatenación) (Brenner, 2019).

## 6. OTROS

### a. Trimetoprim/sulfametoxazol

### Figura 11

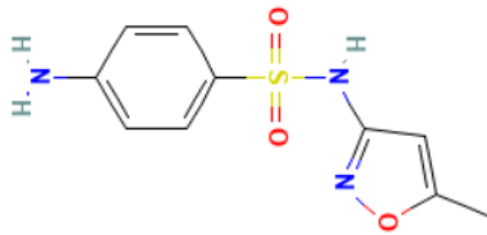
*Representación de la estructura química 2D de Trimetoprim*



Fuente: (National Center for Biotechnology Information, 2024h).

**Figura 12**

*Representación de la estructura química 2D de Sulfametoxazol*



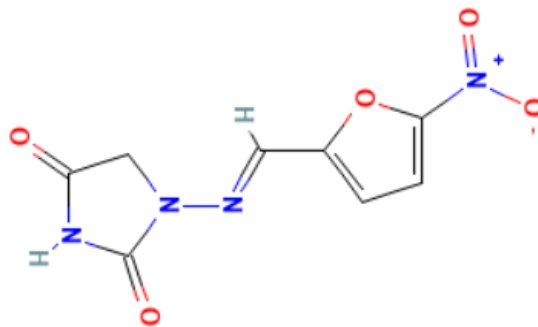
Fuente: (National Center for Biotechnology Information, 2024g).

La combinación de trimetoprim y sulfametoxazol es un antibiótico de amplio espectro que se utiliza para tratar varias infecciones bacterianas, incluyendo las del tracto urinario y respiratorio. Esta asociación actúa sinérgicamente, interfiriendo en la síntesis de ácido fólico en las bacterias, con el resultado del impedimento de síntesis de ácidos nucleicos (Brennan & Berkelman, 2017; Brenner, 2019).

#### b. Nitrofurantoina

**Figura 13**

*Representación de la estructura química 2D de Sulfametoxazol*



Fuente: (National Center for Biotechnology Information, 2024e).





La nitrofurantoína es un antibiótico que se utiliza principalmente para tratar infecciones del tracto urinario. Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la síntesis de proteínas, ADN, ARN y de la pared celular bacteriana. Esto ocurre mediante la conversión de la nitrofurantoína en compuestos activos dentro de las bacterias, los cuales afectan diversos procesos metabólicos (Gonzalez & Coyle, 2018).

#### **2.2.2.8. Mecanismos de resistencia antibacteriano**

*Escherichia coli* uropatogénica (UPEC) ha desarrollado diversos mecanismos de resistencia que le permiten evadir los efectos de los antibióticos y persistir en el tracto urinario. Entre estos mecanismos, la producción de enzimas como las betalactamasas es significativa, ya que estas enzimas inactivan antibióticos betalactámicos, como la penicilina y las cefalosporinas, impidiendo su efecto bactericida.

Además, la alteración de proteínas de unión a penicilina (PBPs) puede disminuir la eficacia de los antibióticos, lo que incrementa más la resistencia (Martínez & Baquero, 2018).

La *Escherichia coli* ha adquirido resistencia a los carbapenemes, una clase de antibióticos de amplio espectro, principalmente debido a la producción de carbapenemasas, enzimas que inactivan estos medicamentos. Este tipo de resistencia es particularmente preocupante en infecciones adquiridas en hospitales, ya que los carbapenemes son generalmente la opción terapéutica final para tratar infecciones graves (Livermore, 2009). Asimismo, *E. coli* ha adquirido resistencia a los aminoglucósidos, un grupo de antibióticos empleados en el tratamiento de



infecciones graves, debido a modificaciones en las enzimas bacterianas y alteraciones en las proteínas a las que se une el medicamento. Esta resistencia ha dificultado el tratamiento de infecciones urinarias, respiratorias y sanguíneas causadas por esta bacteria (G. D. Wright, 2005).

Sumado a ello, se ha incrementado su resistencia a las quinolonas, antibióticos que inhiben la síntesis de ADN bacteriano, debido a mutaciones en los genes que codifican las enzimas diana como la ADN girasa y la topoisomerasa IV. Esta resistencia ha generado preocupaciones en el tratamiento de infecciones urinarias y otras enfermedades bacterianas comunes (Zong et al., 2022).

Otro mecanismo de gran importancia es la alteración de porinas en la membrana externa de la bacteria. Esto puede limitar la entrada de ciertos antibióticos, disminuyendo así su concentración intracelular y su efectividad. Asimismo, UPEC puede presentar bombas de eflujo que expulsan activamente los antibióticos fuera de la célula, contribuyendo a la resistencia (Martínez & Baquero, 2018).

La resistencia también puede ser favorecida por el uso inapropiado de antibióticos en tratamientos previos, lo que permite la selección de cepas resistentes. Estas características hacen de *E. coli* uropatógena un desafío importante en el tratamiento de infecciones del tracto urinario (Kahlmeter, 2014).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

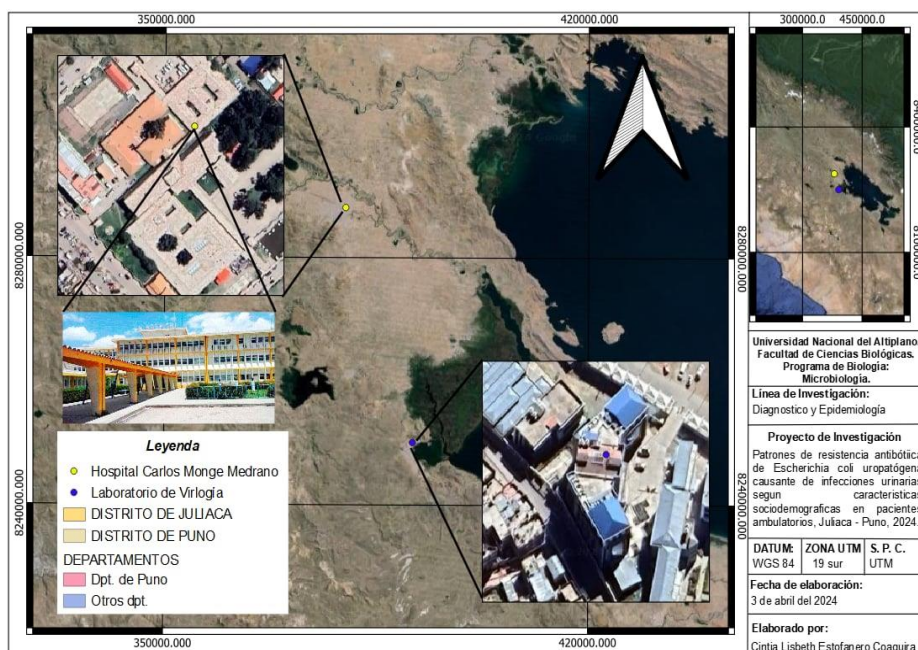
#### 3.1 AMBITO DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en el departamento de Patología clínica y Anatomía Patológica, en el área de Microbiología del Hospital Carlos Monge Medrano, durante el periodo de Junio a Agosto del 2024. El cual se encuentra localizado en el Departamento de Puno, Provincia de San Román, Distrito de Juliaca, a una altitud de 3.824 msnm.

Las cepas bacterianas de *Escherichia coli* obtenidas fueron trasladadas al laboratorio de Virología y Biología de la Salud de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno, donde fueron realizados los procedimientos correspondientes.

#### Figura 14

*Zonas de recolección y procesamiento de cepas de Escherichia coli, durante los meses de Junio a Agosto del año 2024.*



Fuente: Elaboración propia

### 3.2 TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO

El tipo de investigación es analítica y transversal con diseño observacional ya que se determinó los patrones de resistencia antibiótica de *Escherichia coli* uropatógena proveniente de muestras de orina de pacientes que acudieron al área de microbiología, del Hospital Carlos Monge Medrano del Distrito de Juliaca, durante los meses de Junio a Agosto del año 2024 las que solo se evaluaron una vez y no se manipulo alguna variable que afecte al microorganismo (Sullca, 2022).

### 3.3 POBLACION Y MUESTRA

#### 3.3.1 Población

La población está formada por 48 cultivos positivos de *Escherichia coli* que fueron aisladas y determinadas de muestras de orina de pacientes ambulatorios que acudieron al área de microbiología, del Hospital Carlos Monge Medrano del Distrito de Juliaca, entre los meses de Junio a Agosto del año 2024.

#### 3.3.2 Muestra

El tamaño de muestra seleccionada se determinó mediante el método probabilístico, aplicando la fórmula para población infinita, donde para la recolección de las unidades de estudio correspondiente a 48 urocultivos positivos a *E. coli* se realizará entre los meses de Junio a Agosto del 2024, las que cumplirán algunos criterios de selección.

Cálculo de tamaño de muestra recomendada por Aguilar (2005):

$$n = \frac{Z^2 p q}{d^2}$$



n = Tamaño de muestra

Z = Nivel de confianza

P = Proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia  
(probabilidad de favor)

q = Proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1-p) (probabilidad en contra)

La suma de p y q siempre debe dar 1.

d = Nivel de precisión absoluta (error de muestra) referido al margen de intervalo de confianza que se desea para la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

$$n = \frac{1.96^2 * 0.85 * 0.15}{0.101^2} = \sim 48$$

### 3.4 CRITERIOS DE SELECCION

#### 3.4.1 Criterios de inclusión

- Orinas de pacientes que acudan de manera ambulatoria al área de microbiología, del Hospital Carlos Monge Medrano del Distrito de Juliaca y que no haya recibido tratamiento farmacológico.
- Orinas que no evidencien algún tipo de contaminación macroscópica del paciente (restos fecales, vello púbico, papel, u otro).
- Orinas que se encuentren en envase estéril.



- Orinas de pacientes con diagnóstico presuntivo de infección urinaria (ITU).

### 3.4.2 Criterios de exclusión

- Orinas de pacientes que hayan recibido algún tipo de tratamiento farmacológico.
- Orinas que presenten contaminación microscópica (espermatozoides, parásitos, u otros que evidencien contaminación en la muestra).

## 3.5 VARIABLES

### 3.5.1 Variable Independiente

- *Escherichia coli* uropatógena en pacientes ambulatorios

### 3.5.2 Variable dependiente

- Resistencias antibióticas según características sociodemográficas (sexo y edad).

## 3.6 METODOLOGIA

### 3.6.1 Comparación de prevalencia de *Escherichia coli* uropatógena en urocultivos positivos de pacientes ambulatorios según sexo y edad

#### 3.6.1.1. Aislamiento e identificación

- **Técnica:** Urocultivo
- **Fundamento:** El urocultivo se fundamenta en efectuar el traspaso de una cierta cantidad de orina hacia medios de cultivos tales como agar MacConkey, agar Sangre, agar Chocolate, entre otros, los



cuales según su composición nos permitirán el crecimiento y posterior identificación y conocimiento del número de colonias bacterianas de la muestra sembrada, y darse uso según sea la necesidad requerida por el médico o personal tratante, siendo de importancia desde un punto clínico y epidemiológico, logrando así un diagnóstico y tratamiento adecuado (Picazo, 2002).

- **Procedimiento:** Se realizó los recomendados por (Huacasi, 2022; Sullca, 2022). Las muestras de orina recepcionadas en el área de microbiología, del Hospital Carlos Monge Medrano se sembró en el medio de cultivo agar MacConkey (AM), con la ayuda de un asa de siembra esterilizada en un mechero, que suministro 0.01 ml de orina, realizando así el sembrado mediante la técnica de dispersión – agotamiento en las placas AM, seguido del rotulado e incubación a 37 °C por 24 horas.
- **Interpretación:** Una muestra de orina tras ser inoculada en agar presencia más de 100.000 unidades formadoras de colonias (UFC) por mililitro, es denominada urocultivo positivo. Siendo el agar McConkey un medio selectivo que lleva a cabo un mayor desarrollo de las enterobacterias como *Escherichia coli*, observándose cepas de 2 a 5 mm de tamaño, lisas y con bordes de color rosadas – rojas (Ryan & Ray, 2011)
- **Técnica:** Pruebas de diferenciación bioquímica
- **Fundamento:** Las pruebas diferenciales consisten en establecer tipos metabólicos de bacterias según su caracterización, dentro de



los cuales encontramos el **Citrato**, medio de cultivo el cual contiene como fuente de carbono el citrato de sodio. Con azul de bromotimol como indicador de pH, que ante un cambio a medio alcalino, presencia un color azul. El metabolismo del citrato se realiza mediante el ciclo del ácido tricarboxílico, cuyas bacterias posean citrato permeasa (Picazo, 2002)

Así también, el medio de cultivo Urea, el cual poseerá la triptéina y la glucosa como nutrientes para el desarrollo, y como indicador de pH el rojo de fenol. En el medio las bacterias tendrán el poder de hidrolizar la urea mediante la enzima ureasa, de modo que liberaran amoníaco y dióxido de carbono, produciendo así un medio alcalino en el cultivo haciendo virar del color amarillo al rojo (Picazo, 2002)

El TSI (Triple Sugar Iron Agar) medio para cultivo en el cual el extracto de carne, además de pluripeptona, que proporcionaran los nutrientes con el fin del desarrollo bacteriano, así también hidratos de carbono fermentables como la sacarosa, lactosa y glucosa, además de la composición de tiosulfato de sodio como sustrato el cual es indispensable en la producción de ácido sulfhídrico, y con el sulfato de hierro y amonio como fuente de iones  $Fe^{3+}$  los cuales ante la combinación con el ácido sulfhídrico producirán sulfuro de hierro de color negro, aunado a una fermentación de azúcares con la producción de ácidos detectados por medio del indicador rojo de fenol, el cual vira al color amarillo en medio ácido (Picazo, 2002).

El **Agar LIA** (Lisina Hierro Agar) es un medio de cultivo que proporciona nutrientes a microorganismos bacterianos a través de





peptonas y extracto de levadura. Contiene glucosa como fuente de carbono fermentable y lisina para detectar enzimas como la decarboxilasa y deaminasa. Incluye citrato de hierro, amonio y tiosulfato de sodio, que indican la producción de sulfuro de hidrógeno. Su indicador de pH, la púrpura de bromocresol, cambia de color: amarillo a un  $\text{pH} \leq 5.2$  y púrpura a  $\text{pH} \geq 6.8$ . Si hay fermentación de glucosa, el medio se acidifica y se torna amarillo; si hay actividad decarboxilasa sobre la lisina, el pH aumenta y se vuelve púrpura. En el caso de producción de sulfuro de hidrógeno, el medio se ennegrece por la formación de sulfuro de hierro (Picazo, 2002).

De otro lado, el agar **SIM** (Simmons Citrato Agar) es un medio de cultivo en el cual la tripteína y la peptona poseerán los nutrientes necesarios para el desarrollo microbiano, siendo la tripteína un componente para formar indol, que tras ser unido al aldehído del reactivo de Ehrlich o de Kovacs, originan un compuesto de color rojo. Además, ante el tiosulfato de sodio los microorganismos podrán generar ácido sulfhídrico, el cual al reaccionar con el hierro formaría un componente de color negro, en la que el medio al ser semisólido, también permite detectar movimiento, el cual se evidencia como turbidez del medio y la extensión del microorganismo sobre la misma por fuera de la zona de siembra inicial (Picazo, 2002).

- **Procedimiento:** Posterior a su crecimiento e identificación de características macroscópicas las UFC de *Escherichia coli* en agar Mac Conkey, se inoculo las cepas con una asa punta completamente estéril en medios diferenciales entre ellos **Citrato** y **Urea** en lo cual se realizó un estriado en superficie de agar



respectivamente, en **TSI**, en el cual se introdujo la punta hasta 3 a 5 mm del fondo del tubo, para su posterior estriado en la superficie del agar inclinado, **LIA** se realizó una punción profunda y estriado en el agar inclinado, y finalmente **SIM** se realizó una punción, lo cual nos ayudó a tener lista la batería de pruebas de diferenciación bioquímica para la determinación de *Escherichia coli* según corresponde la interpretación respectivamente.

- **Interpretación:** Para posterior interpretación de las pruebas diferenciales se realizó según lo indicado en el manual de procedimientos bacteriológicos en infecciones intrahospitalarias (INS, 2002).
- Citrato: Para interpretar los resultados, se entiende que *Escherichia coli* no utiliza el citrato como fuente de carbono, de modo que no existirá crecimiento en el medio y el medio permanecerá verde.
- Urea: *Escherichia coli* al no producir ureasa, no producirá el cambio de color del medio a rosa (positivo para ureasa).
- TSI: Para la interpretar la prueba de TSI, se observó un cambio de color amarillo (A/A) el cual indica fermentación de glucosa, lactosa y sacarosa, con o sin presencia y producción de gas.
- LIA: *E. coli* al convertir la lisina en productos alcalinos, tornara el medio de color purpura tras un medio alcalino.



- **SIM:** *E. coli* al ser de característica bacteria móvil permitirá la observación de crecimiento de la bacteria tras un difuminado en el medio más allá de la línea del inóculo.
- **Técnica:** Transporte en medio TSA
- **Fundamento:** El agar TSA es una alternativa de preferencia para transporte y conversación debido a su propiedad de mantener la viabilidad, pureza y estabilidad fenotípica y genotípica de las cepas (Cano & Ugarte, 2020).
- **Procedimiento:** Seguida a la identificación las UFC de *Escherichia coli* fueron sembradas en crioviales con medio TSA al cuales tras su crecimiento fueron transportadas y conservadas hasta su llegada al Laboratorio de Virología. Seguidamente se pasó al repique en agar Mac Conkey en laboratorio, con el fin de posteriores procedimientos de la investigación.
- **Interpretación:** En su crecimiento en los crioviales con medio TSA fueron observadas cepas de característica típicamente pequeñas de color blanco a beige, opacas y con bordes lisos.

#### 3.6.1.2 Variables sociodemográficas

- **Técnica:** Observación estructurada (Gallardo & Moreno, 1999).
- **Fundamento:** En la observación estructurada existe una menor libertad de escogencia respecto a los sucesos que forman la estructura de la observación, pues el investigador sabe de antemano



qué aspectos son importantes y cuales no, para el objetivo investigativo (Gallardo & Moreno, 1999).

- **Procedimiento:** Los datos procedentes de la ficha de examen provisional fueron transcritos en una ficha de recolección de datos correspondiente al sexo (masculino y femenino) y la edad (joven [18-29 años], adulto [30-59 años], adulto mayor [60-> años]) de los pacientes ambulatorios.

### 3.6.1.3 Método estadístico

- **Técnica:** Análisis no paramétrico: Chi cuadrado univariado (Cerde & Villarroel, 2007).
- **Fundamento:** El estadístico  $\chi_c^2$  menciona en qué medida difieren los valores observados de los valores teóricos, el cual se calcula mediante la suma del valor al cuadrado de la diferencia del valor observado en cada casilla y su valor teórico, dividido por el valor teórico esperado, lo cual hace que al elevar las diferencias al cuadrado es convertir todas las diferencias en valores positivos (Cerde & Villarroel, 2007).

Asimismo, la prueba de chi-cuadrado es aplicada principalmente para analizar la relación o independencia entre dos variables categóricas, comparando las frecuencias observadas con las esperadas según una hipótesis nula. Es comúnmente aplicada cuando los datos están organizados en tablas de contingencia, que muestran las frecuencias de las combinaciones de categorías de dos o más variables (Field, 2013).

- **Procedimiento:** La prevalencia de aislamientos de *E. coli* fueron evaluados de acuerdo al sexo y edad de los pacientes mediante la prueba de chi cuadrado.

$$\chi_c^2 = \sum_{i=1}^k \left[ \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right]$$

$$\alpha=0,05 \quad gl = (r-1)(c-1)$$

Donde:

*r* = Número de categorías en la variable de las filas

*c* = Número de categorías de la variable en las columnas

*O<sub>i</sub>* = Número observado en la entrada *i*

*E<sub>i</sub>* = Número esperado en la entrada *i*

$\alpha$  = Nivel de significancia (5% = 0,05)

*gl* = Grados de libertad

Regla de decisión

Si  $\chi_c^2 \leq \chi_{gl,\alpha}^2$  se acepta que no hay diferencias estadísticas

Si  $\chi_c^2 \geq \chi_{gl,\alpha}^2$  se acepta que sí hay diferencias estadísticas

### 3.6.2 Determinación de patrones de resistencia antibiótica de *Escherichia coli* uropatógena según características sociodemográficas (sexo y edad).

#### 3.6.2.1 Susceptibilidad antibiótica

- **Técnica:** Kirby – Bauer (Huacasi, 2022).
- **Fundamento:** El método de Kirby-Bauer o difusión con disco, comprende la utilización de una porción de antibiótico, que está impregnado en un depósito como el papel filtro denominado disco, el cual es colocado sobre la superficie de un medio anticipadamente sembrado con un microorganismo de importancia. El antibiótico



por su concentración permitirá evaluar sensibilidad por la capacidad de formación de un halo de inhibición alrededor del disco (Huacasi, 2022).

- **Procedimiento:** Para ello se procedió al desarrollo de lo siguiente:
  - **Inoculación en placas de agar Mueller Hinton**

Seguido al transporte y repique en laboratorio las UFC de *Escherichia coli* fueron expuestas a los antibióticos. Previamente con un asa de siembra esterilizada se inoculo las cepas determinadas, a una concentración de 0.5 en la escala de McFarland, con el objetivo de no superarse la turbidez estándar (Huacasi, 2022). Con el apoyo de un asa de siembra completamente estéril, se sembró girando en la placa Petri la cantidad del inculo necesaria sobre la superficie del medio en 3 direcciones, con el objetivo de una mejor distribución (Huacasi, 2022).

- **Aplicación de los discos de antibiótico**

Según lo recomendado por Huacasi (2022) y Sullca (2022) se colocó, presionando levemente y de manera completamente aséptica en la superficie del agar, para obtener una respuesta apropiada de la resistencia antibiótica de *Escherichia coli* uropatógena causantes de infecciones urinarias a los discos de amoxicilina+ácido clavulánico, amikacina, gentamicina, trimetoprim/sulfametoxazol, nitrofurantoina, ácido nalidíxico, norfloxacina, ciprofloxacino, imipenem y ceftriaxona, los que fueron seleccionados de acuerdo a una lista de antibióticos evaluados del área de microbiología, del Hospital Carlos Monge Medrano, de modo que no se colocaron más de 12 discos en una placa de 150 mm, ni más de 6 en

una placa de 100 mm de diámetro interno, evitando la superposición de las zonas de inhibición. Posterior a todo ello las placas fueron incubadas por 48 horas a 37 °C.

- **Interpretación:** La actividad de resistencia antibiótica de las bacterias estudiadas en la investigación se realizaron en referencia al tamaño formado de los halos de inhibición alrededor de cada disco de antibiótico, los cuales fueron registrados con un vernier, de ahí comparados con los diámetros estándares determinados por el Manual de Procedimientos para la Prueba de Sensibilidad Antimicrobiana por el Método de Disco Difusión del (INS, 2002) INS donde según el diámetro de halo de inhibición obtenido (mm) se establecerá la denominación de sensible, intermedio o resistente al antibiótico para *E. coli*.

### 3.6.2.2 Método estadístico

- **Técnica:** Análisis multivariado (Palacio et al., 2020).
- **Fundamento:** La potencia de algunos análisis multivariados permite establecer relaciones, patrones presentes en un grupo de individuos u objetos mediante el uso de matrices, según características cuantitativas o cualitativas maximizando los análisis de relación y/o asociación como el análisis de componentes principales (Alavi et al., 2020) y análisis de correspondencia (Žlahtič et al., 2024) en diversos campos y recientemente en el campo de la salud.



- **Procedimiento:** La asociación de variables sociodemográficas con la resistencia antibiótica se validó a través de la prueba de chi cuadrado para **análisis de correspondencias** y para establecer patrones entre los niveles de resistencia en los 12 antibióticos y la edad (joven, adulto y adulto mayor) y sexo (masculino y femenino) así como dentro de cada una de las categorías de las variables sociodemográficas respecto al nivel de resistencia de los antibióticos por cada aislamiento mediante la validación de coeficientes de correlación para halos de sensibilidad (mm) en el análisis de componentes principales a través del uso de librerías (FactoMineR, factoextra, ggplot2) en el Programa R, previa validación de supuestos con un nivel de significancia del 5% (Palacio et al., 2020).



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Comparación de prevalencia de *Escherichia coli* uropatógena en urocultivos positivos de pacientes ambulatorios según sexo y edad

**Tabla 1**

*Prevalencia de Escherichia coli Uropatogena positiva según sexo.*

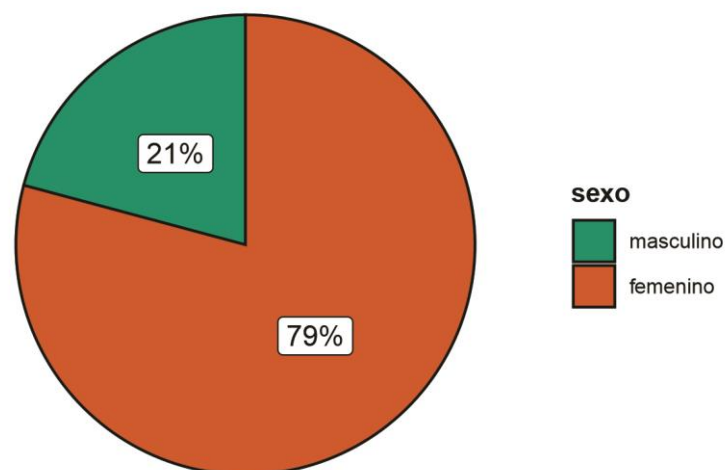
SEXO	MASCULINO		FEMENINO		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
Frecuencia de <i>Escherichia coli</i> Uropatogena positiva	10	21	38	79	48	100

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15**

*Prevalencia de Escherichia coli Uropatógena positiva según sexo.*

$$\chi_{\text{gof}}^2(1) = 16.33, p = 5.31e-05, \hat{C}_{\text{Pearson}} = 0.50, CI_{95\%} [0.29, 0.65], n_{\text{obs}} = 48$$



Nota:  $\chi_{\text{gof}}^2$  = Chi cuadrado,  $\hat{C}_{\text{Pearson}}$  = Coeficiente de ajuste de Pearson,  $CI_{95\%}$  = Intervalo de confianza al 95%

Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves"

En la **Tabla 1** y **Figura 15**, se muestra el resultado de chi cuadrado  $\chi^2_{gof} = 16.33$  ( $p < 0.05$ ), por lo tanto rechaza la hipótesis nula, lo que indica que existe una relación significativa entre el sexo del paciente y la prevalencia de casos de *E. coli* (*no son independientes*), esto indica que las prevalencia observadas y esperadas son significativamente diferentes. En lo cual podemos indicar que la prevalencia de *Escherichia coli* obtenidas de urocultivos positivos provenientes de pacientes ambulatorios ha sido diferente por sexo, puesto que se encontró que el 78% de casos presentados fueron del sexo femenino, seguido de un menor porcentaje de 21% de casos en el sexo masculino.

Los resultados de este estudio evidencian la mayor prevalencia de casos positivos en el sexo femenino, lo cual respalda por Marcos et al. (2021), donde se reportó que el 80% ( $n=56$ ) de los casos en investigación fueron pacientes femeninos. De la misma forma, Zuñiga (2016) quienes en su recopilación de un total de 602 cultivos positivos, 509 (84,6%) provenían de mujeres, mas solo 93 (15,4%) fueron de hombres. Asimismo, Carreras (2021) , en su estudio transversal con un registro de 1717 casos del en la región Puno – Perú, entre los años 2014 al 2017, obtuvo 1572 (91.6%) de casos femeninos, seguido por debajo de tan solo 145 (8.4%) pacientes masculinos, de forma que los resultados de este estudio confirman los hallazgos de la investigación, estudio el cual sugiere que, a pesar de los avances tecnológicos y los avances al nivel de la salud, los estudio aun revela los mismos hallazgos en la última década.

De su lado, Calenzani (2008) encontró que la población más afectada con respecto al género es la población femenino tras un resultado de 75% de casos femeninos y un 25% en casos masculinos. A diferencia de lo planteado por Molin et al. (2023), donde se reportó cierta diferencia en cuanto a la magnitud de diferencias entre porcentajes, puesto

que reporto que de 62 muestras positivas, 63% provenían del sexo femenino y 37% del sexo masculino.

Hallazgo de importancia debido al gran impacto en la salud del paciente, puesto que este tipo de infecciones urinarias provoca diversas molestias, en ello dolor al orinar, necesidad constante de miccionar junto a molestias abdominales, entre otros; las cuales al no ser tratadas de manera adecuada llevar a provocar complicaciones. Así también, estos hallazgos logran implementar métodos preventivos más efectivos en caso del sexo femenino con mayor porcentaje, como es la práctica de una adecuada higiene íntima, mayor importancia a factores de riesgo como la actividad sexual, cambios hormonales u otras condiciones de vulnerabilidad para la paciente, sin dejar de lado el cuidado en los pacientes del sexo masculino.

**Tabla 2**

*Prevalencia de Escherichia coli Uropatogena positiva según edad.*

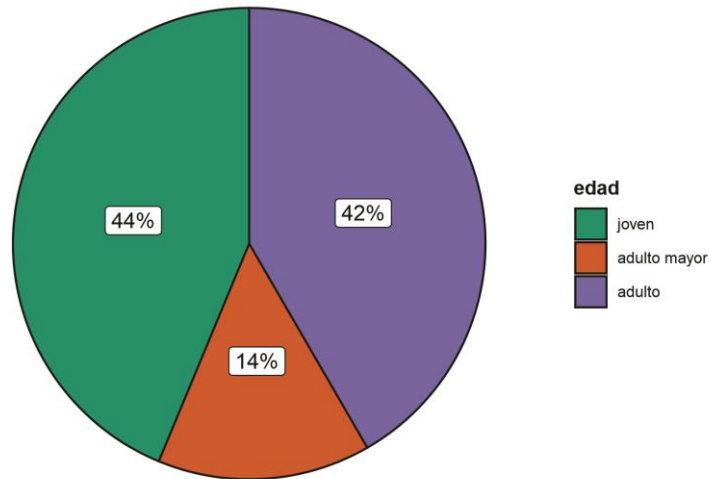
EDAD	joven		adulto		adulto mayor		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Frecuencia de <i>Escherichia coli</i> Uropatogena positiva	21	44	20	42	7	15	48	100

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 16**

*Prevalencia de Escherichia coli uropatógena positiva según edad*

$$\chi^2_{gof}(2) = 7.62, p = 0.02, \hat{C}_{Pearson} = 0.37, CI_{95\%} [0.04, 0.55], n_{obs} = 48$$



Nota:  $\chi^2_{gof}$  = Chi cuadrado,  $\hat{C}_{pearson}$  = Coeficiente de ajuste de Pearson,  $CI_{95\%}$  = Intervalo de confianza al 95%

Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves"

En la **Tabla 2** y **Figura 16**, se muestra el resultado de chi cuadrado  $\chi^2_{gof} = 7.62$  ( $p < 0.05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que existe una relación significativa entre la edad del paciente y la prevalencia de casos de *E. coli* (*no son independientes*), esto indica que las prevalencia observadas y esperadas son significativamente diferentes. En lo cual podemos indicar que la prevalencia de *Escherichia coli* uropatogena ha demostrado diferencia por edad, puesto que el 44% de casos presentados fueron de la edad Joven, seguido de un 42% de casos en la edad adulto, y un menor porcentaje del 15% de la edad Adulta mayor.

Los datos obtenidos revelaron que las infecciones urinarias se manifestaron en mayor porcentaje en la edad joven con un porcentaje del 44%, lo que concuerda con investigaciones realizadas por Ramos & Vera (2023) de un total de 154 pacientes, el 52.6%, 50% y 52.6% presentaron una edad menor o igual a 27 años, siendo la etapa joven



la más frecuente en hallazgo de casos positivos en el sexo femenino. Marcos et al. (2021) por su parte revelaron que de un total de 56 pacientes femeninas evaluadas la media de edad fue 38,8 años teniendo como mayor prevalencia la edad joven. Al respecto, Pincay (2015) en Ecuador, en su ayuda al diagnóstico de infecciones urinarias en mujeres embarazadas, con una población de las 123 mujeres embarazadas que se realizaron el cultivo estas correspondían a pertenecer a edades de 18 a 38 años.

De manera similar, Cardona & Hernández (2013) quienes destacaron diferencias importantes en la distribución porcentual de microorganismos según grupo etario, destacando en las Instituciones públicas evaluadas una mayor proporción de casos de *E. coli* fueron en la edad Adulto joven y medio, seguida del adulto mayor. De la misma forma, Zuñiga (2016) quienes en su estudio, con respecto a la edad, 260 (43%) pertenecían a las edades entre 21-60 años y 205 de las muestras (34%) correspondían a personas de más de 61 años de edad, siendo la edad joven y adulta las de mayor prevalencia en la investigación.

Este hallazgo es relevante debido a su impacto en el desarrollo de estrategias de prevención y tratamiento, adaptadas a cada género y grupo etario (edad). Además, facilita la comprensión de las diferencias en prevalencia y factores de riesgo entre jóvenes, adultos y adultos mayores, lo que permite un tratamiento oportuno y la prevención de posibles complicaciones. La prevalencia en mayor porcentaje en edad joven es debido a factores en específico de la misma edad, lo que lleva consigo una mayor actividad sexual, que ahora bien en mujeres sumado a ello se encuentra la anatomía y factores hormonales, en caso del sexo masculino joven suele relacionarse a transmisiones sexuales o prácticas sexuales de riesgo. Por otro lado en la edad adulta y adulta mayor, si bien los casos se dan en menor porcentaje, los casos positivos en mujeres se deben a cambios hormonales posmenopausia, disminución de flora vaginal protectora y dificultades de miccionar por

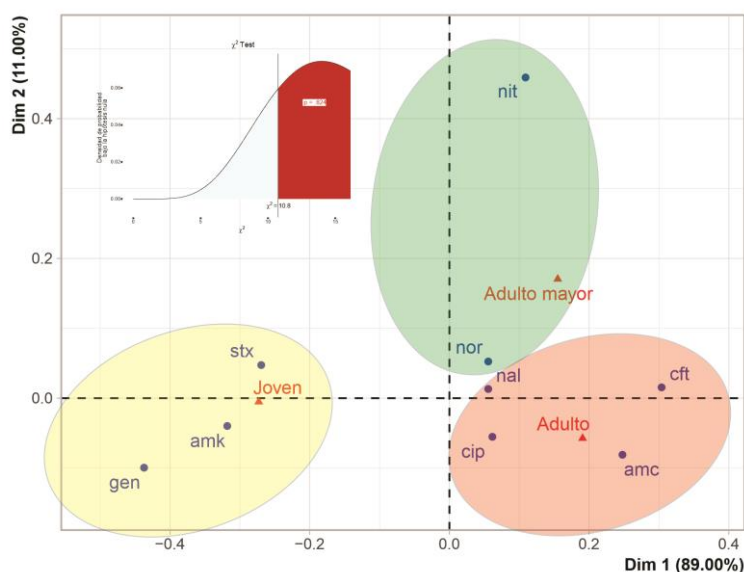
diversas enfermedades que afectan en sistema urinario, en caso del sexo masculino debido al uso frecuentes de sondas urinarias y enfermedades como la hiperplasia prostática benigna, que dificultan el flujo de orina.

## 4.2 Patrones de resistencia antibiótica de *Escherichia coli* uropatógena según características sociodemográficas (sexo y edad)

### 4.2.1 Análisis de Correspondencia

#### Figura 17

*Mapa perceptual de correspondencias simples entre la edad y la resistencia antibiótica en Escherichia coli*



Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves"

Nota: (amc) amoxicilina/ácido clavulánico, (amk) amikacina, (gen) gentamicina, (stx) trimetoprim/sulfametoxazol, (nit) nitrofurantoina, (nal) ácido nalidixico, (nor) norfloxacina, (cip) ciprofloxacino y (cft) ceftriaxona.

La **Figura 17** ilustra el análisis de correspondencias realizadas para establecer la asociación entre variables sociodemográficas, como la edad (clasificada en joven, adulto y adulto mayor), y la resistencia antibiótica. Con

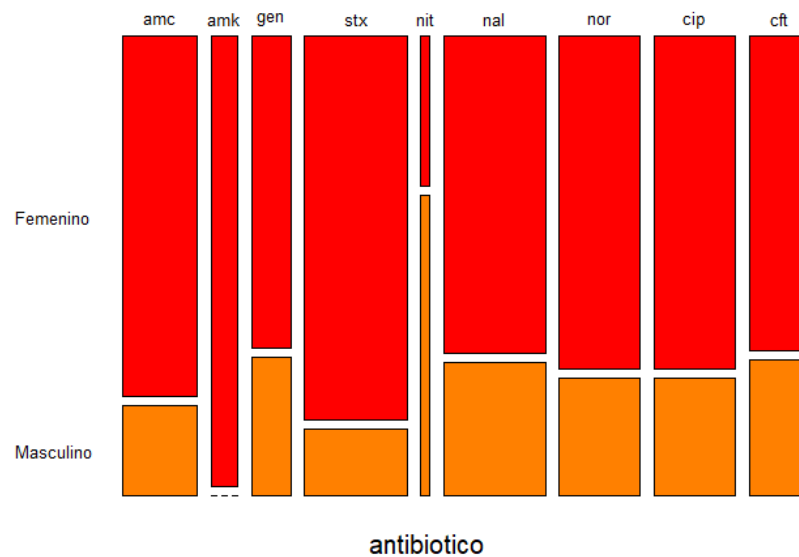


resultado de chi cuadrado  $\chi_c = 10.756$  ( $p > 0.8243$ ), por lo que no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que no existe una relación significativa entre la edad (joven, adulto y adulto mayor), y la resistencia antibiótica (son independientes). Los patrones más destacados, representados por las formaciones de elipses, indican que trimetoprim/sulfametoxazol, amikacina y gentamicina presentan mayor resistencia en el grupo joven; mientras que ciprofloxacino, ceftriaxona, ácido nalidixico y amoxicilina/ácido clavulánico muestran una mayor resistencia en el grupo adulto. Finalmente, nitrofurantoína y norfloxacina revelan mayor resistencia en el grupo adulto mayor. Es importante destacar que imipenem no presentó resistencia en ningún grupo etario, lo cual no se refleja en la figura. Los datos empleados para este análisis se encuentran disponibles en el Anexo 1.

En relación con los hallazgos en la edad joven, Ballesteros (2018) muestra un nivel de resistencia similar entre los miembros de la familia de aminoglucósidos como Amikacina (96% y 76%) y Gentamicina (56% y 40%) principalmente, y Trimetoprim/Sulfametoxazol con (44% y 68%) respectivamente. Mientras que para la edad Adulta, los resultados obtenidos por Carreras (2021) con una resistencia de ácido nalidixico (28.4%) ciprofloxacino (19.1%), amoxicilina/ácido clavulánico (20.7%) y ceftriaxona (3.6%) los cuales mostrarían un porcentaje similar de resistencia, confirmando la relación observada en la Figura 17. Finalmente en la edad adulta mayor, Carreras (2021) tras el hallazgo de la resistencia de nitrofurantoína con porcentaje de (9.9%) y norfloxacina (29.1%).

### Figura 18

Perfiles de proporciones de la resistencia antibiótica con respecto al sexo



Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves"

Nota: (amc) amoxicilina/ácido clavulánico, (amk) amikacina, (gen) gentamicina, (stx) trimetoprim/sulfametoxazol, (nit) nitrofurantoina, (nal) ácido nalidixico, (nor) norfloxacina, (cip) ciprofloxacino y (cft) ceftriaxona.

La **Figura 18** muestra los perfiles de proporciones elaborados para evidenciar la asociación entre variables sociodemográficas, específicamente el sexo (femenino y masculino), y la resistencia antibiótica. Con resultado de chi cuadrado  $\chi_c = 9.0534$  ( $p > 0.3378$ ), por lo que no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que no existe una relación significativa entre el sexo (femenino y masculino), y la resistencia antibiótica (*son independientes*). Los patrones más destacados, representados por diferencias notables en las proporciones, revelan que las mayores magnitudes de resistencia en amikacina, trimetoprim/sulfametoxazol, amoxicilina/ácido clavulánico, norfloxacina, ciprofloxacino, ácido nalidixico, ceftriaxona y gentamicina están asociadas al sexo femenino. Por otro lado, únicamente norfloxacina mostró una alta resistencia





asociada al sexo masculino. Es importante señalar que imipenem no presentó resistencia en ningún sexo, lo cual no se visualiza en la figura. Los datos empleados para este análisis se encuentran disponibles en el Anexo 1.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con lo planteado por Ramos & Vera (2023) presentaron un patrón alto de resistencia en el sexo femenino, referido al 73% y 69% de amoxicilina/ácido clavulánico y ácido nalidíxico respectivamente. Asimismo, Carreras (2021) que mostro una referencia alta referido a amikacina (97.9%), trimetoprim/sulfametoxazol (53.5%), norfloxacin (73%), ciprofloxacino (71.7%), ceftriaxona (91.7%) y gentamicina (86.8%) en el sexo femenino. Por su parte Nitrofurantoina presentara un mayor porcentaje de resistencia en el sexo masculino con un 65.2%.

La mayor resistencia a antibióticos en mujeres podría deberse a varios factores. Por un lado, las mujeres frecuentemente sufren infecciones urinarias, lo que hace que usen estos medicamentos con más frecuencia, este uso repetido puede llevar a que las bacterias con el tiempo se vuelvan resistentes. También influyen diferencias biológicas, como las características de la microbiota femenina, que podrían facilitar la aparición de bacterias resistentes. Además, las mujeres suelen acudir más al médico y tienen más acceso a tratamientos, lo que podría aumentar su exposición a los antibióticos. En casos de infecciones recurrentes, es común que se utilicen los mismos medicamentos una y otra vez, reforzando la resistencia. Otro factor es la automedicación o el uso innecesario de antibióticos, que son prácticas más comunes de lo que se cree.

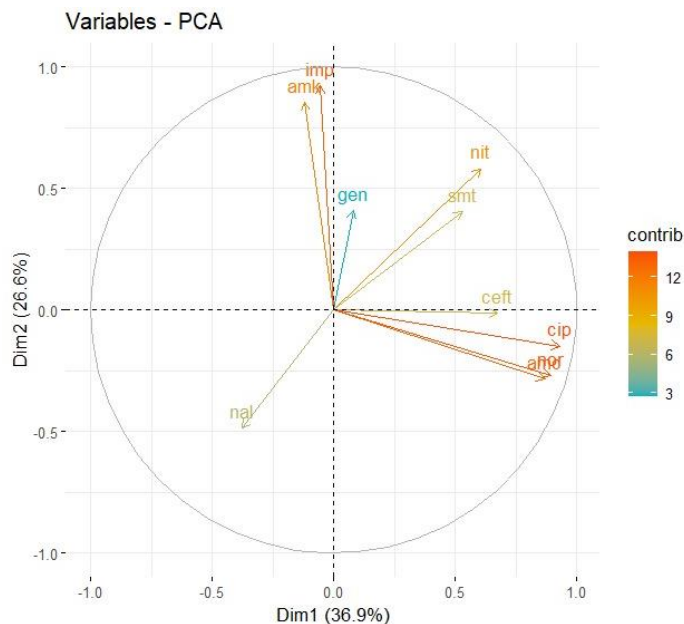
Por otra parte, la resistencia a la norfloxacin en hombres podría deberse a las infecciones tratadas con este antibiótico, como prostatitis o infecciones

urinarias complicadas, suelen requerir tratamientos más prolongados, lo que favorece la resistencia. Además, diferencias anatómicas y patrones específicos de prescripción o uso podrían influir en este fenómeno, así como factores locales relacionados con el manejo de infecciones en hombres.

#### 4.2.2 Análisis de Componentes Principales (PCA)

**Figura 19**

*Análisis de componentes principales, donde se muestra a los antibióticos en relación al sexo masculino.*



Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves".

En la **figura 19**, ilustra la existencia de 2 grupos susceptibles los cuales lo conformaran Amikacina, Imipenem, Amoxicilina/Acido clavulánico, Norfloxacin y Ciprofloxacino, además existe un grupo de resistentes determinado por Acido nalidixico, Gentamicina, Trimetoprin/sulfametoxazol, Nitrofurantoina y Ceftriaxona, destacando la resistencia a ácido nalidixico y gentamicina, con un transición de resistencia de la Ceftriaxona.



Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con lo planteado por Carreras (2021) que muestra un nivel similar entre Amoxicilina/Acido clavulánico (43%), Norfloxacin (47%) y Ciprofloxacino (49%) conformando así un patrón de grupos susceptibles. Asimismo, Sullca (2022) quien demuestra una resistencia de Amikacina (26.4%) y Imipenem (10.5%). Por otro lado, Carreras (2021) conformando un patrón de grupos resistentes con Ácido nalidixico (44%), Trimetoprim/sulfametoxazol (42%), Nitrofurantoina (19%), Gentamicina (22%) y Ceftriaxona (18%).

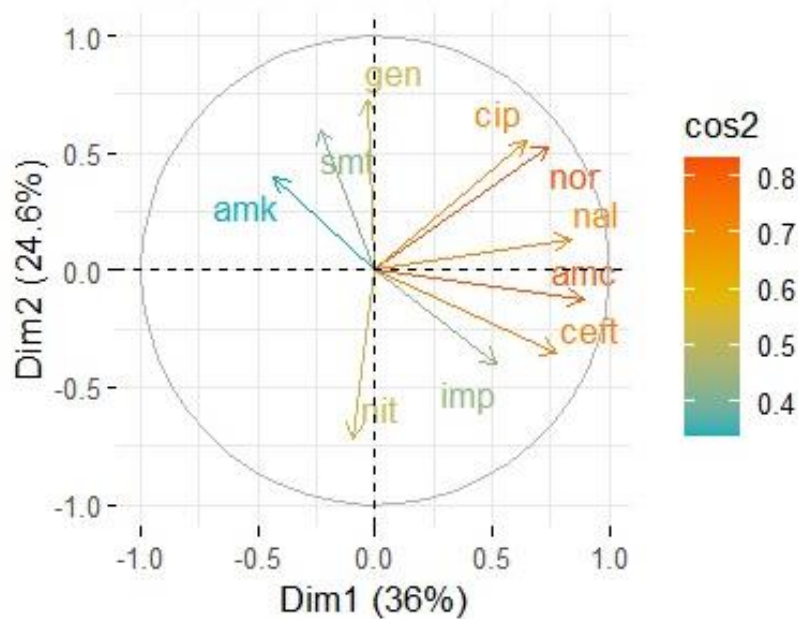
La asociación de susceptibilidad de los antibióticos como amikacina, imipenem, amoxicilina/ácido clavulánico, norfloxacin y ciprofloxacino puede explicarse por varios factores. Estos medicamentos atacan puntos clave en las bacterias, como la síntesis de proteínas, la pared celular y el ADN, lo que los hace efectivos frente a diferentes cepas. Además, fármacos como el imipenem y la amikacina son menos propensos a generar resistencia porque no se usan tan ampliamente, reduciendo la presión selectiva. En el caso de la amoxicilina/ácido clavulánico, la combinación con un inhibidor de beta-lactamasas aumenta su efectividad. También, el uso controlado de antibióticos como el imipenem ayuda a mantener su eficacia. En conjunto, estos factores contribuyen a que estos antibióticos sigan siendo sensibles frente a diversas infecciones.

Por ello la resistencia a antibióticos como ácido nalidixico, gentamicina, trimetoprim/sulfametoxazol, nitrofurantoina y ceftriaxona podrían deberse principalmente a su uso repetido y prolongado, lo que favorece la selección de bacterias resistentes. Donde las bacterias desarrollarían mecanismos como la producción de enzimas que inactivan los antibióticos o modifican los sitios donde

actúan. Además, la automedicación y el uso incorrecto de estos fármacos contribuyen a la resistencia.

### Figura 20

*Análisis de componentes principales, donde se muestra a los antibióticos en relación al sexo femenino.*



Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves".

En la **Figura 20**, se muestra la existencia de 1 grupo resistente conformado por Amikacina, Trimetopim/Sulfametoxazol y Gentamicina, además que existe un grupo de cepas altamente sensibles correspondientes a Nitrofurantoina y Imipenem y otro de sensibles conformado por Ciprofloxacino, Norfloxacina, Acido nalidixico, Amoxicilina/Acido clavulánico y Ceftriaxona.

En relación con los hallazgos estos coinciden con lo planteado por Ballesteros (2018), que muestra un nivel similaridad entre miembros de la familia de aminoglucósidos encontrándose para Amikacina (96% y 76%) y Gentamicina (56% y 40%) principalmente, mientras que para Trimetoprim/Sulfametoxazol se observó un (64% y 68%). Por otro lado, Miranda et al. (2019) quien demuestra



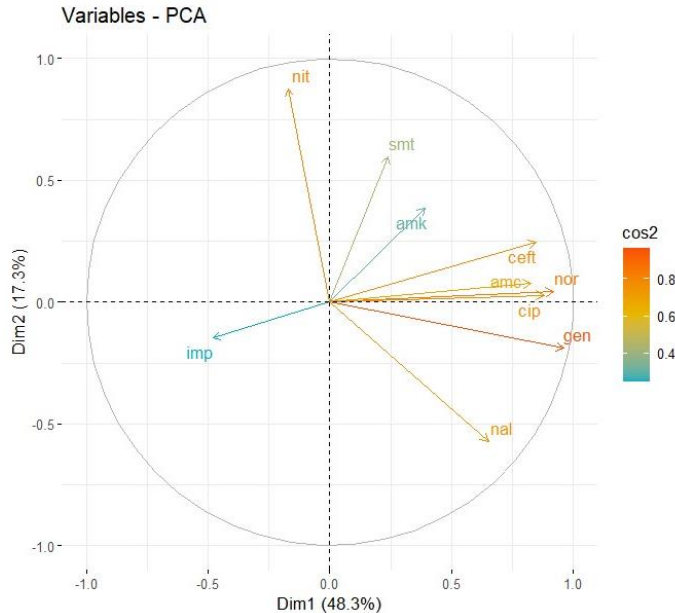
una susceptibilidad de Nitrofurantoina (83.6%) y Imipenem (99.9%); asimismo, Castrillón (2016) con otro patrón de sensibles conformado por Ciprofloxacino (62.9%), Norfloxacin (64%), Acido nalidíxico (55,9%), Amoxicilina/Acido clavulánico (71.7%) y Ceftriaxona (84.4%).

La resistencia a amikacina, trimetoprim/sulfametoxazol y gentamicina en mujeres puede explicarse por la alta prevalencia de infecciones urinarias, que llevan a un uso repetido de estos antibióticos. Además, la anatomía femenina aumenta la susceptibilidad a infecciones, y la automedicación o el uso innecesario de antibióticos favorecen el desarrollo de resistencia. También, las bacterias comunes en estas infecciones, como *Escherichia coli*, pueden volverse resistentes debido a la exposición continua a estos fármacos.

Por otro lado, la alta sensibilidad de antibióticos como nitrofurantoína, imipenem, ciprofloxacino, norfloxacin, ácido nalidíxico, amoxicilina/ácido clavulánico y ceftriaxona en mujeres se debe a su efectividad en el tratamiento de infecciones urinarias comunes en ellas. Además, el uso controlado de estos fármacos y la menor exposición a resistencias favorecen su eficacia. También, el microbioma urogenital femenino puede ser más susceptible a estos antibióticos, lo que contribuye a su alta sensibilidad.

**Figura 21**

*Análisis de componentes principales, donde se muestra a los antibióticos en relación a la edad joven.*



Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves".

En la **Figura 21**, se revela la existencia de un grupo susceptible que se diferencia de los demás y es el Imipenem, asimismo otro grupo sensible está conformado por Gentamicina, Ciprofloxacino, Norfloxacin, Amoxicilina/Acido clavulánico y ceftriaxona así como otro grupo resistente correspondiente a Amikacina, Trimetopin/sulfametoxazol, así como la Nitrofurantoina y el Ácido nalidíxico.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con lo planteado por Acuña & Babilonia (2020) que muestra un nivel alto de susceptibilidad en Imipenem (99.9%) entre los años 2013-2017 en mujeres de edad reproductiva; asimismo, Carreras (2021) mostró otro grupo conformado por Gentamicina (90.1%), Ciprofloxacino (77.5%), Norfloxacin (79.6%), Amoxicilina/Acido clavulánico (61.7%) y ceftriaxona (93.7%) formando así un patrón de grupos

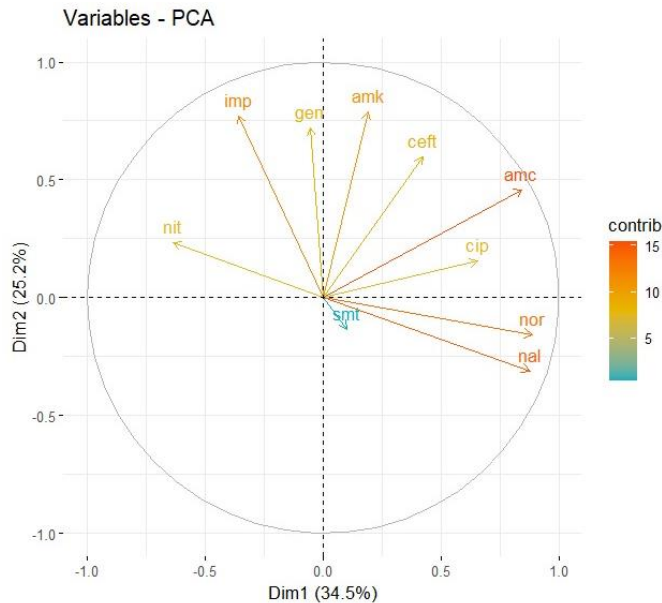


susceptibles. Al respecto, Ballesteros (2018) quien demuestra una resistencia de Amikacina (96% y 76%), Trimetopin/sulfametoxazol (44% y 68%), así como la Nitrofurantoina (64% y 68%).

Por lo mencionado anteriormente, la alta sensibilidad de imipenem en jóvenes se debería a un sistema inmunológico más fuerte ya que los jóvenes tienen un sistema inmunológico más fuerte, lo que puede hacer que las infecciones sean más fáciles de controlar por los antibióticos favoreciendo una mayor efectividad, además del uso controlado del antibiótico, lo que favorece su efectividad en el tratamiento de infecciones, entendiéndose del mismo modo para Gentamicina, Ciprofloxacino, Norfloxacina, Amoxicilina/Acido clavulánico y ceftriaxona. Por otro lado la resistencia a amikacina, trimetoprim/sulfametoxazol, nitrofurantoína y ácido nalidíxico en jóvenes se debe al uso excesivo o incorrecto de antibióticos, como la automedicación, y a infecciones recurrentes que requieren tratamientos frecuentes. Esto crea una presión selectiva que favorece el desarrollo de bacterias resistentes, como *Escherichia coli*, que son comunes en infecciones urinarias en esta población.

**Figura 22**

*Análisis de componentes principales, donde se muestra a los antibióticos en relación a la edad adulta.*



Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves".

En la **Figura 22**, muestra la existencia de un grupo de resistencia diferenciado correspondiente al Trimetopin/sulfametoxazol, Acido nalidixico, Norfloxacina, Ciprofloxacino, Amoxicilina/ácido y habría otro grupo de susceptibles conformado por Ceftriaxona, Amikacina, Gentamicina, Imipenem y Nitrofurantoina.

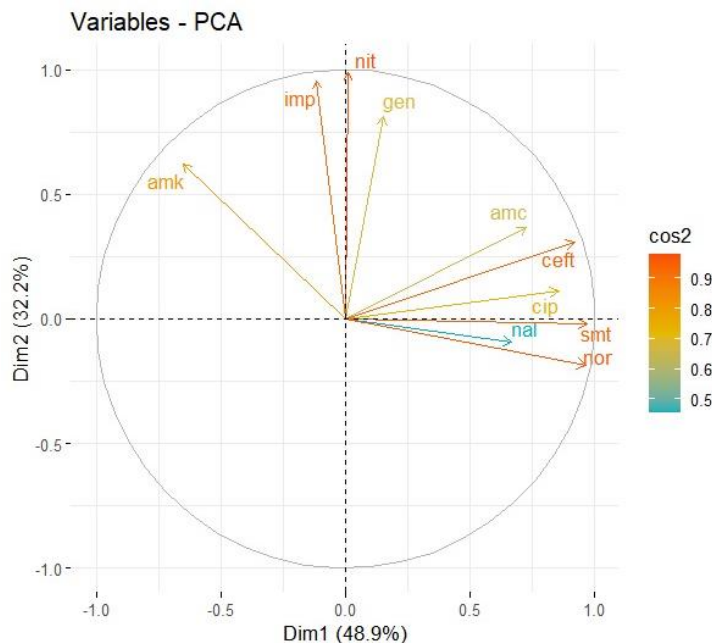
Hallazgos que coinciden con lo planteado por Alvarez & Luna (2024) que muestra un nivel similar correspondiente al Trimetopin/sulfametoxazol (18%), Acido nalidixico (42%), Norfloxacina (37%), Amoxicilina/ácido clavulanico (26%) conformando así un patrón de grupos resistentes. Así también, Castrillón (2016) quien demuestra una susceptibilidad de Ceftriaxona (84.4%), Amikacina (99%), Gentamicina (74.7%), Imipenem y Nitrofurantoina (93.2%).



Si bien la a resistencia antibioticos en adultos tambien se debe al uso frecuente o inapropiado de antibióticos, como la automedicación, y a infecciones recurrentes, sumado a ello se encuentra a los adultos con enfermedades crónicas están más expuestos a tratamientos antibióticos repetidos, lo que favorece el desarrollo de resistencia bacteriana. Por su parte, la sensibilidad de ceftriaxona, amikacina, gentamicina, imipenem y nitrofurantoína en adultos se debería también a su uso adecuado y controlado para tratar infecciones, lo que ayuda a mantener su efectividad. Además, aunque los adultos pueden tener infecciones recurrentes, la resistencia a estos antibióticos es relativamente baja. La prescripción de medico adecuada también asegura que se utilicen correctamente, lo que mejora la respuesta de las bacterias a estos medicamentos.

### Figura 23

*Análisis de componentes principales, donde se muestra a los antibióticos en relación a la edad adulta mayor.*



Fuente: R version 4.4.2 (2024-10-31 ucrt) -- "Pile of Leaves".



En la **Figura 23**, revela la existencia de un grupo de resistencia diferenciado correspondiente a Ácido nalidixico, Ciprofloxacino, Amoxicilina/ácido clavulánico, Trimetopin/sulfametoxazol, Ceftriaxona y Norfloxacina, y otro grupo susceptible a conformado por Imipenem, Nitrofurantoina, Amikacina y Gentamicina.

En este sentido, Panamá y Gallegos (2021) concuerdan con los resultados de esta investigación, que evidencian niveles similares de resistencia a Ácido nalidíxico (26.2%), Ciprofloxacino (27.3%), Amoxicilina/ácido clavulánico (20.7%), Trimetoprim/sulfametoxazol (25.3%), Ceftriaxona y Norfloxacina (30.2%), conformando un patrón de grupos resistentes. Asimismo, Miranda et al. (2019) resalta una susceptibilidad destacada frente a Imipenem (99.9%), Nitrofurantoína (84%), Amikacina (94.7%) y Gentamicina (70%).

La resistencia y sensibilidad a los antibióticos en los adultos mayores se deben a varios factores. Con la edad, el sistema inmunológico se debilita, lo que dificulta combatir las infecciones y favorece la resistencia. Además, las personas mayores suelen tener enfermedades crónicas y toman muchos medicamentos, lo que puede llevar a un uso frecuente de antibióticos y, por lo tanto, a la resistencia. También, las infecciones recurrentes en esta etapa de la vida pueden causar un uso prolongado de antibióticos. El envejecimiento afecta cómo el cuerpo procesa los medicamentos, lo que puede reducir la efectividad de los antibióticos. Por último, los cambios en la flora bacteriana de los adultos mayores pueden contribuir tanto a la resistencia como a la sensibilidad de los antibióticos.



## V. CONCLUSIONES

- La prevalencia de *Escherichia coli* uropatógena presentó un 78% de casos en el sexo femenino en comparación de un total de 21% de casos masculinos. Por otra parte se concluyó con un 44% de casos de edad joven en comparación del 42% y 21% de casos en edad adulta y adulta mayor respectivamente
- Los patrones de resistencia determinaron una alta asociación de *Escherichia coli* frente a trimetoprim/sulfametoxazol, amikacina y gentamicina en pacientes de la edad joven; asimismo ciprofloxacino, ceftriaxona y amoxicilina/ácido clavulánico en pacientes de la edad adulta; y nitrofurantoína y norfloxacina en la edad adulta mayor. Por su parte en género, se observó una mayor resistencia en amikacina, trimetoprim/sulfametoxazol, amoxicilina/ácido clavulánico, norfloxacina, ciprofloxacino, ácido nalidíxico, ceftriaxona y gentamicina en pacientes del sexo femenino, más en el sexo masculino presentaron resistencia únicamente a norfloxacina.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el estudio de diversidad genética de cepas de *Escherichia coli* uropatógena con el fin de un mejor diagnóstico y manejo clínico en pacientes ambulatorios, debido a que el enfoque permite identificar cepas específicas responsables de las infecciones.
- Realizar estudio de investigación de mayor complejidad al Antibiótico Imipenem, el cual fue el único de los estudiados quien no presentó ninguna cepa *E. coli* uropatógena resistente durante la investigación.
- Prestar mejor interés ante el aumento de casos en la región de Puno y sus distritos, con el propósito de identificar y abordar de manera eficaz los factores que contribuyen a esta problemática dentro de los Centro de Salud y Hospitales con mayor cantidad de pacientes.
- Promover e implementar estrategias de salud pública enfocadas en realizar exámenes preventivos a pacientes en situación de riesgo, como mujeres, jóvenes, adultos mayores y personas con enfermedades crónicas, con el fin de prevenir infecciones urinarias y minimizar sus complicaciones.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, G., & Babilonia, R. (2020). *Perfil de Susceptibilidad de Escherichia coli en infección del tracto urinario en mujeres de edad reproductiva en el Hospital Docente Madre Niño San Bartolome, en el Periodo del 2013 a 2017* [Universidad Norbert Wiener].  
[https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/3719/T061\\_47415218\\_06803709\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/3719/T061_47415218_06803709_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud En Tabasco, 11*, 333–338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Alavi, M., Visentin, D. C., Thapa, D. K., Hunt, G. E., Watson, R., & Cleary, M. (2020). Exploratory factor analysis and principal component analysis in clinical studies: Which one should you use? *Journal of Advanced Nursing, 76*(8), 1886–1889. <https://doi.org/10.1111/JAN.14377>
- Alvarez, B. G., & Luna, J. C. (2024). *Determinación de bacterias uropatógenas y su sensibilidad antimicrobiana en mujeres adultas atendidas en el hospital Antonio Lorena del Cusco-2021*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Ballesteros, M. G. (2018). *Estudio de determinantes de virulencia y resistencia en cepas de Escherichia coli uropatógena aisladas de mujeres gestantes y no gestantes en los estados de Sonora y Puebla*. Benemerita Universidad Autónoma de Puebla.
- Brennan, R. J., & Berkelman, R. L. (2017). Trimethoprim-Sulfamethoxazole: Mechanisms of Action and Resistance. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 72*(2). 10.1093/jac/dkw426
- Brenner, G. (2019). *Flashcards de Farmacología Básica* (4ta ed.). <https://cbtis54.edu.mx/wp-content/uploads/2024/04/Flashcards-De-Farmacologia-Basica-George-M-Brenner.pdf>
- Calenzani, F. (2008). *Resistencia antibiotica de Escherichia coli en muestras aisladas de pacientes con infecciones del tracto urinario, durante las gestiones de 2006 - 2007 analizadas en el servicio de bacteriología del Hospital obrero N°1 de la ciudad de la Paz*. Universidad Mayor de San Andres.



- Cano, K. A., & Ugarte, A. M. (2020). *Evaluación del medio de cultivo agar sangre humana con glóbulos rojos lavados para el desarrollo de cepas de Streptococcus agalactiae*.
- Cardona, J., & Hernández, A. (2013, November). *Estudio comparativo de la frecuencia de infección urinaria y uropatógenos entre una institución prestadora de servicios de salud pública y una privada Comparative study of urinary tract infection frequency and urinary pathogens between both a public and a private health care institution*. *19*, 1–12.
- Carreras, X., Salcedo, A. S., Millones, B., Paredes, V. S., Carpio-Vargas, P., & Maguiña, J. L. (2021). *Antimicrobial resistance patterns of the Enterobacteriaceae family isolated from urinary tract infections from a Peruvian high-Andean region*. *Revista Del Cuerpo Medico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, *14*(3), 337–343. <https://doi.org/10.35434/rmhnaaa.2021.143.1255>
- Castrillón, J., Enrique, J., Gómez, S., Gómez, M., Remolina, N., & Ríos, J. (2016). *Etiología y perfil de resistencia antimicrobiana en pacientes con infección urinaria*. 1. <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v23n1/0123-9392-inf-23-01-00045.pdf>
- Cerda, J., & Villarroel, L. (2007). Interpretación del test de Chi-cuadrado ( $X^2$ ) en investigación pediátrica. *Revista Chilena de Pediatría*, *78*(4), 414–417. <https://doi.org/10.4067/S0370-41062007000400010>
- Chindembele, J. M., Romeu, B., Chivela, M., Resto, G., & Rojas, N. (2015). Evaluación de la resistencia antimicrobiana de cepas de *Escherichia coli* causantes de infecciones urinarias en la provincia de Huambo, Angola. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, *4*, 1–8.
- Colgan, R., Williams, M., & Gupta, K. (2011). Diagnosis and treatment of uncomplicated urinary tract infection. *American Family Physician*, *84*(7), 771–776.
- Corahua, L. N. (2009). *Caracterización molecular de las cepas de Escherichia coli uropatógenas aisladas de pacientes mujeres con infección del tracto urinario del distrito de Comas*.



- Espinoza, C., De Paula, K., Armijos, D. K., & Heredia, K. S. (2022). Etiología y susceptibilidad antimicrobiana de urocultivos de pacientes gestantes del cantón Rumiñahui, Ecuador. *REVISTA EUGENIO ESPEJO*, 16(2), 47–54. <https://doi.org/10.37135/ee.04.14.06>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage.
- Flores, A. L., Walker, J. N., Caparon, M., & Hooton, T. M. (2015). Urinary tract infections: current and emerging management strategies. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3), 345–392. 10.1128/CMR.00041-14
- Flores, A., Walker, J., Caparon, M., & Hultgren, S. (2015). Infecciones del tracto urinario: Epidemiología, mecanismos de infección y opciones de tratamiento. *Nature Reviews Microbiology*, 13(5). <https://www.nature.com/articles/nrmicro3432>
- Gallardo, Y., & Moreno, A. (1999). Serie Aprende a Investigar. Módulo 3: Recolección de la Información. *Argentina: Arfo Editores*.
- Garza, M., Daniel, P., & De la Garza, L. (2018). Resistencia bacteriana y comorbilidades presentes en pacientes urológicos ambulatorios con urocultivos positivos. 56, 1–9. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457758020006>
- Gomez, C. P., Plata, M., Sejnauí, J., Rico Clara, L., & Vanegas, S. (2009). Resistencia de la E.coli en urocultivos de pacientes con sospecha de infección urinaria intra y extra-hospitalaria en la Fundación Santa Fe de Bogotá. *Revista Urología Colombiana*, 18, 53–58.
- Gonzalez, J. E., & Coyle, E. A. (2018). Mechanism of Action of Nitrofurantoin. *Clinical Microbiology Reviews*, 31(3). 10.1128/CMR.00077-17
- Gonzalez, P., Soto, L., & Vargas, M. (2023). Epidemiología de las infecciones urinarias en hombres. *Archivos de Enfermedades Infecciosas.*, 39(2), 85–92.
- González, P., Soto, L., & Vargas, M. (2023a). Diagnóstico de infecciones urinarias en la práctica clínica. *Archivos de Enfermedades Infecciosas*, 39(2), 75–82.
- González, P., Soto, L., & Vargas, M. (2023b). Epidemiología de las infecciones urinarias en mujeres embarazadas. *Archivos de Enfermedades Infecciosas.*, 39(2), 85–92.



- Gould, I. M., Mendelson, M., & Kibbler, C. C. (2010). Antimicrobial resistance: a global threat. *The Journal of Hospital Infection.*, 75(3), 255–260. 10.1016/j.jhin.2010.02.004.
- Grados, M., Thuissard, I., & Alos, J. I. (2019). *Stratification by demographic and clinical data of the antibiotic susceptibility of Escherichia coli from urinary tract infections of the community*. Elsevier Espana, ~ S.L.U.
- Greene, S., & Hultgren, S. (2015). Escherichia coli uropatógena y vejiga: un modelo para la patogénesis bacteriana y la respuesta del huésped . *Microbiology Spectrum*, 3(1). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.UTI-0012-2012>
- Gupta, K., Hooton, T. M., & Naber, K. G. (2007). Infections of the urinary tract. *The New England Journal of Medicine*, 356(21), 2199–2211. 10.1056/NEJMra064617
- Hooton, T. (2012). Uncomplicated urinary tract infection. *The New England Journal of Medicine*, 344, 309–314. 10.1056/NEJM200102013440507.
- Hooton, T. M. (2000). Recurrent urinary tract infection in women. *The New England Journal of Medicine*, 342(16), 1168–1176.
- Hooton, T. M., & Gupta, K. (2022). Pathogenesis of urinary tract infections. *Nature Reviews Urology.*, 19(1), 19–30.
- Huacasi, I. A. (2022). *Etiología y resistencia antimicrobiana en infecciones del tracto urinario de pacientes gestantes del Hospital Carlos Monje Medrano de Juliaca*. Universidad Nacional de Altiplano.
- INS, I. N. de S. (2002). *Manual de Procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco de difusión*.
- Iregbu, K. C., Aigbe, I. F., Sonibare, A. I., & Ayoola, S. A. &. (2013). Neonatal infections caused by Escherichia coli at the national hospital, Abuja: a three-year retrospective study. *African Journal of Clinical and Experimental Microbiology*, 14(2), 95–100. <https://doi.org/10.4314/ajcem.v14>
- Kahlmeter, G. (2014). Prevalence and antimicrobial susceptibility of pathogens in uncomplicated urinary tract infections. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 33(9). 10.1007/s10096-014-2165-4





- Kaper, J. B., Nataro, J. P., & Mobley, H. L. T. (2004). Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 2(2), 123–140.
- Kline, K., & Lewis, A. (2016). Patógenos uropatógenos grampositivos, infección polimicrobiana del tracto urinario y la microbiota emergente del tracto urinario. *Espectro de Microbiología*, 4(2). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.UTI-0012-2012>
- Kohler, R., O'Connor, M., & Mott, A. (2021). Mechanisms of resistance to beta-lactam antibiotics. *Clinical Microbiology Reviews*, 34(1). 10.1128/CMR.00119-20
- Kumar, S., & Thakur, S. (2020). Mechanisms of Action of Fluoroquinolones. *Antibiotics*, 9(4). 10.3390/antibiotics9040187
- Levine, D. P. (2016). Ampicillin/Sulbactam and Amoxicillin/Clavulanate: Comparisons of Antibacterial Activity. *Clinical Infectious Diseases*, 62(2), 249–255. 10.1093/cid/civ778.
- Livermore, D. M. (2009). *Introduction: Carbapenem resistance*. *Clinical Microbiology and Infection*. 15, 1–3.
- Mahlapuu, M. (2021). The role of estrogen in urinary tract infections: An overview. *Current Urology Reports.*, 22(3), 24–32.
- Marcos, P., Salvatierra, G., Yareta, J., Pino, J., Vásquez, N., Diaz, P., Martínez, I., Asmat, P., Peralta, C., Huamani, C., Briones, A., Ruiz, M., Laura, N., Luque, Á., Arapa, L., & Tsukayama, P. (2021). Microbiological and molecular characterization of antimicrobial resistance in uropathogenic *Escherichia coli* from peruvian public hospitals. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 38(1), 119–123. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.381.6182>
- Martínez, J. L., & Baquero, F. (2018). Emerging resistance to antibiotics in *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology Reviews*, 31(1). 10.1128/CMR.00077-17
- Martínez, J., Rivera, C., & Herrera, T. (2024). Situación actual de infecciones urinarias por *Escherichia coli* en mujeres en Perú. *Revista Peruana de Medicina.*, 40(1), 45–52.
- Miranda, J., Pinto, J., Faustino, D. M., Sánchez, B., & Ramirez, F. (2019). Antimicrobial



- resistance of uropathogens in older adults in a private clinic in Lima, Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 36(1), 87–92.  
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2019.361.3765>
- Miranda, J., Pinto, J., Faustino, M., Sánchez-Jacinto, B., & Ramirez, F. (2019). Resistencia antimicrobiana de uropatógenos en adultos mayores de una clínica privada de lima, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 36(1), 87–92.  
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2019.361.3765>
- Miranda, L. I. (2014). *Relacion entre los grupos Filogenéticos y Factores de virulencia en Escherichia coli Uropatógena en dos localidades en México*. Universidad Autónoma de Guerrero.
- Miranda, L. I., Ruíz, M., Molina, J., Parra, I., González, E., & Castro, N. (2016). Relación entre factores de virulencia, resistencia a antibióticos y los grupos filogenéticos de Escherichia coli uropatógena en dos localidades de México. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 35(7), 426–433.  
<https://doi.org/10.1016/j.eimc.2016.02.021>
- Molin, C., Del Valle, E., Gonzales, L., Sanchez, E., Cantero, L., Figueredo, L., & Abente, S. (2023). *Sensibilidad de Escherichia coli frente a fosfomicina, en infecciones urinarias provenientes de personas con discapacidad que acudieron a la Secretaría Nacional por los Derechos Humanos de las Personas con Discapacidad-SENADIS*.
- Naber, K. G., Wullt, B., & Barth, R. (2008). The role of urinary tract infections in the development of chronic kidney disease. *Nature Reviews Nephrology*, 4(11), 645–652. [10.1038/nrneph.2008.168](https://doi.org/10.1038/nrneph.2008.168)
- Nataro, J. P., & Kaper, J. B. (1998). Diarrheagenic Escherichia coli. *Clinical Microbiology Reviews*, 11(1), 142–201.
- National Center for Biotechnology Information. (2024a). *Amikacina*.  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/37768>
- National Center for Biotechnology Information. (2024b). *Ceftriaxone*.  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5479530>



- National Center for Biotechnology Information. (2024c). *Ciprofloxacin*. National Library of Medicine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2764#section=Structures>
- National Center for Biotechnology Information. (2024d). *Gentamicin*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3467#section=2D-Structure>
- National Center for Biotechnology Information. (2024e). *Nitrofurantoin*. National Library of Medicine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6604200>
- National Center for Biotechnology Information. (2024f). *Norfloxacin*. National Library of Medicine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4539>
- National Center for Biotechnology Information. (2024g). *Sulfamethoxazol*. National Library of Medicine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5329>
- National Center for Biotechnology Information. (2024h). *Trimetoprim*. National Library of Medicine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5578#section=2D-Structure>
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2024a). *Ácido clavulánico*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Clavulanic-acid>
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2024b). *Amoxicilina*.
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2024c). *Imipenem*. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/104838#section=2D-Structure>
- Nicolle, L. E. (2022). Diabetes and urinary tract infections: A complex relationship. *Clinical Microbiology Reviews.*, 35(4).
- Palacio, F., Apodaca, M., & Crisci, J. (2020). *Análisis multivariado para datos biológicos: Teoría y su aplicación aplicando R* (Vazquez Mazini Editor). <https://fundacionazara.org.ar/analisis-multivariado-para-datos-biologicos/analisis-multivariado-para-datos-biologicos-2/>
- Panamá, T. A., & Gallegos, J. D. (2021). Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* aislada de urocultivos. *Revista Vive*, 4(12), 521–533. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i12.110>



- Perez, H. H. (2017). *Bacterias uropatógenas que expresan el morfotipo filamentoso en orinas de pacientes ambulatorios*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Peters, J. R., Smith, R. M., & Brown, T. J. (2020). Mechanisms of Action and Resistance of Aminoglycosides. *Clinical Microbiology Reviews*, 33(2), 10.1128/CMR.00029-19.
- Picazo, J. (2002). Procedimientos en microbiología clínica. In *La infección urinaria*. <https://seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia14.pdf>
- Pincay, E. (2015). *Escherichia coli como agente causal de infecciones urinarias en embarazadas que acuden al Hospital Basico de a Fuerza Aerea Ecuatoriana, Manta, Perido Junio-Noviembre 2014*. Universidad Estatal del Sur de Manabi.
- Pinto, N. M. (2017). *Uropatogenos y patron de resistencia antimicrobiana en niños con infeccion urinario en el servicio de Pediatria del Hospital EsSalud Puno III 2016*. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Quispe, J. B., & Sanchez, C. (2024). *Comparación de la resistencia antibiótica de Escherichia coli aislada en urocultivos antes y después de la pandemia covid-19 en una población atendida en el Hospital Cayetano Heredia entre los años 2019 y 2022*.
- Ramos, Y. N., & Vera, G. (2023). *Frecuencia De Bacilos Gram Negativos Y Su Patrón De Resistencia En Pacientes Ambulatorios Con Infección Urinaria Del Servicio De Ginecología Del Hospital Santa María Del Socorro, Ica, Enero - Junio 2021* [Universidad Privada San Juan Bautista]. <https://repositorio.upsjb.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/34dd32f5-23e6-4ea2-99cd-3015fc1b763d/content>
- Ríos, A., Castro, N., & Morales, F. (2024). Epidemiología de Escherichia coli uropatogénica en diversas regiones del Perú. *Revista de Ciencias de La Salud.*, 16(1), 12–20.
- Ryan, K., & Ray, G. (2011). Sherris Microbiología Médica. In *En Sherris medical microbiology* (5ta ed.).



- Sánchez, J., Guillán, C., Fuster, C., Madrid, F., Jiménez, M., & García, J. (2003). Sensibilidad microbiana de *Escherichia coli* en infecciones urinarias extrahospitalarias. *Actas Urol Esp*, 27(10), 783–787.
- Santacruz, B. I. (2023). *Diseño de un protocolo de actuación de enfermería dirigido a adultos mayores con infecciones urinarias mediante revisión sistémica*. 1–37. <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/17131/1/UA-ENF-EAC-041-2023.pdf>
- Santos, F. J., & Fernandez, A. (2019). Mechanisms of Action of Quinolones. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 74(1), 25–36. 10.1093/jac/dky394.
- Silva, O. (2013). *Patrones de resistencia antimicrobiana de cepas de Escherichia coli uropatógeno - Hospital Regional de Ayacucho, 2012*.
- Sokhal, B. B. (2023). Anatomic abnormalities and recurrent urinary tract infections: A review. *Journal of Urology*, 210(1), 120–126.
- Sullca, J. R. (2022). *Sensibilidad antibiótica de Escherichia coli causante de infecciones urinarias, Huancayo 2021*. Universidad Peruana Los Andes.
- Tängdén, T., & Cars, O. (2023). Antibiotic resistance in *Escherichia coli*: Implications for therapy. *Infectious Disease Clinics of North America*, 37(4), 907–920.
- Torres, C. (2012). *La resistencia bacteriana a los antibióticos, siete décadas después de Fleming*. Colegio oficial de Farmacéuticos de Zaragoza.
- Tucto, S., Mercado, P., & Hurtado, T. (2014). Resistencia Bacteriana según MIC 90 de *Escherichia coli* uropatógena aislada en el Laboratorio de Microbiología del Hospital IChocope-EsSalud (Perú). *Revista Científica de Estudiantes*.
- Walsh, T. R., & Wexler, H. M. (2017). Carbapenems: A New Era in Antibiotic Therapy. *Clinical Microbiology Reviews*, 30(4). 10.1128/CMR.00013-17.
- Whelan, S., Lucey, B., & Finn, K. (2023). Uropathogenic *Escherichia coli* (UPEC)-Associated Urinary Tract Infections: The Molecular Basis for Challenges to Effective Treatment. In *Microorganisms* (Vol. 11, Issue 9). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/microorganisms11092169>



- Wright, G. D. (2005). Aminoglycoside resistance: a bacterial evolution on the path to natural antibiotics. *Current Opinion in Microbiology*, 8(5), 536–545.
- Wright, K., Hunstad, D., & Seed, P. (2007). Pili de Escherichia coli tipo 1 y el inicio de la infección del tracto urinario. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 71(4). <https://doi.org/10.1128/MMBR.00001-07>
- Zhang, L., & Foxman, B. (2013). Ecología de Escherichia coli uropatógena en el tracto intestinal: Implicaciones para la infección del tracto urinario. *American Journal of Epidemiology*,. <https://doi.org/10.1093/aje/kws>
- Zhou, Y., Zhou, Z., Zheng, L., Gong, Z., Li, Y., Jin, Y., Huang, Y., & Chi, M. (2023). Urinary Tract Infections Caused by Uropathogenic Escherichia coli: Mechanisms of Infection and Treatment Options. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 24, Issue 13). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ijms241310537>
- Žlahtič, B., Kokol, P., Blažun Vošner, H., & Završnik, J. (2024). The role of correspondence analysis in medical research. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2024.1362699>
- Zong, Z., Wang, Q., & Xu, H. (2022). Mechanisms of quinolone resistance in Escherichia coli and the implications for treatment. *Microbial Drug Resistance*, 28(8), 1102–1112.
- Zúniga, J., Bejarano, S., Valenzuela, H., Gough, S., Castro, A., Chinchilla, C., Díaz, T., Hernández, S., & Martínez, J. (2016). *Perfil de sensibilidad a los antibióticos de las bacterias en infecciones del tracto urinario*. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v58n4/0001-6002-amc-58-04-146.pdf>



## ANEXOS

### ANEXO 1. Matriz de datos

**Tabla 3**

*Matriz de tabulación de datos sociodemográficos según edad, sexo y clasificación de grupo etario.*

N°	CÓDIGO	EDAD	SEXO	GRUPO ETARIO
1	U - 275	46	F	Adulto
2	U - 280	18	M	Joven
3	U - 289	25	F	Joven
4	U - 291	19	M	Joven
5	U - 295	20	F	Joven
6	U - 296	20	F	Joven
7	U - 297	37	F	Adulto
8	U - 298	19	F	Joven
9	U - 302	35	F	Adulto
10	U - 303	81	F	Adulto mayor
11	U - 312	30	F	Adulto
12	U - 318	22	F	Joven
13	U - 331	54	F	Adulto
14	U - 339	30	M	Adulto
15	U - 343	25	F	Joven
16	U - 350	43	F	Adulto
17	U - 356	18	F	Joven
18	U - 357	30	F	Adulto
19	U - 371	20	F	Joven
20	U - 384	42	F	Adulto
21	U - 395	25	F	Joven
22	U - 397	44	M	Adulto
23	U - 400	75	M	Adulto mayor
24	U - 401	21	M	Joven
25	U - 409	67	M	Adulto mayor
26	U - 414	69	F	Adulto mayor
27	U - 416	36	F	Adulto
28	U - 417	65	F	Adulto mayor
29	U - 432	61	F	Adulto mayor
30	U - 434	51	F	Adulto
31	U - 437	51	F	Adulto
32	U - 438	23	M	Joven



<b>33</b>	U - 441	27	F	Joven
<b>34</b>	U - 443	21	M	Joven
<b>35</b>	U - 446	25	F	Joven
<b>36</b>	U - 447	25	F	Joven
<b>37</b>	U - 453	46	F	Adulto
<b>38</b>	U - 455	22	F	Joven
<b>39</b>	U - 459	37	F	Adulto
<b>40</b>	U - 461	67	F	Adulto mayor
<b>41</b>	U - 465	36	F	Adulto
<b>42</b>	U - 466	25	F	Joven
<b>43</b>	U - 471	56	F	Adulto
<b>44</b>	U - 473	38	M	Adulto
<b>45</b>	U - 474	27	F	Joven
<b>46</b>	U - 476	51	F	Adulto
<b>47</b>	U - 477	22	F	Joven
<b>48</b>	U - 480	35	F	Adulto

Fuente: Elaboración propia





**Tabla 4**

*Matriz de tabulación de antibióticos frente a Escherichia coli según medida de halo (mm)*

N. o	ANTIBIOTICOS																													
	AMC			AMK			GEN			STX			NIT			NAL			NOR			CIP			IMP			CEF		
	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R	S	I	R
1			6			14	18					6	24				6			6			6	24					14	
2	22				16		15				22					8	24				22				24				24	
3	20				16				6			6	22				6			6			6	26				24		
4			6		16				6			6	22				6			6			6	26					12	
5	20					12	16					8	18			22			22				22				26		21	
6	20			18			15					6	18			22				10			8	24				22		
7			10	18			15					8	19				10	22				24			24				6	
8			12		16		16					6	18				6	18				22			22			21		
9			6		16				8			6	19				6			6			6	23				6		
10			6	17			16					6	18				6			6			6	23				8		
11			10	18			24			18			18				6			10			10	24				8		
12	23				16		17					6	20			20			24				22			24		24		
13	20			18				14		20				15			18			24			22			21		18		
14			10	17			16			25			20				6			6			11	28				9		
15			6			13			6			6	19				6			6			6	25				6		
16			12			14		14				6	17			18			26				6	23			21			
17		14			16			14				6	22				10	20				22			22		22			
18			8		15				11	20				16			6			8			8	24				6		
19	24			18			20					6	20			20			30			30			24		26			
20			13	22			18					6		16			6			6			8	24				10		
21			12			14			6			6	18				6			6			6	23				6		



22	16	22	20		6	20		6	12	13	30	30			
23	17		15		9	15		6	20		21	20	10		
24	23		15		6		6	16	6	8	10	20			
25		9	16	20		6		14	13	7	6	19	8		
26		8	17		18		7	18	10	6	7	21	6		
27	14	19		20		6		16	6	19		22	26	18	
28	20		19		26		10	30		6	6	8	31	14	
29	20			12	24		22		20	18	30	30	22	30	
30	18		17		14	24		19	22		26	25	26	26	
31		11	15	26			10	22		8	10	10	27	15	
32	23		15	15		22		22		8	24	25	23	27	
33	20		15		6		6	22		17		6	6	26	24
34		5	16		10		6		14	10	6	8	26		12
35	22			13	16		8	19		22		22	22	27	25
36	20		20		17		15	18		25		10	5	24	22
37	14	18			14		6	19		10	22		24	24	11
38		10	15	16			6	20		6	18		28	22	25
39		8	16		8		6	19		8		6	6	19	10
40		10	22		27		12	26		11	10	23		26	14
41		12	21		27	18		19		8	10		12	24	6
42	27		16	17			6	20		23		24	22	26	24
43	23		18		14	20			12	10	24		25	21	18
44		10	23		16		25		20		6	6	10	28	9
45		6	15	13		10		6	19		6	6	6	24	9
46		12		14	14		6	17		17	26		7	23	29
47	14		15		15		6	22		12	20		26	22	30
48		8	16		8	27			15	8	10			27	5

**Tabla 5**

*Cantidad de casos con resistencia antibiótica asociada a variables sociodemográficas*

*(edad [joven, adulto y adulto mayor])*

ANTIBIOTICOS	EDAD		
	JOVEN	ADULTO	ADULTO MAYOR
Amoxicilina/ácido clavulanico (amc)	7	14	4
Amikacina (amk)	5	3	1
Gentamicina (gen)	8	4	1
Trimetoprim/sulfametoxazol (stx)	18	11	5
Nitrofurantoina (nit)	1	1	1
Acido_nalidixico (nal)	13	16	6
Norfloxacin (nor)	10	12	5
Ciprofloxacino (cip)	10	13	4
Imipenem (ipm)	0	0	0
Ceftriaxona (cft)	5	11	4

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6**

*Cantidad de casos con resistencia antibiótica asociada a variables sociodemográficas*

*(sexo [femenino, masculino]).*

ANTIBIOTICOS	SEXO	
	FEMENINO	MASCULINO
Amoxicilina/ácido clavulanico (amc)	20	5
Amikacina (amk)	9	0
Gentamicina (gen)	9	4
Trimetoprim/sulfametoxazol (stx)	29	5
Nitrofurantoina (nit)	1	2
Acido_nalidixico (nal)	24	10
Norfloxacin (nor)	20	7
Ciprofloxacino (cip)	20	7
Imipenem (ipm)	0	0
Ceftriaxona (cft)	14	6

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7**

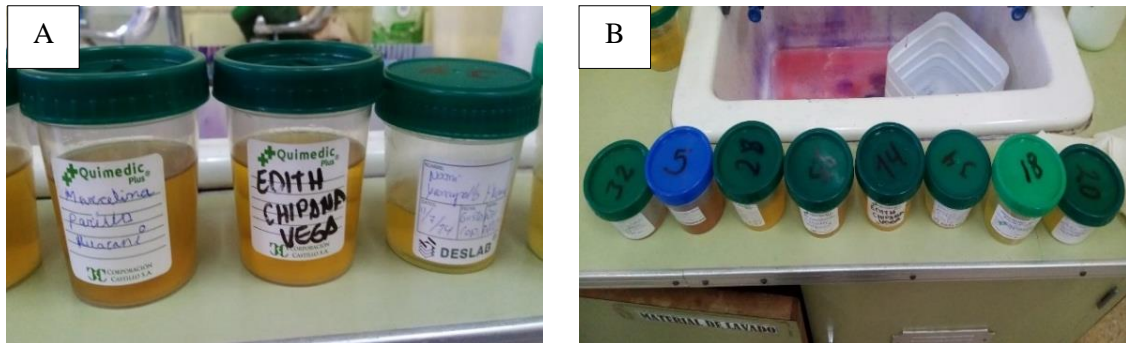
*Antibióticos y diámetros críticos para enterobacterias*

ANTIMICROBIANO	CONTENIDO DEL DISCO	DIAMETRO EN mm		
		R	I	S
<b>PENICILINAS</b>				
Ampicilina	10 µg	≤ 13	14-16	≥ 17
<b>CEFALOSPORINAS</b>				
Cefalotina	30 µg	≤ 14	15-17	≥ 18
Cefuroxima axetil (oral)	30 µg	≤ 14	15-22	≥ 23
Cefuroxima sodium (parental)	30 µg	≤ 14	15-17	≥ 18
Cefoxitina	30 µg	≤ 14	15-17	≥ 18
Cefotaxima	30 µg	≤ 14	15-22	≥ 23
Ceftriaxona	30 µg	≤ 13	14-20	≥ 21
Ceftazidima	30 µg	≤ 14	15-17	≥ 18
Cefixima	5 µg	≤ 15	16-18	≥ 19
Cefprome*	30 µg	≤ 14	15-17	≥ 18
Cefepime	30 µg	≤ 14	15-17	≥ 18
<b>βLACTAMICO INHIBIDOR DE BETALACTAMASA</b>				
Ampicilina/Sulbactam	10/10 µg	≤ 11	12-14	≥ 15
Amoxicilina/ÁcidoClavulánico	20/10 µg	≤ 13	14-17	≥ 18
Cefoperazona/sulbactam+	75µg30µg	≤ 15	16-20	≥ 21
<b>MONOBACTAMS</b>				
Aztreonam	30 µg	≤ 15	16-21	≥ 22
<b>CARBAPENEMS</b>				
Imipenem	10 µg	≤ 13	14-15	≥ 16
Meropenem	10 µg	≤ 13	14-15	≥ 16
<b>AMINOGLUCOSIDOS</b>				
Gentamicina	10 µg	≤ 12	13-14	≥ 15
Amikacina	30 µg	≤ 14	15-16	≥ 17
<b>QUINOLONAS</b>				
Ácido nalidixico	30 µg	≤ 13	14-18	≥ 19
Norfloxacin	10 µg	≤ 12	13-16	≥ 17
Ciprofloxacina	5 µg	≤ 15	16-20	≥ 21
Ofloxacin	5 µg	≤ 12	13-15	≥ 16
<b>TETRACICLINA</b>				
Tetracidina	30 µg	≤ 14	15-18	≥ 19
<b>OTROS</b>				
Cloranfenicol	30 µg	≤ 12	13-17	≥ 18
Trimetoprim/sulfametoxazol	1,25/23,75 µg	≤ 10	11-15	≥ 16

Fuente: (INS, 2002).

## ANEXO 2. Muestras de orina recepcionadas en el Área de Microbiología del Hospital

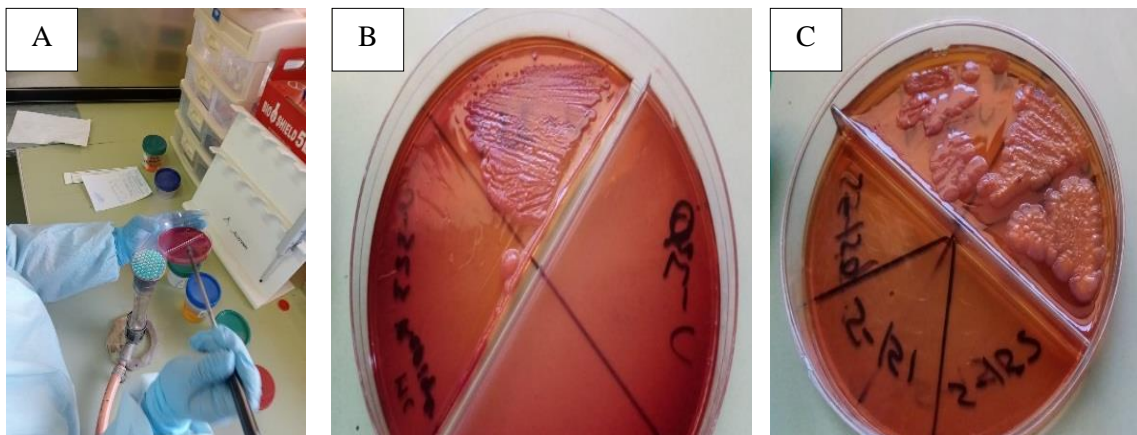
Carlos Monge Medrano



Nota: (A) y (B) Muestras de orinas recepcionadas de pacientes ambulatorios.

Fuente: Elaboración propia

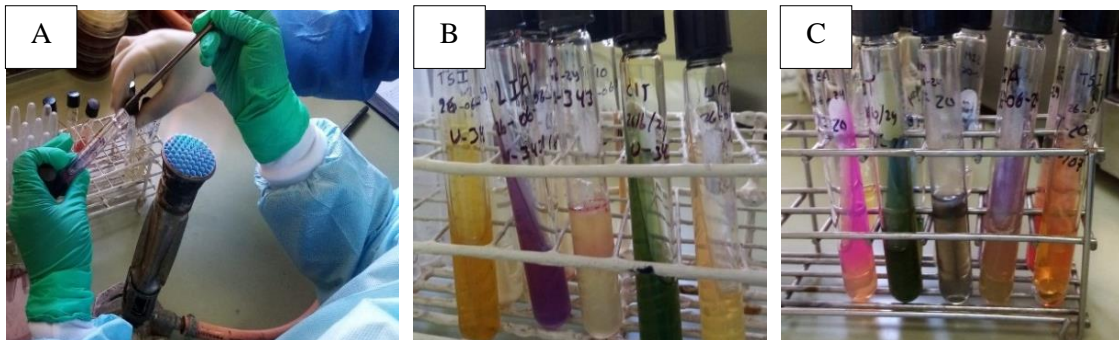
## ANEXO 3. Urocultivo de muestras de orina en medio de cultivo Agar MacConkey en el área de microbiología del Hospital Carlos Monge Medrano



Nota: (A) Sembrando para cultivo en agar MacConkey, (B) y (C) Resultado de cultivo tras 24h. con crecimiento de UFC presuntamente de cepas de *Escherichia coli*.

Fuente: Elaboración propia.

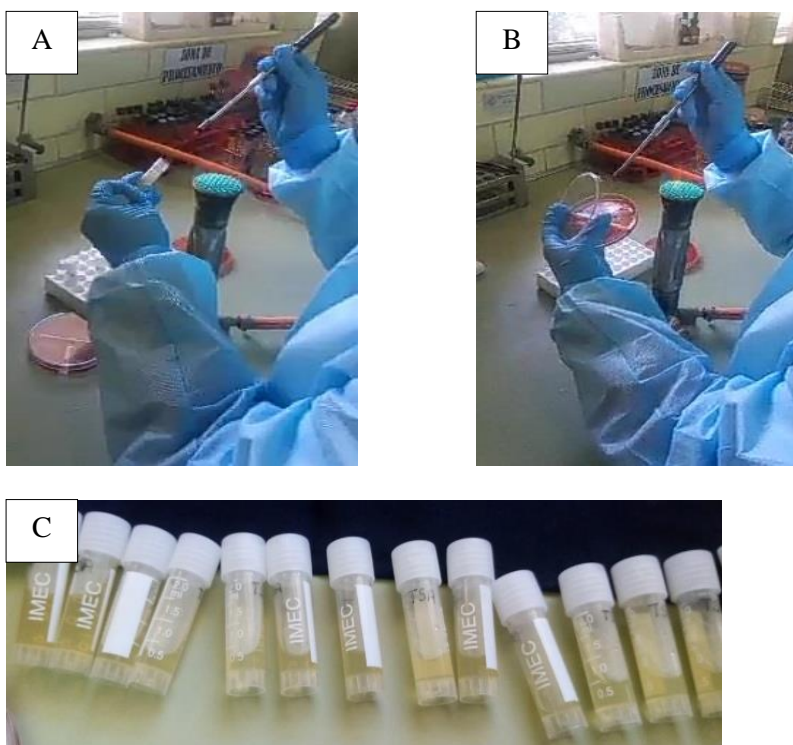
**ANEXO 4.** Pruebas de diferenciación bioquímica de urocultivos positivos en medios diferenciales (TSA, LIA, SIM, Citrato y Urea).



Nota: (A) Procesamiento de pruebas de diferenciación bioquímicas, (B) Resultados de pruebas bioquímicas positivos a *Escherichia coli* y (C) Resultados de pruebas bioquímicas negativos a *Escherichia coli*.

Fuente: Elaboración propia

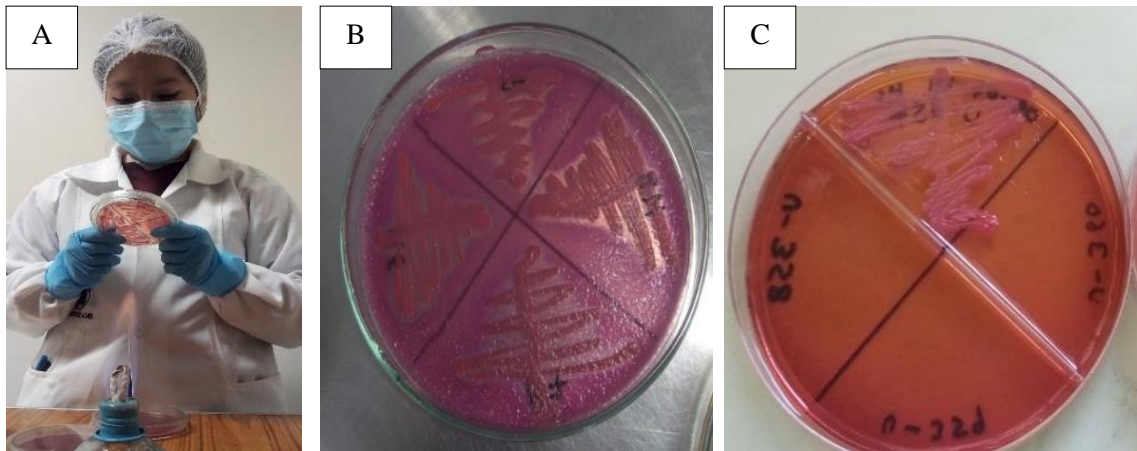
**ANEXO 5.** Inoculación de cepas de *Escherichia coli* en crioviales con medio TSA para transporte al laboratorio de Virología y Biología de la Salud.



Nota: (A) y (B) inoculación de cepas de *E. coli* en medio TSA para transporte, (C) Crioviales con medio TSA para transporte de cepas

Fuente: Elaboración propia

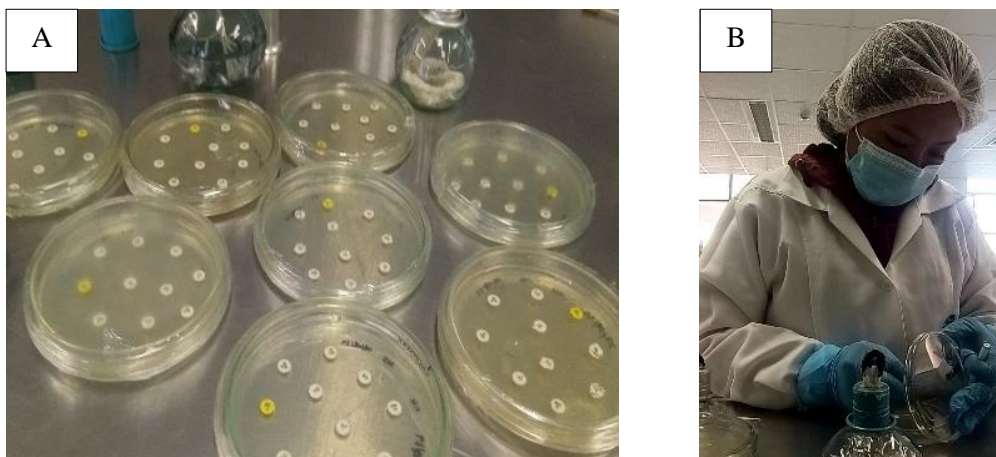
**ANEXO 6.** Repique de cepas de *Escherichia coli* en medio de cultivo Agar MacConkey en el laboratorio de Virología y Biología de la Salud



Nota: (A) Observación de crecimiento de cepas de *E. coli* tras repique en agar MacConkey, (B) y (C) Crecimiento de cepas de *E. coli* tras repique en agar MacConkey

Fuente: Elaboración propia.

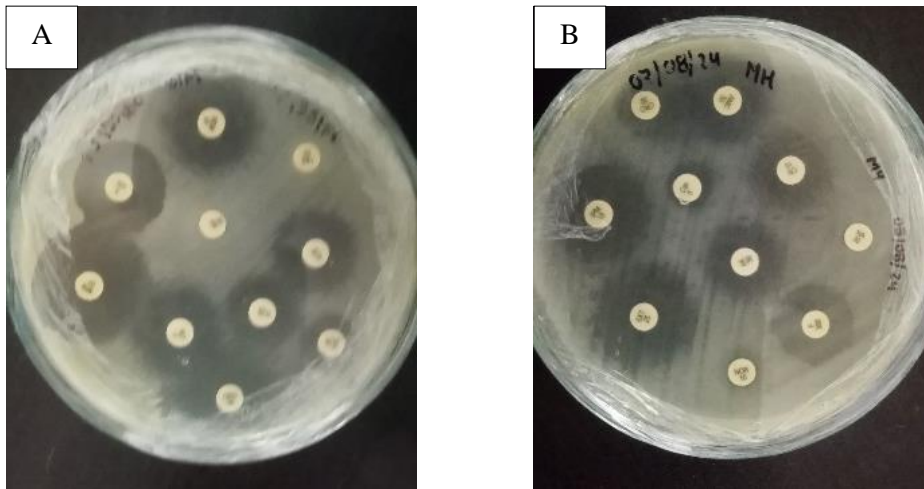
**ANEXO 7.** Proceso de inoculación de cepas de *Escherichia coli* en placas de agar Mueller Hinton y aplicación de discos de antibiótico.



Nota: (A) Preparación para incubación de placas y (B) Proceso de aplicación de discos de antibióticos

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO 8.** Resultados de antibiograma de cepas de *Escherichia coli* en agar Muller Hinton en el laboratorio de Virología y Biología de la Salud



Nota: (A) y (B) Formación de halos de susceptibilidad en agar Muller Hinton para posterior lectura de resultados.

Fuente: Elaboración propia



**ANEXO 9.** Constancia de ejecución de proyecto de investigación en el Hospital Carlos Monge Medrano

	PERU Ministerio de Salud	Dirección Regional de Salud Puno	Red de Salud San Román Hospital Carlos Monge Medrano	
--	-----------------------------	----------------------------------	---	--

**C O N S T A N C I A**

EL JEFE DE LA UNIDAD DE APOYO A LA DOCENCIA E INVESTIGACION, DEL HOSPITAL CARLOS MONGE MEDRANO.

Quien suscribe, deja constancia que:

**CINTIA LISBETH ESTOFANERO COAQUIRA**

Bachiller en BIOLOGIA de la Universidad NACIONAL DEL ALTIPLANO , ha recabado información para realizar su trabajo de investigación entre los meses Junio A Agosto con el tema **"PATRONES DE RESISTENCIA ANTIBIOTICO DE ESCHERICHIA COLI UROPATOGENA CAUSANTE DE INFECCIONES URINARIA SEGUN CARACTERISTICAS SOCIODEMOGRAFICAS EN PACIENTES AMBULATORIOS JULIACA – PUNO, 2024"** en la Red de Salud San Román, según Proveído Nro. 593-2024-J-UADI-HCMM-RED-S-SR/J.

Se expide la presente constancia para fines que crea por conveniente.

Juliaca, 03 de Setiembre del 2024.

Dr. Miriam Fátima Macrisado  
JEFEATURA UNIDAD CAPACITACION  
MEDICO DE PNEUMOLOGIA  
C.M.P. 30019 - PUNO, PERU

MPM/jirz  
C.c. Arch

---

Av. Huancané Km.2 - Juliaca - San Román - Puno  
Red de Salud San Román - Cel: 991175569 - [risanroman.gob.pe](http://risanroman.gob.pe)  
Hospital "Carlos Monge Medrano" - Cel: 987826830



**ANEXO 10.** Constancia de ejecución de proyecto de investigación en el laboratorio de Virología y Biología de la Salud de la Facultad de Ciencias Biológicas – UNA Puno



Universidad Nacional del Altiplano de Puno  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Escuela Profesional de Biología  
Programa Académico de Microbiología y Laboratorio Clínico  
Laboratorio de Virología y Biología de la Salud



Registro: 004-2024

## CONSTANCIA

LA QUE SUSCRIBE; DOCENTE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE VIROLOGIA Y BIOLOGIA DE LA SALUD DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO –PERU.

Que el (la) bachiller, **CINTIA LISBETH ESTOFANERO COAQUIRA** egresado (a) de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, ha realizado parte experimental de su trabajo de investigación (tesis) **Titulado "PATRONES DE RESISTENCIA ANTIBIOTICA DE ESCHERICHIA COLI UROPATOGENA CAUSANTE DE INFECCIONES URINARIAS SEGÚN CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS EN PACIENTES AMBULATORIOS, JULIACA-PUNO, 2024"**, en el Laboratorio de Virología y Biología de la Salud del Programa de Microbiología y Laboratorio Clínico de la Escuela Profesional de Biología entre los meses de Julio y Agosto del año 2024.

Se le expide la presente Constancia a solicitud del (a) interesado (a) para fines que se estime por conveniente.

Puno 09 Setiembre del año 2024

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Vicky C. GONZALES ALCOS**  
Resp. Lab. De Virología y Biología de la salud  
FCCBB-UNA-PUNO

VCGA/vrja  
C.C. Decano,  
C.C. arch.



### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Cintia Lisbeth Estapanero Coaquira,  
identificado con DNI 77439211 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Biología

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ PATRONES DE RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE Escherichia coli UROPATÓGENA

CAUSANTE DE INFECCIONES URINARIAS SEGUN CARACTERISTICAS

SOCIODEMOGRAFICAS EN PACIENTES AMBULATORIOS, JULIACA - PUNO, 2024 ”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de Diciembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Cintia Lisbeth Estofanero Coaquira  
identificado con DNI 77439211 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Biología

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" PATRONES DE RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE Escherichia coli UROPATOGENA  
CAUSANTE DE INFECCIONES URINARIAS SEGÚN CARACTERÍSTICAS  
SOCIODEMOGRÁFICAS EN PACIENTES AMBULATORIOS, JULACA - PUNO, 2024 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 19 de Diciembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella