



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**IDENTIFICACIÓN DE GENES DE RESISTENCIA POR REPORTES  
DE PSA EMITIDOS POR EQUIPO VITEK 2 XL EN *ESCHERICHIA  
COLI* Y *STAPHYLOCOCCUS SP.* EN UROCULTIVOS, RECIBIDOS  
EN EL LABORATORIO CLÍNICO DEL CENTRO MÉDICO ISSEMYM  
DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO**

**PRESENTA:**

**EVA ARIZBETH MARTÍNEZ GONZÁLEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. EN C. JONNATHAN GUADALUPE SANTILLÁN BENÍTEZ**



**TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, ENERO 2024**

---

## ÍNDICE

---

ÍNDICE .....	2
ÍNDICE DE FIGURAS .....	5
ÍNDICE DE DIAGRAMAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	7
RESUMEN .....	8
INTRODUCCIÓN .....	8
MATERIAL Y MÉTODOS.....	8
RESULTADOS.....	8
CONCLUSIONES .....	9
INTRODUCCIÓN .....	10
MARCO TEÓRICO.....	12
INFECCIÓN DEL TRACTO URINARIO .....	12
Como definición podemos comprender lo siguiente: .....	13
EPIDEMIOLOGÍA.....	14
Panorama nacional.....	15
ETIOLOGÍA.....	17
ENTEROBACTERIAS.....	17
<i>Escherichia coli</i> .....	17
ESTAFILOCOCOS.....	18
<i>Staphylococcus aureus</i> .....	18
Gen <i>mecA</i> .....	19
PATOGENIA .....	20
CUADRO CLÍNICO .....	22
DIAGNÓSTICO .....	22
ESTUDIOS DE LABORATORIO.....	22
Examen general de orina (EGO) .....	22

Muestra de orina.....	23
Técnica de recolección en un paciente femenino: .....	23
Urocultivo con antibiograma .....	23
TRATAMIENTO .....	25
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	26
JUSTIFICACIÓN .....	27
HIPÓTESIS .....	29
OBJETIVO GENERAL .....	29
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	29
METODOLOGÍA.....	30
DISEÑO DEL ESTUDIO .....	30
MATERIAL Y MÉTODOS.....	31
UNIVERSO DEL TRABAJO.....	31
TIPO DE MUESTREO .....	31
Estudio por conveniencia.....	31
CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ESTUDIO .....	32
I. Criterios de inclusión .....	32
II. Criterios de exclusión .....	32
III. Criterios de eliminación .....	32
GRUPOS DE ESTUDIO.....	32
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	33
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PREVALENCIA .....	34
CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	34
RESULTADOS.....	35
VARIABLES DEPENDIENTES .....	35
MANIFESTACIONES CLÍNICAS DE LA INFECCIÓN:.....	35
I. AGENTE CAUSAL.....	35
A. <i>Escherichia coli</i> .....	35
B. <i>Stapylococcus sp.</i> .....	36

II. FACTORES PREDISPONENTES PARA EL DIAGNOSTICO DE LAS INFECCIONES DEL TRACTO URINARIO. ....	38
a. Cuadro clínico.....	38
III. ATENCIÓN MÉDICA .....	39
a. Origen.....	39
IV. PRUEBAS DE LABORATORIO: .....	40
I. PRUEBAS DE SENSIBILIDAD A ANTIBIÓTICOS O ANTIBIOGRAMA. ....	40
DISCUSIÓN .....	52
CONCLUSIONES.....	59
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS .....	68
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	68
PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE REPORTES DE PRUEBAS DE SENSIBILIDAD A LOS ANTIBIOTICOS (PSA): .....	69
I. Identificación cuantitativa o semi-cuantitativa de $\beta$ -lactamasas de espectro extendido (BLEE) del agente etiológico <i>Escherichia coli</i> en urocultivos procesados por el equipo Vitek 2 XL.....	69
COMPOSICIÓN DE LA TARJETA DE SENSIBILIDAD (AST-N271) .....	70
Gram-negativos ( <i>Escherichia coli</i> ) .....	70
CONTROL DE CALIDAD .....	71
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	71
I. Identificación cuantitativa o semi-cuantitativa del gen <i>mecA1</i> por resistencia a la meticilina del agente etiológico <i>Staphylococcus sp.</i> en urocultivos procesados por el equipo Vitek 2 XL.....	72
COMPOSICIÓN DE LA TARJETA DE SENSIBILIDAD (AST-GP75).....	73
Gram-positivos ( <i>Staphylococcus spp.</i> , <i>Enterococcus spp.</i> y <i>S. agalactiae</i> ).....	73
NOTAS DE LA TABLA 6:.....	74
CONTROL DE CALIDAD .....	74
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	74

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Anatomía del sistema urinario.....	12
Figura 2. Incidencia de Infecciones de vías urinarias por 100 000 habitantes, según la región geográfica de la República Mexicana. SUIVE/DGAE/Secretaría de Salud. 2009. ....	15
Figura 3. Número de casos e incidencia de las infecciones del tracto urinario en la población femenina, por grupos de edad. SUIVE/DGAE/Secretaría de Salud/Estados Unidos Mexicanos 2021. ....	16
Figura 4. Estructura general del cassette cromosomal estafilocócico (SSCmec) II y IV. ....	19
Figura 5. Mecanismo de patogenicidad de un uropatógeno.....	21
Figura 6. Algoritmo diagnóstico de las infecciones del tracto urinario. ....	24
Figura 7. Puntos básicos de actividad antibiótica.....	25

---

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

---

Diagrama 1. Diagrama de flujo para la identificación de BLEE o gen mecA1. ....	30
Diagrama 1. Diagrama de flujo de la prueba in vitro para determinar la sensibilidad de bacilos Gram-negativos aerobios clínicamente significativos ( <i>Escherichia coli</i> ) a los agentes antimicrobianos (BLEE). (Inserto Vitek, AST N271) .....	69
Diagrama 2. Diagrama de flujo de la prueba in vitro para determinar la sensibilidad de <i>Staphylococcus sp.</i> a los agentes antimicrobianos (Meticilina). (Inserto Vitek, AST GP75).....	72

---

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Variables del estudio. ....	33
Tabla 2. Distribución de casos reportados de <i>Escherichia coli</i> incluidas en el estudio, de acuerdo con las muestras de urocultivo procesadas en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca. ....	36
Tabla 3. Distribución de casos reportados de <i>Staphylococcus sp.</i> incluidos en el estudio, de acuerdo con las muestras de urocultivo procesadas en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.....	37
Tabla 4. Distribución las manifestaciones clínicas reportadas por las pacientes incluidas en el estudio, de acuerdo con las muestras de urocultivo procesadas en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.....	38
Tabla 5. Distribución del origen de las muestras de urocultivo reportadas en los resultados de las pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.....	40
Tabla 6. Interpretación de resultados de 8 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) realizadas en diciembre de 2019 con el agente causal <i>Escherichia coli</i> BLEE NEGATIVO. ....	41
Tabla 7. Interpretación de resultados de 22 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) realizadas en diciembre de 2019 con el agente causal <i>Escherichia coli</i> BLEE POSITIVO.....	43
Tabla 8. Interpretación de resultados de 12 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) realizadas en enero de 2020 con el agente causal <i>Escherichia coli</i> BLEE NEGATIVO.....	45
Tabla 9. Interpretación de resultados de 21 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) realizadas en el 2020 con el agente causal <i>Escherichia coli</i> BLEE POSITIVO. ....	47
Tabla 10. Interpretación de resultados de 3 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) realizadas con el agente causal <i>Staphylococcus aureus</i> y	

<i>Staphylococcus epidermidis</i> resistentes a la meticilina con presencia del gen <i>mecA</i> , es decir, con resistencia a la Cefoxitina y resistencia inducible a Clindamicina.....	49
Tabla 11. Antibióticos que componen la tarjeta de sensibilidad de Gram-negativos. (Inserto Vitek, AST N271) .....	70
Tabla 12. Interpretación de resultados respecto al resultado del M.I.C. (Inserto Vitek, AST N271).....	71
Tabla 13. Antibióticos que componen la tarjeta de sensibilidad de Gram-positivos. (Inserto Vitek, AST GP75).....	73
Tabla 14. Interpretación de resultados respecto al resultado del M.I.C. (Inserto Vitek, AST GP75).....	74

---

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

---

Gráfico 1. Distribución de agentes causales del estudio. ....	37
Gráfico 2. Signos y síntomas presentados durante el estudio.....	39
Gráfico 3. Resultados de diciembre 2019 de <i>Escherichia coli</i> BLEE negativo. ....	42
Gráfico 4. Resultados de diciembre 2019 de <i>Escherichia coli</i> BLEE positivo. ....	44
Gráfico 5. Resultados de enero 2020 de <i>Escherichia coli</i> BLEE negativo. ....	46
Gráfico 6. Resultados de enero 2020 de <i>Escherichia coli</i> BLEE positivo.....	48
Gráfico 7. Resultados de diciembre 2019 y enero 2020 de <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Staphylococcus epidermidis</i> . ....	50

---

## RESUMEN

---

### INTRODUCCIÓN

En México, las infecciones del tracto urinario (ITU) confirmadas por urocultivo permiten la identificación de genes mediante reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) que indican la incidencia de resistencia a antimicrobianos de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) o del gen *mecA1*, respectivamente para *Escherichia coli* o *Staphylococcus sp.*

### OBJETIVO

Identificar genes de resistencia obtenidos por reportes de PSA emitidos por equipo Vitek 2 XL en *Escherichia coli* y *Staphylococcus sp.* en urocultivos recibidos en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM de Toluca, Estado de México.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se revisaron 1013 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) de urocultivos emitidos por el equipo Vitek 2 XL procesados en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca en 2 meses, abarcando diciembre 2019 y enero 2020, de los cuales se utilizaron 66 con pacientes femeninas que presentaban un rango de edad de entre 20 a los 59 años, y los criterios de inclusión del estudio, para el análisis de datos se basó en variables cualitativas contemplando números absolutos, promedios y/o porcentajes plasmados en tablas y/o gráficos.

### RESULTADOS

Se incluyeron 66 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) para la identificación de genes de resistencia a betalactámicos de dos agentes causales, para el caso de *Escherichia coli*, 43 de 63 fueron BLEE positivas, es decir, presentaron un 68.25% de casos y 3 pacientes (100.00% de los casos) con agente causal de *Staphylococcus* tuvieron resistencia a Cefoxitina y Oxaciclina como marcadores para detectar las cepas *mec A* positivas.

## **CONCLUSIONES**

Los genes de resistencia de betalactamasas en *Staphylococcus sp.*, o *Escherichia coli* revisados en reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) emitidos por equipo Vitek 2 XL permitieron identificar que estos microorganismos inhiben o disminuyen la efectividad de los antibióticos que actúan sobre esos blancos. Adicional a esto se evaluaron antimicrobianos como la Cefoxitina para detectar la resistencia a la meticilina en *Staphylococcus*, o bien, como un marcador alternativo de la presencia de mec A.

---

## INTRODUCCIÓN

---

La infección del tracto urinario (ITU) es una de las más comunes en todo el mundo y se constituye en un problema de salud pública. Afecta a 150 millones de personas y cerca del 50 a 70% de todas las mujeres adquieren esta infección al menos una vez en su vida. (Aranda V. J., 2016). En México, las infecciones del tracto urinario (ITU) presentan un problema de salud pública por su alta morbilidad y se encuentran dentro de las 3 primeras causas de enfermedad nacional entre las infecciones respiratorias agudas y las gastrointestinales. La información del Anuario de Morbilidad del Boletín Epidemiológico de México durante el periodo 2007- 2019 reporta un promedio de 3,809,727 casos de ITU anualmente en todos los grupos etarios (Dirección general de Epidemiología, 2022) de los cuales, las poblaciones con alto riesgo de contraer ITU son los recién nacidos, las niñas en edad preescolar, las mujeres con actividad sexual y ambos sexos en la edad avanzada.

Las ITU en la edad reproductiva representan la segunda causa de morbilidad en las mujeres, y en el embarazo son la causa más frecuente de complicaciones perinatales (Luna et al., 2018). En el anuario de morbilidad del 2019 se reportaron 2,194,507 casos de ITU en mujeres entre 20 y 59 años (Dirección general de Epidemiología, 2019). Un tercio de las mujeres son diagnosticadas con ITU antes de los 24 años de edad, hasta en un 50-70% pueden presentar un episodio de ITU a lo largo de su vida y un 20-30% de riesgo de que se repita (Valdevenito et al., 2018).

Las ITU diagnosticadas por urocultivo, representan un gran problema de salud y es considerada generalmente como la existencia de microorganismos patógenos en el tracto urinario con o sin presencia de síntomas (Echevarría et al., 2006). Los microorganismos que producen ITU se seleccionan de la microbiota intestinal por factores de virulencia que le permiten adherirse y colonizar el introito y la uretra y migrar al tracto urinario. Las mujeres con ITU tienen una mayor predisposición a la colonización vaginal por uropatógenos, debido a una mayor propensión de las bacterias a adherirse a las células epiteliales (Valdevenito et al., 2008).

Los microorganismos que propician las ITU son las enterobacterias las cuales ocupan los primeros lugares seguidas de los estafilococos y enterococos. Dentro de las bacterias la *Escherichia coli* es el agente causal más común, en más del 90% de los casos, seguido de *Klebsiella sp* y *Proteus sp*. Mientras que en los microorganismos Gram positivos más frecuentes están: *Staphylococcus saprophyticus*, *Streptococcus agalactiae*, *Enterococos*, que indican infección mixta o patología urinaria orgánica. (González Salazar, 2014).

El objetivo de identificar genes mediante reportes de pruebas de susceptibilidad antimicrobiana (PSA) permitirá conocer la incidencia de resistencia a antimicrobianos del grupo 2 (Penicilinas) productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y del gen *mecA1* respectivamente para *Escherichia coli* y *Staphylococcus sp*.

---

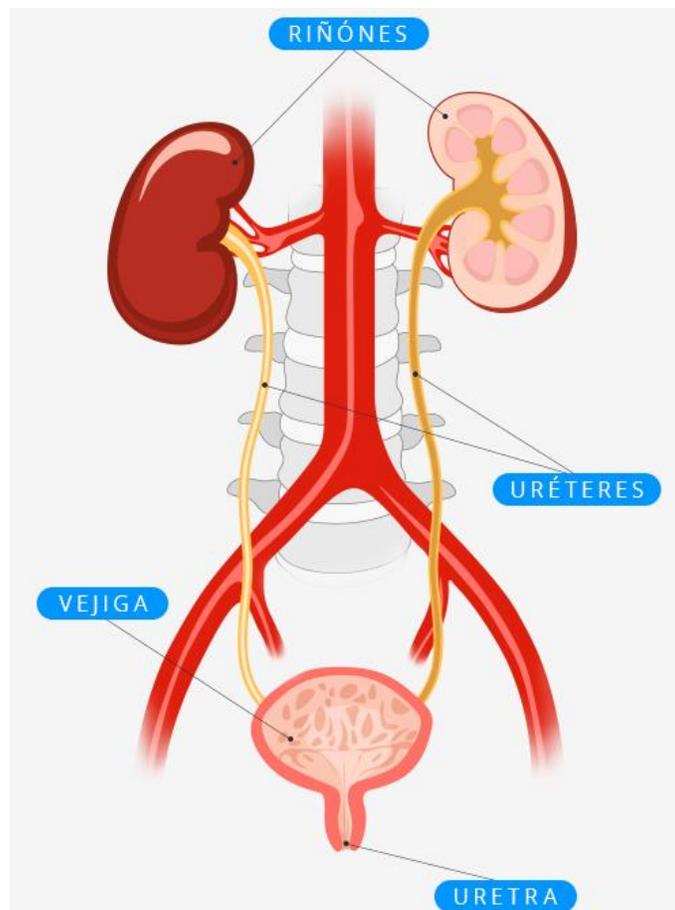
## MARCO TEÓRICO

---

### INFECCIÓN DEL TRACTO URINARIO

La infección del tracto urinario (ITU) afecta a cualquier parte del sistema urinario: riñones, uréteres, vejiga y uretra. Es considerada generalmente como una infección común que ocurre cuando hay existencia de microorganismos patógenos en el tracto urinario provenientes de la piel o el recto, con o sin presencia de síntomas.

Las infecciones del tracto urinario pueden clasificarse de acuerdo con el sitio de proliferación de las bacterias en: bacteriuria asintomática (orina), cistitis (vejiga), o bien, pielonefritis (riñón) y de diversas formas: alta o baja, aguda o crónica, no complicada o complicada, sintomática o asintomática, nueva o recurrente y comunitaria o nosocomial.



**Figura 1.** Anatomía del sistema urinario. (Doktuz, 2017)

**Como definición podemos comprender lo siguiente:**

La infección de vías urinarias (IVU) se define como el crecimiento de microorganismos en el tracto urinario, que se adquiere principalmente por vía ascendente (aunque también se puede adquirir por vía hematológica o directa por procedimientos invasivos en la vía urinaria), tras la colonización por patógenos intestinales, asociado a sintomatología clínica compatible. (Simões, 2015)

La infección urinaria es una respuesta inflamatoria del urotelio debido a la invasión bacteriana, por lo general, se asocia con bacteriuria y piuria (Shaeffer, 2015), sin embargo, puede tener piuria sin tener bacteriuria.

La infección urinaria, infección de orina, o infección del tracto urinario (ITU), es la existencia de gérmenes patógenos en la orina por infección de la vejiga o el riñón. Los síntomas que acompañan a una infección de orina varían de acuerdo con el sitio de la infección, pero también pueden generarse de manera asintomática. (GPC, IMSS-078-08).

La bacteriuria asintomática (BA), se define como la presencia de bacterias en orina, detectada por urocultivo (se pueden observar más de 100 000 UFC/ml) sin síntomas típicos de infección aguda del tracto urinario. (GPC, IMSS-078-08).

La cistitis aguda, es la infección bacteriana del tracto urinario bajo, que se acompaña de los siguientes signos y síntomas: urgencia, frecuencia, disuria, piuria y hematuria; sin evidencia de afectación sistémica. (GPC, IMSS-078-08).

La pielonefritis aguda es la infección de la vía excretora urinaria alta y del parénquima renal de uno o ambos riñones que se acompaña de fiebre, escalofrío, malestar general, dolor costovertebral y en ocasiones náuseas, vómito y deshidratación. (GPC, IMSS-078-08).

## EPIDEMIOLOGÍA

Las infecciones en las vías urinarias, en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) se encuentran entre los 10 primeros motivos de consulta en Medicina Familiar. (Secretaría de Salud, Guía de práctica clínica, diagnóstico y tratamiento de la infección aguda, no complicada del tracto urinario en la mujer). Las infecciones del tracto urinario son un problema de salud pública por su alta morbilidad y frecuencia por ser motivo de consulta médica, ya que se puede desarrollar a cualquier edad, pero no con la misma incidencia en cada etapa de la vida de una persona puesto que las poblaciones con alto riesgo de contraer ITU son los recién nacidos, las niñas a edad preescolar, las mujeres con actividad sexual y/o embarazo y en ambos sexos con edad avanzada, afecta igual a un sexo que a otro. Por ello, la infección del tracto urinario se encuentra entre las primeras causas de morbilidad (CENETEC, 2021).

En Estados Unidos de América, se estima que cerca de 500,000 consultas en los departamentos de urgencias son causa de infecciones en las vías urinarias; se calcula un costo estimado de servicios de salud de 630 millones de dólares/año, derivados de esta patología. (Miller Singh, et. al., 2019) Debido a que un poco menos de la mitad de las mujeres tiene un episodio de infección urinaria en la vida y de todas las infecciones urinarias que se presentan en urgencias, cerca del 83% son en edades entre los 18 y 44 años, de las cuales cerca del 13% son pielonefritis. (Takar SS, et. al., 2014)

La mayoría de las ITU están causadas por *Escherichia coli* uropatógeno, responsable de 70% a 95% de casos de cistitis y pielonefritis no complicadas. (Restrepo, 2022) Mientras que, entre el 5% y el 20% de las pacientes no hospitalizadas, la infección se deberá a *Staphylococcus sp.* (Ehlers S., et. al., 2023)

Según el informe del Instituto Nacional de Salud (INS), los resultados de vigilancia por el laboratorio de resistencia antimicrobiana en Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS) en Colombia del 2018, se reportó resistencia bacteriana en los servicios de hospitalización y Unidades de Cuidado Intensivo (UCI) en adultos con *Escherichia coli* una resistencia alta a cefalosporinas de tercera y cuarta generación en el servicio de hospitalización con porcentajes que alcanzaron 24% y la resistencia en UCI que osciló entre

14,5% y 31%. (Dirección de medicamentos y tecnologías en salud, Instituto de Evaluación de Tecnología en Salud, 2019).

### Panorama nacional

De acuerdo con los datos reportados en el boletín del panorama epidemiológico de la semana 51 y 52 de las infecciones de vías urinarias en México, las ITU han ocupado el tercer lugar dentro de las 20 principales causas de morbilidad, que se reportan en la República Mexicana. (Vigilancia Epidemiológica Semana 51, 2009).

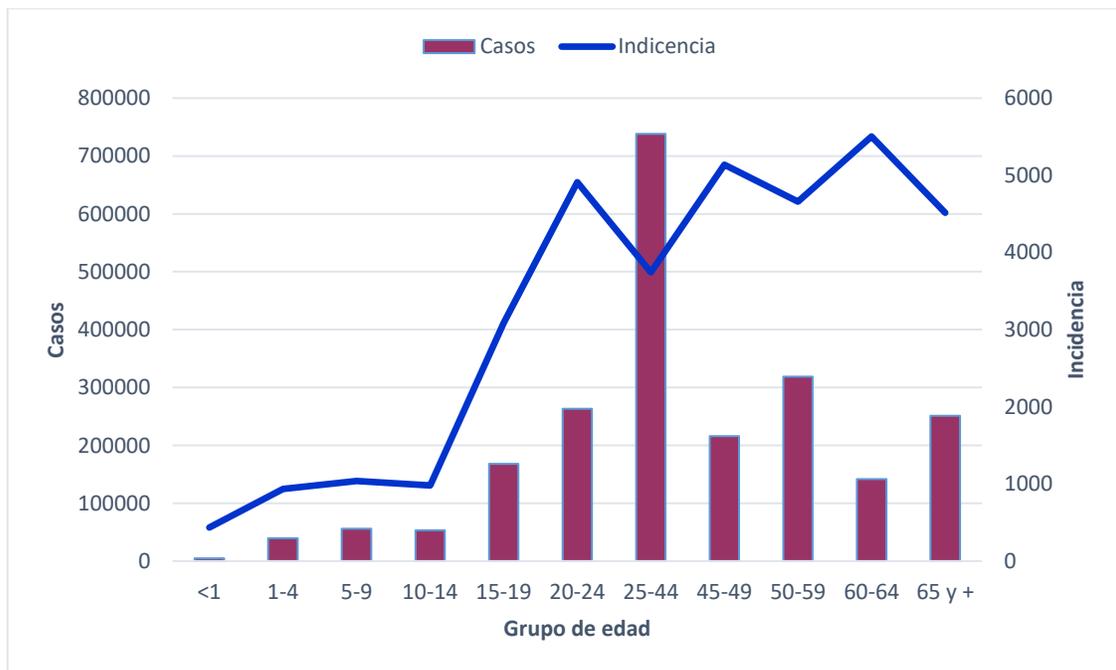


**Figura 2.** Incidencia de Infecciones de vías urinarias por 100 000 habitantes, según la región geográfica de la República Mexicana. SUIVE/DGAE/Secretaría de Salud. 2009.

Como se puede observar en el mapa de incidencia de ITU de la República Mexicana en el 2008 Baja California Sur y Tabasco fueron las entidades federativas con mayor incidencia de casos con ITU, mientras que el Estado de México era uno de los estados que tenía con baja incidencia.

En lo que respecta la incidencia por sexo en el 2008 el porcentaje que presentaron los hombres fue de 24.4% con 791 386 casos e incidencia de 1 508.4 y en mujeres 75.6% con 2 453 608 casos e incidencia de 4 508.6, ambas por 100 000 habitantes. (Vigilancia Epidemiológica Semana 51, 2009) Lo que implica que por cada 3 mujeres que presentan infección de vías urinarias, un hombre la padece. (Vigilancia Epidemiológica Semana 52, 2009).

Por otro lado, durante el año 2021 el segundo padecimiento con mayor número de casos es la infección de vías urinarias en la población femenina de acuerdo a lo reportado en el anuario de morbilidad por grupo de edad de las veinte principales causas de enfermedad Nacional con un total de 2 252 053 casos; teniendo 738 123 casos en las mujeres de 25 a 44 años de edad; seguido de las mujeres con 50 a 59 años de edad con 318 786 casos; 20 a 24 años con 263 463 casos y finalmente de los 45 a 49 años de edad con 215 851 casos. Aunado a ello, durante la semana epidemiológica 08 del 2023 la IVU es la segunda causa de morbilidad en pacientes femeninas con 40 486 casos e incidencia de 441, equivalente a 10.5% de las 20 principales causas de morbilidad en femeninos. (Vigilancia Epidemiológica Semana 08, 2023).



**Figura 3.** Número de casos e incidencia de las infecciones del tracto urinario en la población femenina, por grupos de edad. SUIVE/DGAE/Secretaría de Salud/Estados Unidos Mexicanos 2021.

## ETIOLOGÍA

Las infecciones urinarias son causadas por bacterias Gram-negativas y Gram-positivas, así como por ciertos hongos. (Flores Mireles A., et. al., 2015) La etiología de las infecciones urinarias varía en función de la localización de la infección, desde el ámbito de adquisición (comunitaria o nosocomial) y de la presencia de determinados factores predisponentes, como la exposición previa a antibióticos del paciente; la manipulación del tracto urinario; la edad y el sexo. (Velázquez G., et. al., 2017)

Los principales microorganismos causantes de infecciones del tracto urinario son de origen intestinal, siendo *Escherichia coli* responsable del 90% de los casos. El 10% restante se distribuye entre *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Staphylococcus spp.* Y *Enterococcus*. (Furiasse D., et. al., 2020)

## ENTEROBACTERIAS

La familia Enterobacteriaceae es el grupo más grande y heterogéneo de bacilos Gram-negativos con importancia clínica. Las enterobacterias son microorganismos que producen una gran variedad de enfermedades en el ser humano, más del 70% de las infecciones del aparato urinario y muchas infecciones intestinales. (Murray, et. al., 2021)

### ***Escherichia coli***

Las infecciones causadas por *Escherichia coli* extraintestinales son la principal causa de morbilidad, mortalidad y altos costos asociados a la salud. (Miranda Laura Iveth, et. al., 2017). *Escherichia coli* uropatógena (UPEC) es el agente causal más común de las infecciones del tracto urinario no complicadas y complicadas (Flores Mireles A., et. al., 2015), incluyendo cistitis aguda, pielonefritis y urosepsis, los síndromes más comunes y clínicamente distintos. (Miranda Laura Iveth, et. al., 2017)

*Escherichia coli* tiene que adaptarse al medio ambiente del hospedero (vejiga, riñón y torrente sanguíneo) y los factores de virulencia, ya que juegan un papel importante en las etapas iniciales de interacción con el hospedero. (Narciso A. et. al., 2012) Los factores de virulencia son principalmente de 2 tipos: los expresados en la superficie celular (que desempeñan funciones de adhesión e invasión de tejidos además de formación de biopelículas e inducción

de citosinas) y los producidos dentro de la célula bacteriana y que son exportados al sitio de infección. (Emody L. et. al., 2003)

## **ESTAFILOCOCOS**

Los estafilococos son bacterias aeróbicas presentes en el medio ambiente y en la flora normal de humanos y animales. (Murray, et. al., 2021) El género *Staphylococcus* está formado por cocos Gram-positivos, con un diámetro de 0.5 a 1.5  $\mu\text{m}$ , formando racimos de uvas. Son bacterias no móviles, no esporuladas, no poseen cápsula, aunque existen algunas cepas que desarrollan una cápsula de limo, son anaerobias facultativas. La mayoría de los estafilococos producen catalasa (enzima capaz de desdoblarse el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno libre). (Cervantes García, E. et. al., 2014)

*Staphylococcus spp.* es la segunda causa más común de infecciones del tracto urinario adquiridas en la comunidad, después de *Escherichia coli*. En mujeres de 16 a 25 años, causa hasta el 42% de todas las infecciones. Más del 40% de todas las mujeres jóvenes sexualmente activas contienen *Staphylococcus spp.* como parte de su flora genitourinaria normal. (Ehlers S. et. al., 2023)

### ***Staphylococcus aureus***

Considerado por la Sociedad Americana de Enfermedades Infecciosas (IDSA) como uno de los 6 microorganismos de mayor importancia en la práctica médica diaria, el *Staphylococcus aureus* es causa frecuente de infecciones en la comunidad y de un número importante de infecciones relacionadas con los cuidados médicos. (Álvarez Lam, Ileana, & Ponce Bittar, Jorge, 2012)

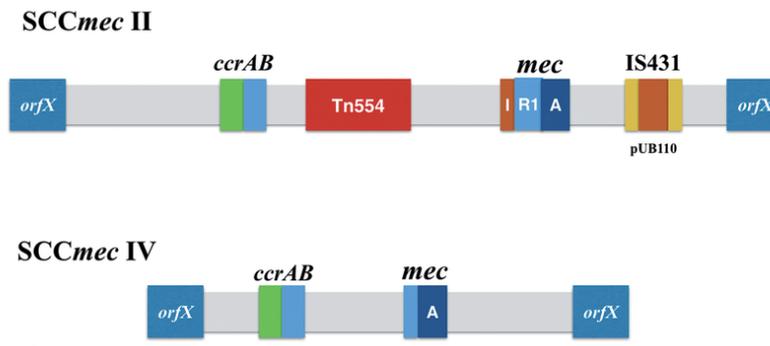
La presencia de *Staphylococcus aureus* en infecciones de vías urinarias es rara, su presencia en la orina sugiere vía hematógena, mientras que las infecciones ascendentes son debidas a la manipulación instrumental. (Zboromyrska Y, et. al., 2019)

## Gen *mecA*

La penicilina y los derivados de la penicilina fueron extremadamente efectivos cuando se usaron contra las infecciones estafilocócicas; sin embargo, poco después de que se aprobara el uso clínico de la penicilina, surgieron cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a la penicilina y se extendieron por todo el mundo. (Idris, MM. 2023).

Las cepas de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM) albergan el gen *mecA* que codifica las proteínas de unión a penicilina 2a (PBP2a), una trans-peptidasa alternativa con baja afinidad de unión a la mayoría de los antibióticos betalactámicos. Por lo tanto, produce resistencia no solo a la meticilina sino también a todos los miembros de los antibióticos betalactámicos de espectro extendido, (Idrees, MM, 2021), como lo son las cefalosporinas de tercera generación, cefamicinas y carbapenémicos que se introdujeron principalmente para tratar infecciones causadas por bacterias Gram-negativas, incluidas las penicilinas isoxazoílicas (por ejemplo, oxacilina). (Idrees, M., 2021)

La resistencia a la meticilina en *S. aureus* está dada fundamentalmente por la síntesis de una proteína fijadora de penicilina (PBP) de baja afinidad alterada llamada PBP2a (o PBP2'). PBP2a está codificada por el gen *mecA*, que confiere resistencia a todos los antibióticos betalactámicos. El gen *mecA* está compuesto por *mecA* junto con sus genes reguladores *mecI* y *mecR* y reside dentro de una isla genética móvil, el llamado casete cromosómico estafilocócico *mec* (SCC*mec*). (Guidice, M., 2018)



**Figura 4.** Estructura general del cassette cromosómico estafilocócico (SCC*mec*) II y IV. (Aguayo R., et. al., 2018)

## **PATOGENIA**

La susceptibilidad de adquirir una infección del tracto urinario es compleja y depende de factores genéticos, biológicos y conductuales. La patogenia de las infecciones urinarias a menudo se explica por el ascenso de las bacterias intestinales. (Lee, K. W., 2020).

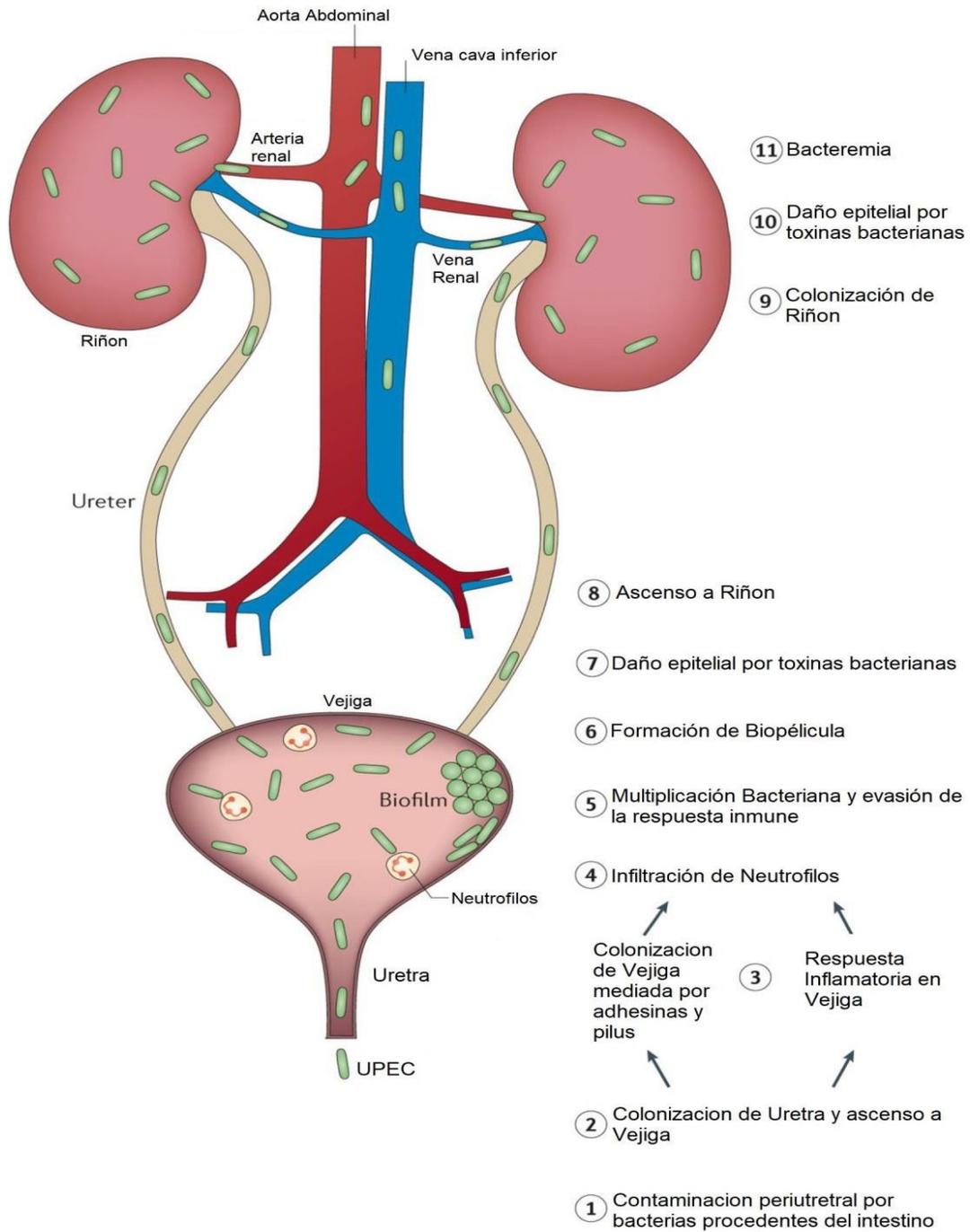
Durante el proceso de colonización, las células microbianas se comunican a través de QS (Inhibidores de detección de quórum, los cuales se consideran como un mecanismo que permite a las bacterias patógenas coordinar la expresión de factores de virulencia para escapar de la respuesta inmune del huésped y establecer una infección) utilizando moléculas de señal como acil-homoserina lactonas (AHL) en el caso de las especies Gram-negativas y, respectivamente, péptidos en el caso de las bacterias Gram-positivas. (Delcaru C., 2016)

Los uropatógenos difieren en cuanto a los factores de virulencia y los mecanismos patogénicos que les permiten colonizar e infectar el tracto urinario. (Delcaru C., 2016), de acuerdo con la figura 5 de la patogenia de las infecciones urinarias por *Escherichia coli* generalmente comienza con la contaminación periuretral del uropatógeno que reside en el intestino, seguida de la colonización de la uretra y la posterior migración del patógeno a la vejiga, un evento que requiere apéndices como flagelos y pelos. En la vejiga, las consecuencias de las complejas interacciones huésped-patógeno determinan en última instancia si los uropatógenos tienen éxito en la colonización o se eliminan.

*Staphylococcus aureus* es un agente causante relativamente poco frecuente de infección del tracto urinario. (Kitano H., 2021). La patogenia de *S. aureus* se debe a diversas proteínas en su superficie, las cuales se denominan moléculas adhesivas de matriz que reconocen componentes de superficie microbiana (MSCRAMMs, por sus siglas en inglés) que median la adherencia a los tejidos del hospedero e inician la colonización, la cual favorece a la formación de biofilms para su eventual diseminación a través del torrente sanguíneo. (Garzón J, 2019).

Así pues, la mayoría de los episodios de infección urinaria se producen por vía ascendente, a partir de microorganismos provenientes del colon, mientras que una minoría posee una etiología exógena, estando producidos por microorganismos ambientales con frecuencia

introducidos en las vías urinarias durante su manipulación. La pielonefritis de origen hematógeno es extremadamente rara, está producida sobre todo por *Staphylococcus aureus* y levaduras y se da en pacientes graves. (Carlos Pigrau, 2013).



**Figura 5.** Mecanismo de patogenicidad de un uropatógeno. (Debbarma M., et. al., 2022)

## **CUADRO CLÍNICO**

La presencia de disuria, polaquiuria, tenesmo vesical, urgencia miccional y/o dolor suprapúbico, en ausencia de fiebre, son sugestivos de infección del tracto urinario baja, aunque tampoco son específicos, pues pueden aparecer en otras enfermedades urológicas. (Piñero P. R, et. al., 2019).

La cistitis presenta un cuadro con características clínicas de urgencia miccional, polaquiuria, disuria, tenesmo vesical y dolor suprapúbico, sin presencia de síntomas o signos sistémicos. (Oviedo L. P., 2021).

La pielonefritis presenta un cuadro de infección del tracto urinario, ya sea de origen sintomático o asintomático que ha evolucionado a una infección ascendente hacia los riñones con afección del parénquima renal y acompañado de síntomas como fiebre, náuseas, vómitos, dolor costovertebral al puño percusión lumbar, sin cursar con clínica de cistitis. En ocasiones se puede presentar piuria y de forma infrecuente hematuria. (Oviedo L. P., 2021).

## **DIAGNÓSTICO**

El diagnóstico de infecciones del tracto urinario es principalmente clínico, debe plantearse frente a una historia y examen físico sugerente, asociado a un examen de orina compatible y se confirma con un urocultivo positivo. (Hevia J., 2020).

## **ESTUDIOS DE LABORATORIO**

### **Examen general de orina (EGO)**

En el examen general de orina se evalúa el aspecto físico, químico y el microscópico. El examen físico evalúa las propiedades organolépticas: color, aspecto, densidad y pH; y el examen químico se realiza mediante tiras reactivas o bien por fotometría de reflectancia para examinar: glucosa, proteínas, bilirrubina, urobilinógeno, hemoglobina (eritrocitos), leucocitos, cuerpos cetónicos y nitritos. El examen microscópico del sedimento urinario evalúa la presencia o ausencia de células (eritrocitos, leucocitos, células no escamosas, células

escamosas, células epiteliales, células renales), bacterias, mucina, biofilm y cristales. (Quispe Arispe, 2019).

### **Muestra de orina**

Las muestras de orina deben solicitarse solo si hay datos o sospecha clínica de infección.

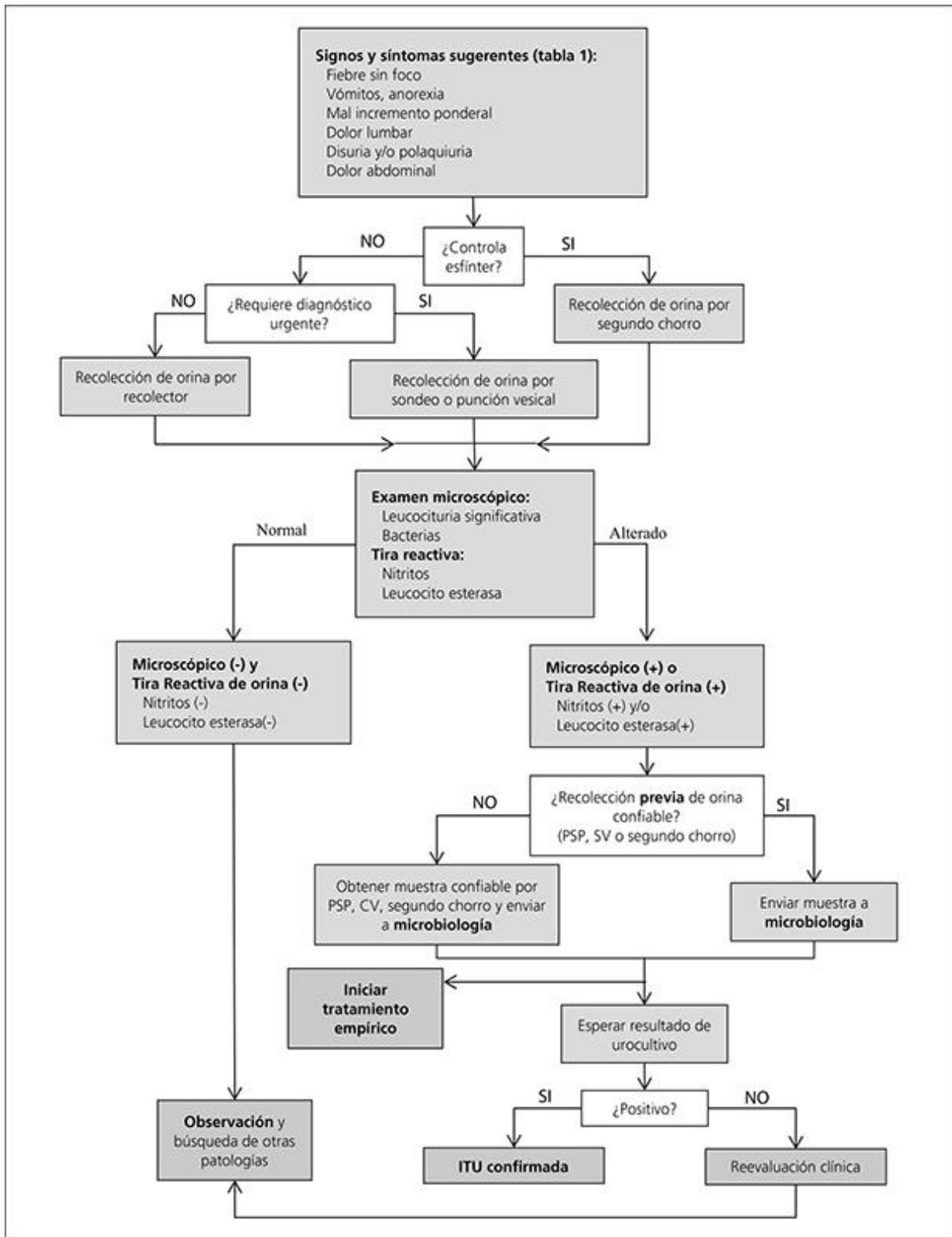
#### **Técnica de recolección en un paciente femenino:**

- Lavar el área genital y perineal del paciente con suficiente agua y jabón momentos antes de la toma de la muestra. No utilizar antisépticos. (Lozano Triana C. J., 2016).
- Tener listo el frasco colector de orina, sin uso, estéril y sellado. (Lozano Triana C. J., 2016).
- Tomar la muestra de orina (recolectar un volumen aproximado de 10 cm) a partir del chorro medio descartando la primera parte de la micción. La orina recolectada en el frasco no debe ser tocada ni por los dedos ni por ningún otro objeto. (Lozano Triana C. J., 2016).
- Conservar el frasco en un lugar seguro, evitando la exposición solar y los movimientos constantes (agitación). (Lozano Triana C. J., 2016).

### **Urocultivo con antibiograma**

El urocultivo es el cultivo de orina para diagnosticar infección sintomática del tracto urinario o infección asintomática (bacteriuria asintomática) en pacientes con riesgo de infección. Está basada en la presencia de un número significativo de bacterias (generalmente  $> 100.000$  bacterias/ml.). (Marín Carmen, et. al., 2015).

Los antibiogramas brindan medidas binarias de susceptibilidad (si un patógeno es no susceptible o susceptible) pero no brindan datos cuantitativos, como una categorización adicional de la no susceptibilidad en intermedia o resistente. (Truong R. William, et. al., 2021). Actualmente se utilizan dispositivos automatizados y semiautomatizados basados en pruebas de susceptibilidad por microdilución, como el VITEK 2 (bioMérieux), han sido ampliamente utilizados durante las últimas décadas. (Gajic Ina, et. al., 2022).

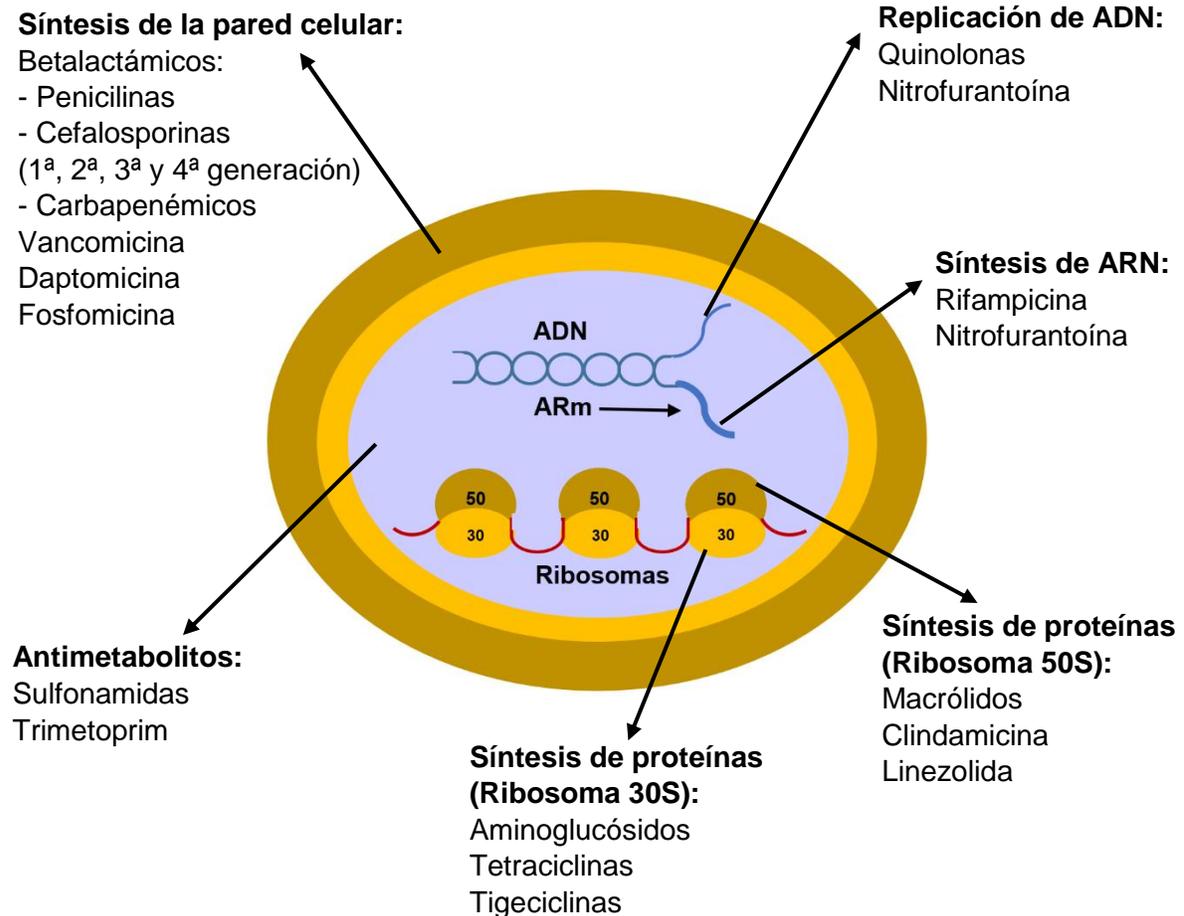


**Figura 6.** Algoritmo diagnóstico de las infecciones del tracto urinario. (Hevia J., et. al., 2020)

## TRATAMIENTO

El objetivo del tratamiento con antibióticos es conseguir el alivio de los síntomas, prevenir el riesgo de sepsis y disminuir la posibilidad de complicaciones. (Piñero Pérez Roi, 2019), así como contribuir a la curación clínica y microbiológica, y también a prevenir la reinfección. (Cortés JA., 2015).

Sin embargo, la era de los antimicrobianos corre peligro debido a la aparición de cepas bacterianas multi-resistentes. Lo que obliga a tener una cultura médica de no prescribir antimicrobianos innecesarios y a buscar nuevas alternativas para hacer frente a la resistencia bacteriana. El tratamiento de infecciones por *E. coli* o *S. aureus* debe incluir antimicrobianos, seleccionados según el antibiograma. (Paz-Zarza V. M., 2019).



**Figura 7.** Puntos básicos de actividad antibiótica. (Murray PR., et. al., 2021)

---

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---

Las infecciones del tracto urinario son una de las afectaciones que más preocupa a las mujeres en todo el mundo esto es debido a que la mayoría de las mujeres son propensas a adquirir una infección por diferentes factores, se habla de espacios públicos sucios, poca higiene y el mal funcionamiento de nuestros órganos hasta se puede hacer mención de la falta de agua potable para el correcto aseo íntimo.

Las infecciones del tracto urinario siguen en frecuencia a las del aparato respiratorio y son las infecciones nosocomiales más frecuentes en Latinoamérica. Son más frecuentes en el sexo femenino: hasta un 50% de las mujeres pueden presentar una infección del tracto urinario a lo largo de su vida, relacionado con la actividad sexual, los embarazos y la edad. En el varón, la infección del tracto urinario tiene dos máximos de incidencia: durante el primer año de vida y pasados los 50 años, en relación con la presencia de alteraciones prostáticas o manipulaciones urológicas.

Las infecciones se pueden catalogar en complicadas o no complicadas, esta información se puede obtener a partir del análisis del paciente, identificando el tipo de infección, la sintomatología, ya que los síntomas son diferentes de mujer a mujer así mismo de hombre a mujer, así que este problema se ha presentado a lo largo de los años en diversos pacientes que asisten a consulta médica con la finalidad de tratar esta afectación.

Para detectar que tipo de infección es, se realiza un urocultivo a los pacientes que asisten con diversos síntomas al hospital para su valoración y pronta recuperación, la infección puede ser tratada con antibióticos, con base en estos tratamientos se espera una recuperación entre los 5 o 7 días después del inicio del tratamiento. Sin embargo, la resistencia a antibióticos se produce cuando las bacterias mutan en respuesta al uso de estos fármacos.

---

## JUSTIFICACIÓN

---

A lo largo del tiempo se han realizado estudios acerca de las patologías que el ser humano ha ido adquiriendo, su desarrollo, diagnóstico y el tratamiento que ha servido como cura o muchas veces solo para reducir algunos síntomas de dicha enfermedad.

Desde una perspectiva general el mundo se encuentra en un proceso de cambio, lo que conlleva a la sustitución de un régimen biopsicosocial preexistente, en México este proceso de transición se ve reflejado principalmente en el área de la salud de la población mexicana debido a un aumento de patologías, entre ellas las infecciones del tracto urinario (ITU) afectando no solo en zonas urbanas sino a zonas rurales, en cualquier etapa de la vida y sexo.

Las infecciones de vías urinarias son uno de los principales motivos de consulta en Medicina Familiar o por consulta ambulatoria, con mayor incidencia en mujeres que recurren por presentar dolor pélvico, disuria o polaquiuria, muchas veces estos síntomas son determinantes para iniciar el diagnóstico y tratamiento de una ITU, por ello el objetivo del estudio es determinar los factores de riesgo que son predisponentes en las ITU en mujeres 20-59 años de edad. Existen muchas condiciones para poder adquirir una ITU, tales como, la anatomía, actividad sexual, ciertos tipos de anticonceptivos (diafragmas), menopausia, anormalidades u obstrucciones en las vías urinarias (cálculos renales), sistema inmunitario deprimido (diabetes), uso de catéter, procedimiento urinario reciente, embarazo y los hábitos de higiene y limpieza de los genitales femeninos.

El incremento e incidencia de ITU en México está documentado como un problema de salud pública y se encuentra dentro de las 20 principales causas de enfermedad nacional. Por lo cual, el campo de estudio en esta patología ha propiciado la investigación sobre los diferentes mecanismos en los cuales las bacterias pueden incorporarse en el tracto urinario y colonizar afectando de esta manera el estado de salud de la población, además del estudio de los mecanismos de acción de los antibióticos frente a los sitios de acción y el cómo el cuerpo y nuestro genoma reacciona frente a estos cambios químicos y biológicos. He aquí la

importancia de considerar la expresión biológica y química como un factor predisponente de la resistencia de antibióticos y por consecuencia la incidencia en ITU y su relación con la población femenina, lo que sugiere un planteamiento de su relación con la edad y probablemente con la identificación de marcadores de riesgo de ITU por *Escherichia coli* y *Staphylococcus sp.*

Por ello, en esta tesis se determinará la prevalencia de resistencia a antimicrobianos del grupo 2 (Penicilinas) productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y/o del gen *mecA1* respectivamente para *Escherichia coli* o *Staphylococcus sp.*

---

## HIPÓTESIS

---

Se identificarán un alto porcentaje de genes de resistencia en reportes de PSA emitidos por equipo Vitek 2 XL de *Escherichia coli* y *Staphylococcus sp.* en urocultivos recibidos en el Laboratorio Clínico, **del Centro Médico ISSEMyM de Toluca, Estado de México.**

---

## OBJETIVO GENERAL

---

Identificar genes de resistencia obtenidos por reportes de PSA emitidos por equipo Vitek 2 XL en *Escherichia coli* y *Staphylococcus sp.* en urocultivos recibidos en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM de Toluca, Estado de México.

---

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

- Obtener datos epidemiológicos que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión para participar en el estudio de los urocultivos recibidos en el año 2019 a 2020.
- Realizar una selección y recopilación de reportes de PSA de urocultivo que presentan crecimiento de *Escherichia coli* y *Staphylococcus sp.*
- Demostrar mediante un análisis estadístico descriptivo en estudio retrospectivo de genes asociados a resistencia en *Escherichia coli* y *Staphylococcus sp.*

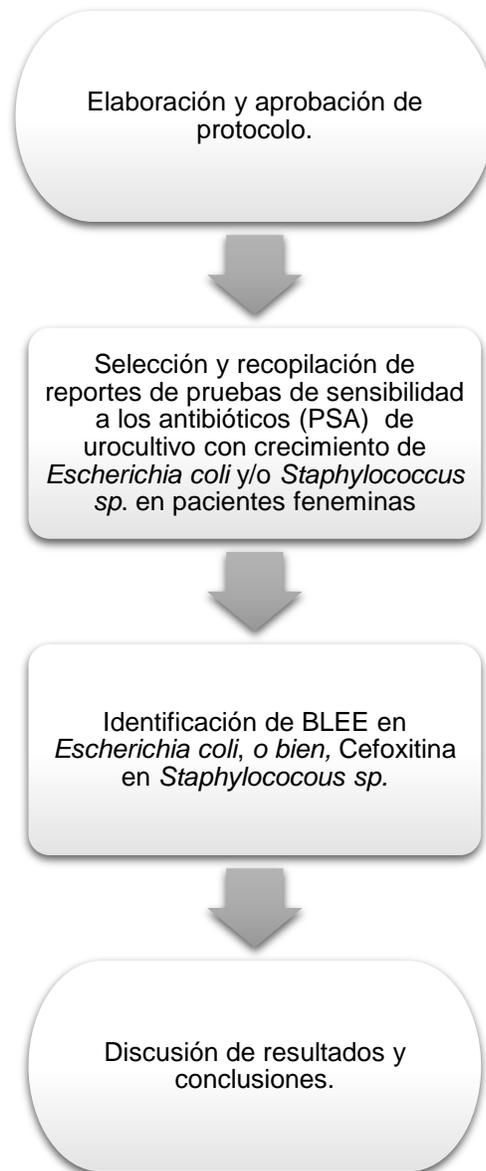
---

## METODOLOGÍA

---

### DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio retrospectivo, descriptivo y transversal en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.



**Diagrama 1.** Diagrama de flujo para la identificación de BLEE o gen mecA1.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se utilizaron los reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) de urocultivos emitidos por el equipo Vitek 2 XL procesados en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.

Mientras que para el análisis de las variables cualitativas se emplearán números absolutos, promedios y porcentajes que fueron plasmados en tablas y/o gráficos.

## **UNIVERSO DEL TRABAJO**

Este estudio se llevó a cabo mediante la revisión de 1013 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) de urocultivos emitidos por el equipo Vitek 2 XL durante un periodo de 2 meses, abarcando diciembre 2019 y enero 2020 de muestras procesadas en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.

## **TIPO DE MUESTREO**

### **Estudio por conveniencia**

El muestreo de los datos que fueron seleccionados para el presente estudio se basó en reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) de urocultivos emitidos por el equipo Vitek 2 XL de pacientes con Infecciones del Tracto Urinario (ITU) con agente etiológico de *Escherichia coli* y/o *Staphylococcus sp.* las cuales fueron procesadas en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca durante un periodo de 2 meses, abarcando diciembre 2019 y enero 2020.

## CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL ESTUDIO

### I. Criterios de inclusión

- Participaron mujeres de 20 a 59 años cumplidos, con reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) de urocultivos con agente etiológico de *Escherichia coli* y/o *Staphylococcus sp.* procesadas en el equipo Vitek 2 XL en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.
- Reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) de urocultivos con la identificación de genes de resistencia de BLEE para *Escherichia coli*, o bien, detección de Cefoxitina para *Staphylococcus sp.*

### II. Criterios de exclusión

- Reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) de urocultivos con otro agente etiológico diferente a *Escherichia coli* y/o *Staphylococcus sp.* y/o sin crecimiento de algún microorganismo a las 48 horas de incubación.
- Reportes con la indicación de que la paciente está en su ciclo menstrual.

### III. Criterios de eliminación

- Reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) de urocultivos con muestras contaminadas.

## GRUPOS DE ESTUDIO

1. Reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) que presentan *Escherichia coli* productoras de genes de resistencia en las betalactamasas de espectro extendido (BLEE).
2. Reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) que presentan el agente etiológico *Staphylococcus sp.* productoras de genes de resistencia del gen *mecA1*, por medio de la detección de Cefoxitina.

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	NIVEL DE MEDICIÓN	INDICADOR	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DEFINICIÓN
<b>Pruebas de susceptibilidad antimicrobiana o antibiograma.</b>	Dependiente	Cualitativa	Antibióticos	Betalactamasas de espectro extendido.  Detección de cefoxitina.  Resistencia inducible a la Clindamicina	Determinan la susceptibilidad de un microorganismo frente a los medicamentos.
<b>Resultado de concentración mínima inhibitoria (MIC)</b>	Dependiente	Cualitativa	> MIC de los límites establecidos  MIC dentro de los límites establecidos)  < MIC o nula	Resistente  Intermedio  Sensible	La concentración más baja (en µg/ml) de un antibiótico que inhibe el crecimiento de una determinada cepa bacteriana.
<b>Agente causal</b>	Dependiente	Cualitativa	Gram-negativo  Gram-positivo	<i>Escherichia coli</i>  <i>Staphylococcus sp.</i>	Agente biológico que pueda dar origen a una enfermedad.
<b>Betalactamasas de espectro extendido (BLEE)</b>	Dependiente	Cualitativa	Positivo  Negativo	<i>Escherichia coli</i>	Son enzimas que fenotípicamente se caracterizan por conferir resistencia a penicilinas.
<b>Gen mecA1</b>	Dependiente	Cualitativa	Detección de cefoxitina.  Resistencia inducible a Clindamicina.	<i>Staphylococcus sp.</i>	Produce una modificación en la proteína de unión a penicilina en la pared celular bacteriana, previniendo así la acción del fármaco.

**Tabla 1.** Variables del estudio.

## DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PREVALENCIA

Para conocer la prevalencia en uropatógenos productores de BLEE o del gen mec A, con base en *Escherichia coli* o *Staphylococcus spp.*, respectivamente.

Al finalizar la evaluación de los resultados, es importante determinar la prevalencia del objeto de estudio antes mencionado en un periodo de dos meses abarcando diciembre 2019 y enero 2020, a través de la siguiente ecuación:

$$Prevalencia = \frac{\text{Número total de casos existentes en un periodo}}{\text{Número de individuos de la población en un periodo}} \times 100$$

---

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

---

Tomando en cuenta las características del estudio se utilizaron los reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos. Haciendo mención de que en este estudio no se tuvo contacto directo con los pacientes, ni se sometieron a ensayos clínicos o pruebas de diagnóstico invasivas de los cuales se reservó la confidencialidad de la información personal de los pacientes, respetando la integridad de los participantes, de acuerdo con el código de Helsinki (2013) dando cumplimiento a los principios generales de la ética en los estudios clínicos que rigen las investigaciones en el área de la salud y sobre seres humanos.

---

## RESULTADOS

---

En 2 meses, abarcando diciembre 2019 y enero 2020, ingresaron 249 muestras de urocultivo al Laboratorio del Centro Médico ISSEMyM de Toluca para ser procesadas, de las cuales 183 muestras se excluyeron debido a que los reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) presentaron otro agente etiológico diferente a *Escherichia coli* y/o *Staphylococcus sp.* y/o no presentaron crecimiento de algún microorganismo a las 48 horas de incubación.

Durante la revisión y aplicación de los criterios de inclusión y exclusión de datos, en los reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) se identificaron 66 casos que fueron incluidos en la población de estudio.

### VARIABLES DEPENDIENTES

#### MANIFESTACIONES CLÍNICAS DE LA INFECCIÓN:

##### I. AGENTE CAUSAL

###### A. *Escherichia coli*

El uropatógeno más aislado en las muestras de urocultivo de acuerdo con los reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) es *Escherichia coli* con 63 pacientes, los cuales se describen en la Tabla 2, donde se presentó una infección del tracto tomando en cuenta 2 características de la población incluida en el estudio:

1. 57 pacientes (90.48%) presentaron infección monomicrobiana de *Escherichia coli*.
2. 6 pacientes (9.52%) presentaron infección con 2 agentes causales, uno de ellos *Escherichia coli* y el segundo microorganismo aislado fue *Enterococcus faecalis*,

*Candida albicans*, *Klebsiella pneumoniae ssp pneumoniae*, *Candida glabrata* y *Streptococcus agalactiae*.

**Tabla 2.**

Distribución de casos reportados de *Escherichia coli* incluidas en el estudio, de acuerdo con las muestras de urocultivo procesadas en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.

FRECUENCIA CASOS DE <i>E. coli</i>		PORCENTAJE (%)	
Diciembre	Enero	Diciembre	Enero
30	33	47.62	52.38

### ***B. Staphylococcus sp.***

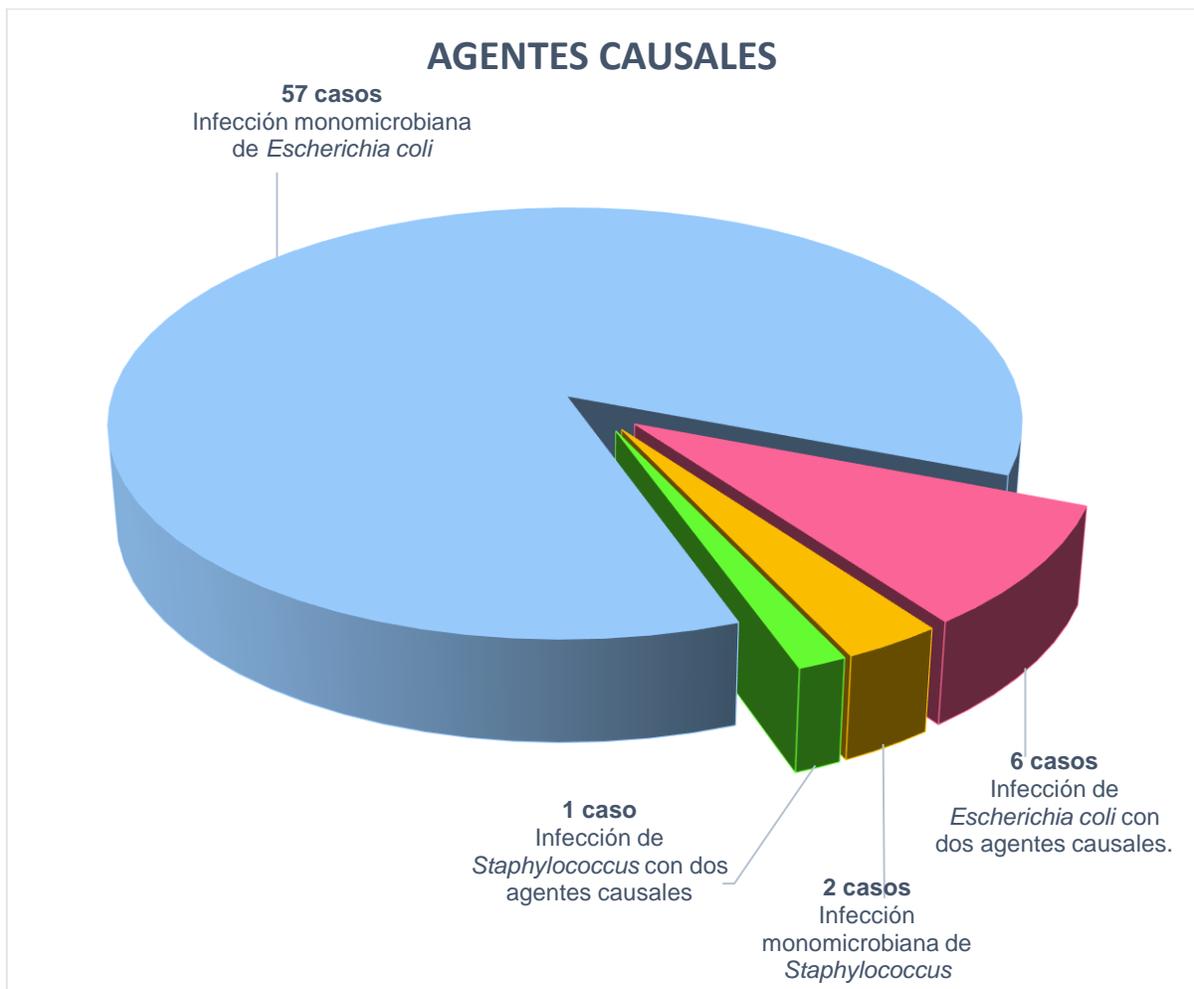
Otra bacteria aislada en las muestras de urocultivo de acuerdo a los reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) es *Staphylococcus sp.* encontrada en 3 pacientes los cuales se describen en la Tabla 3, donde se presentó una infección del tracto tomando en cuenta 2 variables de la población incluida en el estudio:

1. 2 pacientes (66.67%) presentaron infección monomicrobiana de *Staphylococcus aureus*, o bien, *Staphylococcus epidermidis*.
2. 1 paciente (33.33%) presentó infección con 2 agentes causales, uno de ellos *Staphylococcus aureus* y el segundo microorganismo aislado fue *Klebsiella pneumoniae ssp pneumoniae*.

**Tabla 3.**

Distribución de casos reportados de *Staphylococcus sp.* incluidos en el estudio, de acuerdo con las muestras de urocultivo procesadas en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.

FRECUENCIA CASOS DE <i>Staphylococcus sp.</i>		PORCENTAJE (%)	
Diciembre	Enero	Diciembre	Enero
2	1	66.67	33.33

**Gráfico 1.** Distribución de agentes causales del estudio.

## II. FACTORES PREDISPONENTES PARA EL DIAGNOSTICO DE LAS INFECCIONES DEL TRACTO URINARIO.

### a. Cuadro clínico.

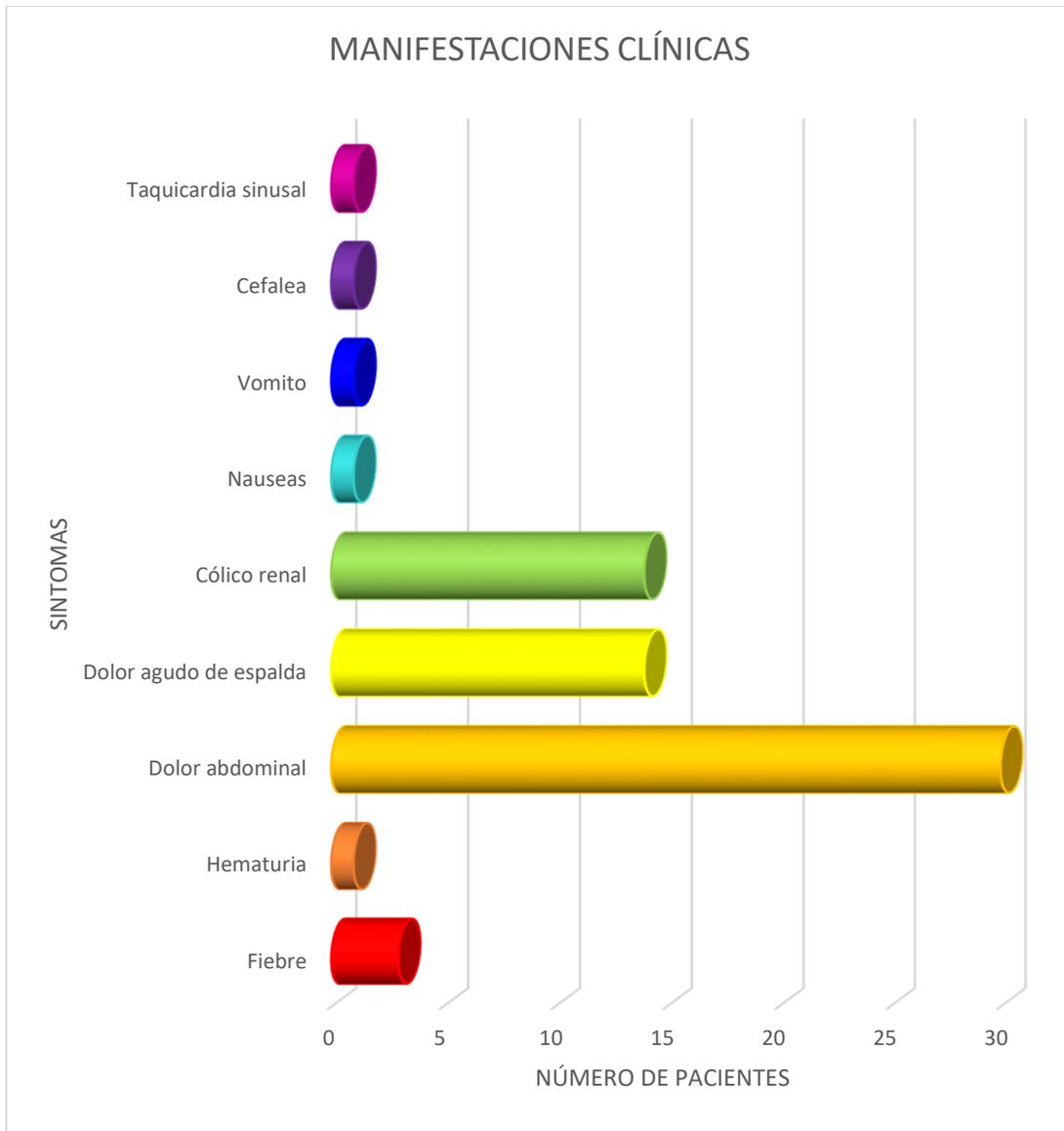
Se realizó un análisis de la relación entre los signos y síntomas presentados por las pacientes que acudieron a consulta al Centro Médico ISSEMyM de Toluca descritos en la Tabla 4.

Principalmente las pacientes presentaban dolor abdominal (45.46%), seguido de dolor agudo de espalda y cólico renal (21.21%), algunas más con fiebre (4.55%) y se reportaron individualmente hematuria en orina, náuseas, vomito. cefalea y taquicardia sinusal durante el estudio (1.52%). Cabe mencionar que las 66 pacientes reportaron la presencia de algún signo o síntoma que pudiera ayudar al diagnóstico de su padecimiento por el cual acudieron a consulta.

**Tabla 4.**

Distribución las manifestaciones clínicas reportadas por las pacientes incluidas en el estudio, de acuerdo con las muestras de urocultivo procesadas en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.

MANIFESTACIONES CLÍNICAS	FRECUENCIA (CASOS)	PORCENTAJE (%)
Fiebre	3	4.55
Hematuria	1	1.52
Dolor abdominal	30	45.46
Dolor agudo de espalda	14	21.21
Cólico renal	14	21.21
Nauseas	1	1.52
Vomito	1	1.52
Cefalea	1	1.52
Taquicardia sinusal	1	1.52
TOTAL	66	100.00



**Gráfico 2.** Signos y síntomas presentados durante el estudio.

### III. ATENCIÓN MÉDICA

#### a. Origen.

Para revisar la procedencia de las muestras de urocultivo se revisaron las áreas a las que acuden las pacientes a consulta, de la que se deriva la Tabla 5.

De acuerdo con el origen de ingreso de las pacientes del estudio, se identificaron 3 casos:

1. El principal origen al que acudieron las pacientes para recibir atención médica de forma ambulatoria fue la consulta externa con 31 casos (46.97%).
2. La segunda causa de origen fue el servicio destinado al internamiento de los pacientes en el área de hospitalización con 22 casos (33.33%).
3. Y finalmente, el área responsable de dar atención médica y quirúrgica a las pacientes que requieren atención médica de forma inmediata en urgencias con 13 casos (19.70%).

**Tabla 5.**

Distribución del origen de las muestras de urocultivo reportadas en los resultados de las pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM Toluca.

ORIGEN	FRECUENCIA (CASOS)	PORCENTAJE (%)
Consulta externa	31	46.97
Urgencias	13	19.70
Hospitalización	22	33.33
TOTAL	66	100.00

#### **IV. PRUEBAS DE LABORATORIO:**

##### **I. PRUEBAS DE SENSIBILIDAD A ANTIBIÓTICOS O ANTIBIOGRAMA**

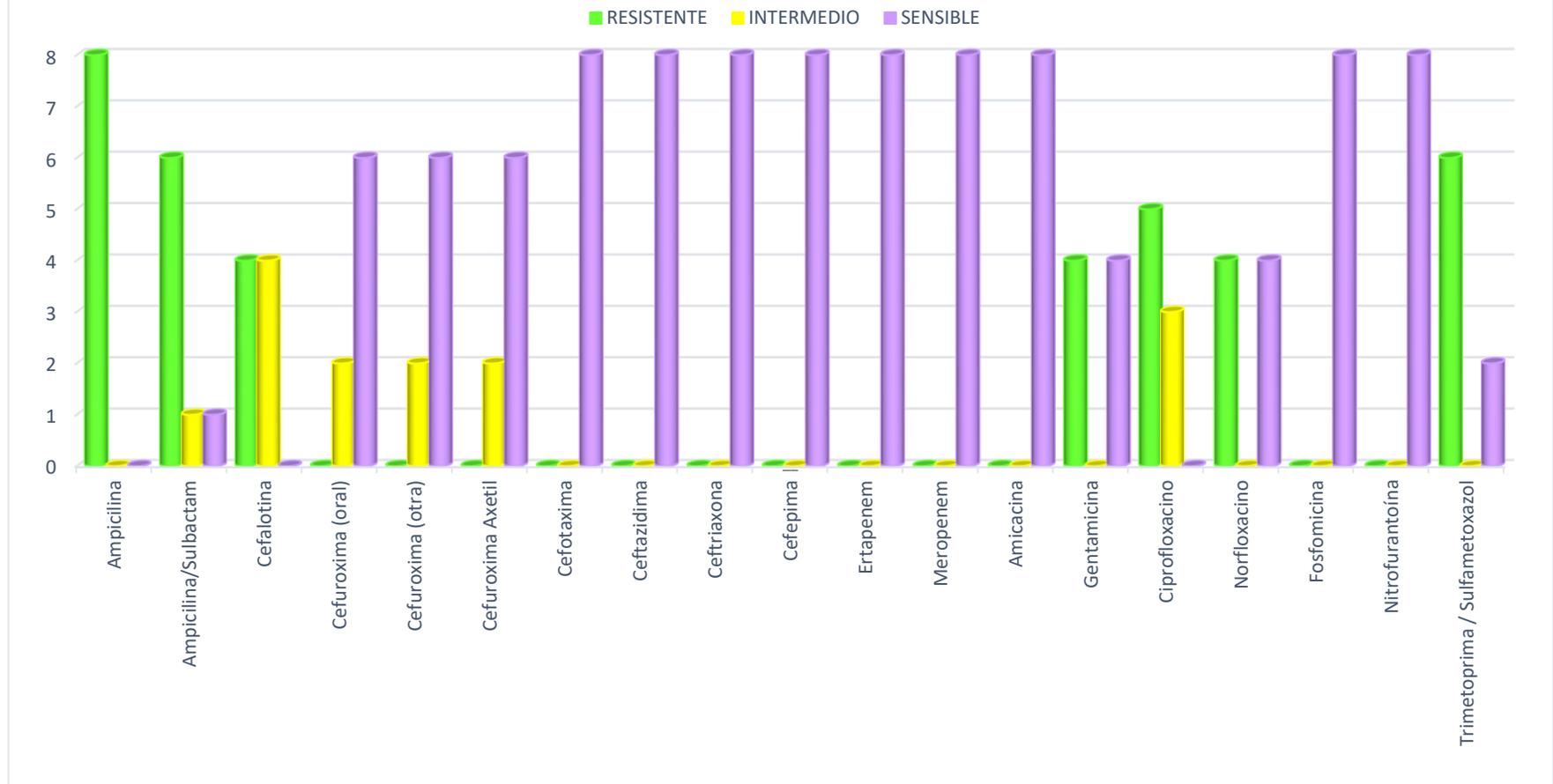
Las muestras de urocultivo procesadas por el equipo Vitek 2 XL presentaron patrones de sensibilidad y resistencia a antibióticos por el aislamiento de *Escherichia coli*; la interpretación de resultados se presenta de la tabla 9 a la 12. Mientras que la tabla 13 corresponde a *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*.

**Tabla 6.**

Interpretación de resultados de 8 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) realizadas en diciembre de 2019 con el agente causal ***Escherichia coli* BLEE NEGATIVO**.

ANTIBIOTICO	FRECUENCIA (CASOS)			PORCENTAJE (%)		
	R	I	S	R	I	S
Ampicilina	8	0	0	100.00	0.00	0.00
Ampicilina/Sulbactam	6	1	1	75.00	12.50	12.50
Cefalotina	4	4	0	50.00	50.00	0.00
Cefuroxima (oral)	0	2	6	0.00	25.00	75.00
Cefuroxima (otra)	0	2	6	0.00	25.00	75.00
Cefuroxima Axetil	0	2	6	0.00	25.00	75.00
Cefotaxima	0	0	8	0.00	0.00	100.00
Ceftazidima	0	0	8	0.00	0.00	100.00
Ceftriaxona	0	0	8	0.00	0.00	100.00
Cefepima	0	0	8	0.00	0.00	100.00
Ertapenem	0	0	8	0.00	0.00	100.00
Meropenem	0	0	8	0.00	0.00	100.00
Amicacina	0	0	8	0.00	0.00	100.00
Gentamicina	4	0	4	50.00	0.00	50.00
Ciprofloxacino	5	3	0	62.50	37.50	0.00
Norfloxacino	4	0	4	50.00	0.00	50.00
Fosfomicina	0	0	8	0.00	0.00	100.00
Nitrofurantoína	0	0	8	0.00	0.00	100.00
Trimetoprima / Sulfametoxazol	6	0	2	75.00	0.00	25.00

### RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SENSIBILIDAD A LOS ANTIBIÓTICOS DE *Escherichia coli* BLEE negativo EN DICIEMBRE 2019



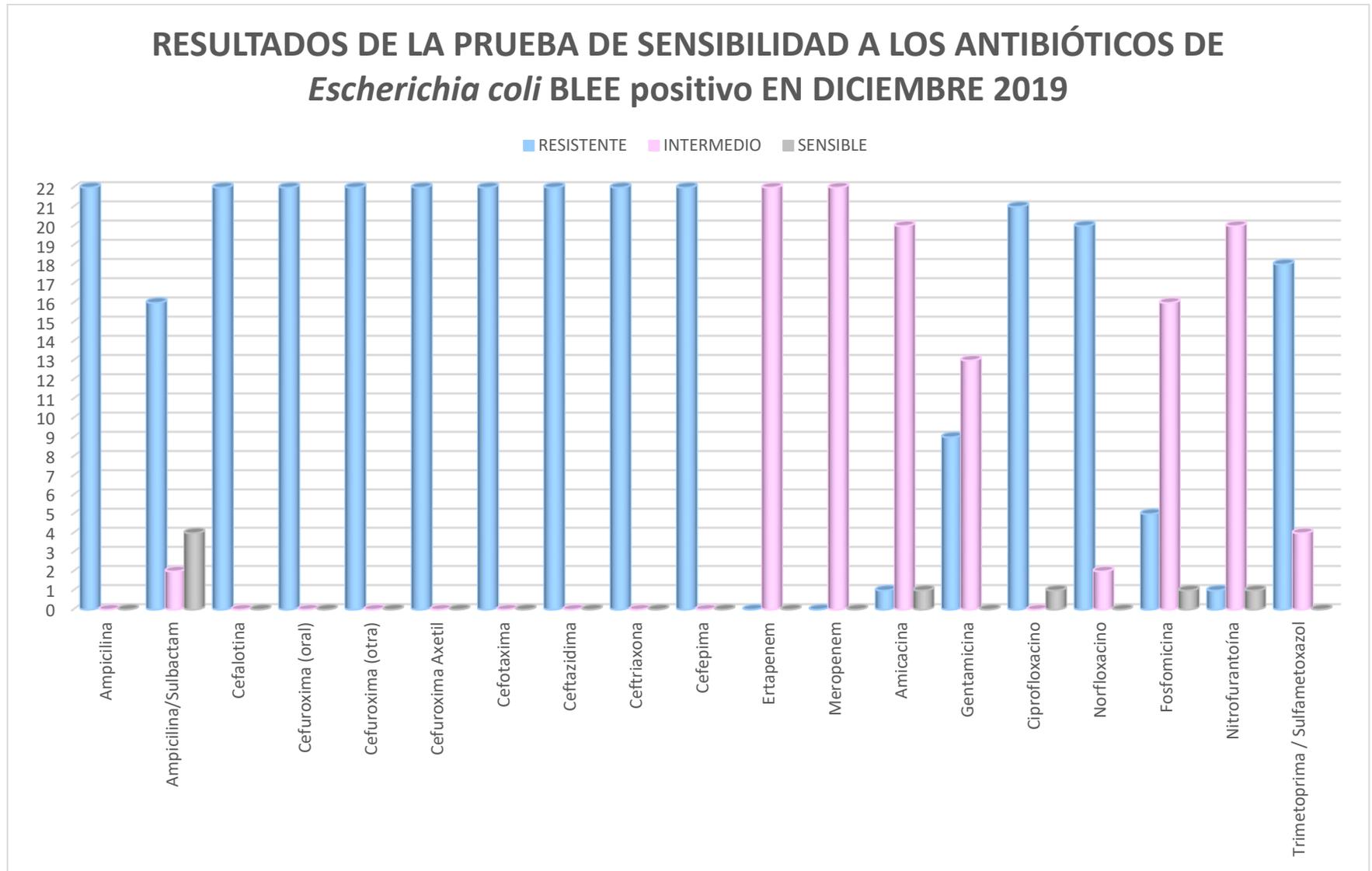
**Gráfico 3.** Resultados de diciembre 2019 de *Escherichia coli* BLEE negativo.

Los resultados de las pacientes que tenían una ITU por *E. coli* no productora de BLEE, es decir, aquellos cultivos negativos que no mostraron resistencia a los betalactámicos usados en las pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA), como los Carbapenémicos (Ertapenem, Meropenem) 100% S, Cefalosporinas de 1<sup>ra</sup> generación (Cefalotina) 50% R y 50% I, Cefalosporinas de 2<sup>da</sup> generación (Cefuroxima) 75% S, y Cefalosporinas de 3<sup>ra</sup> y 4<sup>a</sup> generación (Cefotaxima, Ceftazidima, Ceftriaxona, Cefepima) 100% S. Las penicilinas (Ampicilina 100% R y Ampicilina/Sulbactam 75%R).

**Tabla 7.**

Interpretación de resultados de 22 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) realizadas en diciembre de 2019 con el agente causal ***Escherichia coli* BLEE POSITIVO**.

ANTIBIOTICO	FRECUENCIA (CASOS)			PORCENTAJE (%)		
	R	I	S	R	I	S
Ampicilina	22	0	0	100.00	0.00	0.00
Ampicilina/Sulbactam	16	2	4	72.73	9.09	18.18
Cefalotina	22	0	0	100.00	0.00	0.00
Cefuroxima (oral)	22	0	0	100.00	0.00	0.00
Cefuroxima (otra)	22	0	0	100.00	0.00	0.00
Cefuroxima Axetil	22	0	0	100.00	0.00	0.00
Cefotaxima	22	0	0	100.00	0.00	0.00
Ceftazidima	22	0	0	100.00	0.00	0.00
Ceftriaxona	22	0	0	100.00	0.00	0.00
Cefepima	22	0	0	100.00	0.00	0.00
Ertapenem	0	22	0	0.00	100.00	0.00
Meropenem	0	22	0	0.00	100.00	0.00
Amicacina	1	20	1	4.55	90.91	4.55
Gentamicina	9	13	0	40.91	59.09	0.00
Ciprofloxacino	21	0	1	95.45	0.00	4.55
Norfloxacino	20	2	0	90.91	9.09	0.00
Fosfomicina	5	16	1	22.73	72.73	4.55
Nitrofurantoína	1	20	1	4.55	90.91	4.55
Trimetoprima / Sulfametoxazol	18	4	0	81.82	18.18	0.00



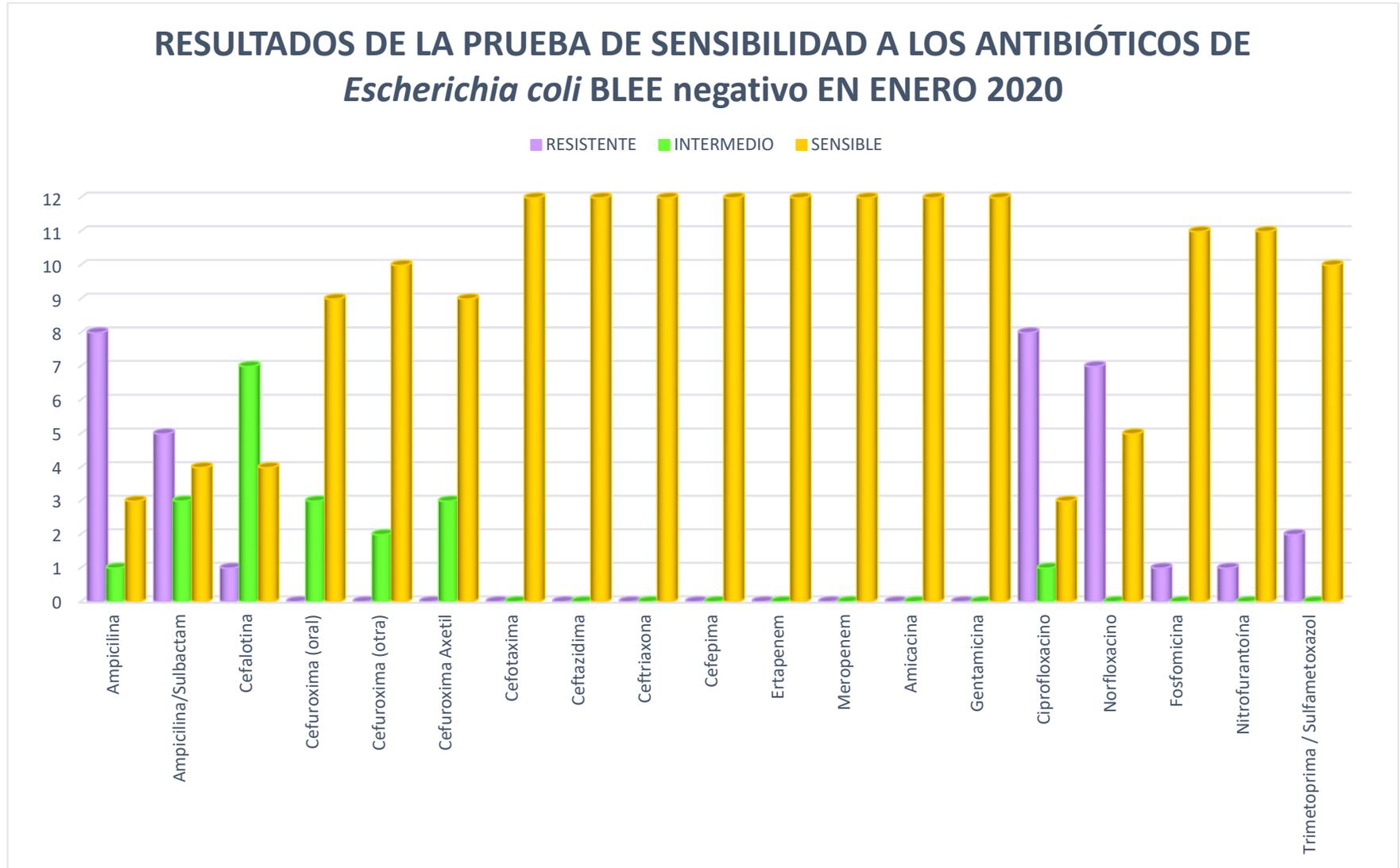
**Gráfico 4.** Resultados de diciembre 2019 de *Escherichia coli* BLEE positivo.

En retrospectiva con los resultados anteriores, las muestras de urocultivo con *Escherichia coli* productor de BLEE, es decir, cultivos positivos que mostraron resistencia a los betalactámicos usados en las pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA), mostraron resistencia en todos los casos evaluados en diciembre del 2019 en las Penicilinas (Ampicilina) y Cefalosporinas (Cefalotina, Cefuroxima, Cefotaxima, Ceftazidima, Ceftriaxona y Cefepima).

**Tabla 8.**

Interpretación de resultados de 12 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) realizadas en enero de 2020 con el agente causal *Escherichia coli* BLEE NEGATIVO.

ANTIBIOTICO	FRECUENCIA (CASOS)			PORCENTAJE (%)		
	R	I	S	R	I	S
Ampicilina	8	1	3	66.67	8.33	25.00
Ampicilina/Sulbactam	5	3	4	41.67	25.00	33.33
Cefalotina	1	7	4	8.33	58.33	33.33
Cefuroxima (oral)	0	3	9	0.00	25.00	75.00
Cefuroxima (otra)	0	2	10	0.00	16.67	83.33
Cefuroxima Axetil	0	3	9	0.00	25.00	75.00
Cefotaxima	0	0	12	0.00	0.00	100.00
Ceftazidima	0	0	12	0.00	0.00	100.00
Ceftriaxona	0	0	12	0.00	0.00	100.00
Cefepima	0	0	12	0.00	0.00	100.00
Ertapenem	0	0	12	0.00	0.00	100.00
Meropenem	0	0	12	0.00	0.00	100.00
Amicacina	0	0	12	0.00	0.00	100.00
Gentamicina	0	0	12	0.00	0.00	100.00
Ciprofloxacino	8	1	3	66.67	8.33	25.00
Norfloxacino	7	0	5	58.33	0.00	41.67
Fosfomicina	1	0	11	8.33	0.00	91.67
Nitrofurantoína	1	0	11	8.33	0.00	91.67
Trimetoprima / Sulfametoxazol	2	0	10	16.67	0.00	83.33



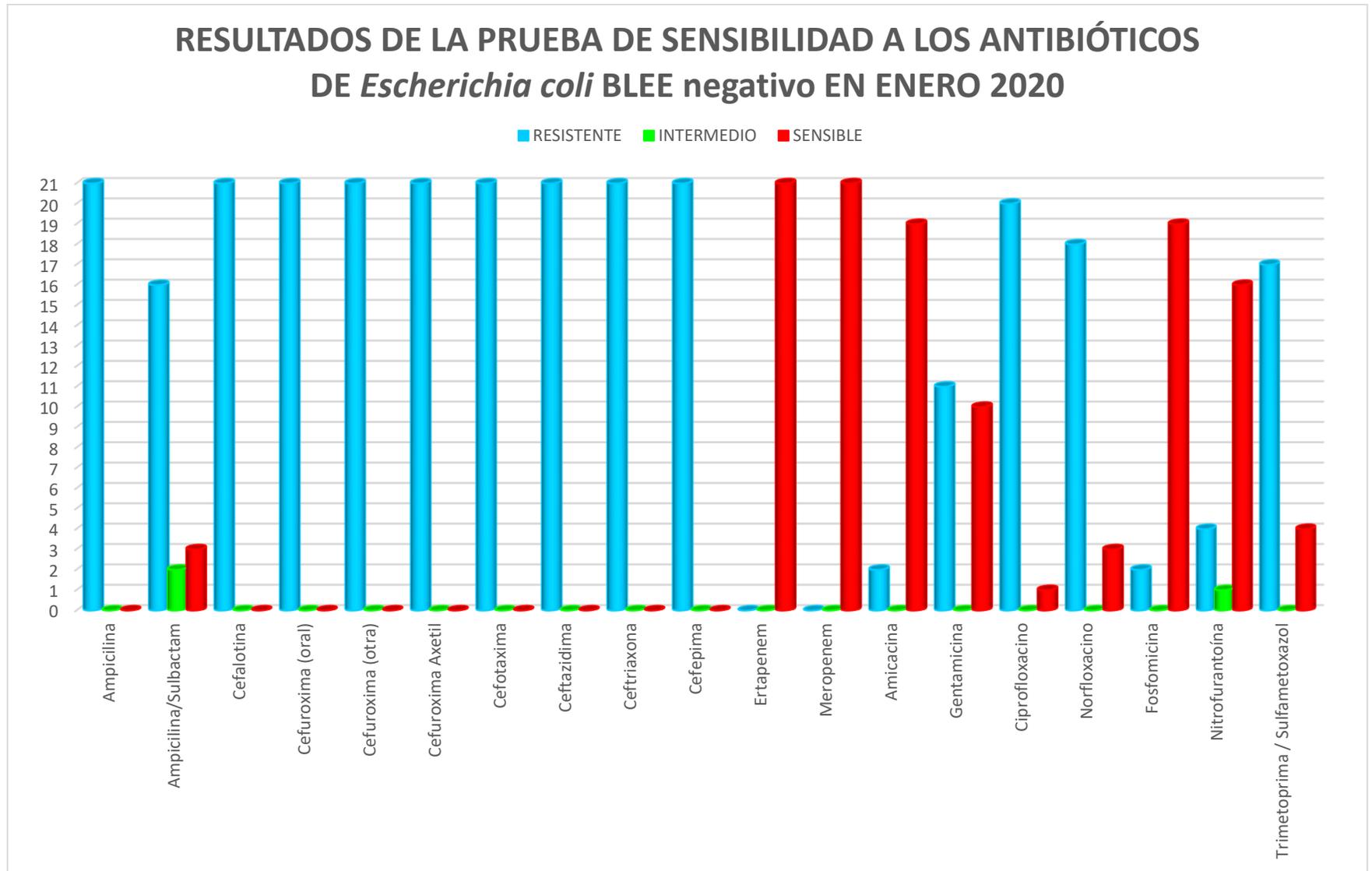
**Gráfico 5.** Resultados de enero 2020 de *Escherichia coli* BLEE negativo.

A diferencia de las pacientes de diciembre del 2019 con *Escherichia coli* BLEE negativa en enero del 2020 se observó que los Fosfonatos (Fosfomicina) y Nitroderivados (Nitrofurantoína) comenzaron a presentar resistencia (8.33% de la población del 2020) y para el caso de Trimetoprima/Sulfametoxazol muestra mayor resistencia en las pacientes del 2019 (75.00%) respecto a enero 2020 (16.67%).

**Tabla 9.**

Interpretación de resultados de 21 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) realizadas en el 2020 con el agente causal ***Escherichia coli* BLEE POSITIVO**.

ANTIBIOTICO	FRECUENCIA (CASOS)			PORCENTAJE (%)		
	R	I	S	R	I	S
Ampicilina	21	0	0	100.00	0.00	0.00
Ampicilina/Sulbactam	16	2	3	76.19	9.52	14.29
Cefalotina	21	0	0	100.00	0.00	0.00
Cefuroxima (oral)	21	0	0	100.00	0.00	0.00
Cefuroxima (otra)	21	0	0	100.00	0.00	0.00
Cefuroxima Axetil	21	0	0	100.00	0.00	0.00
Cefotaxima	21	0	0	100.00	0.00	0.00
Ceftazidima	21	0	0	100.00	0.00	0.00
Ceftriaxona	21	0	0	100.00	0.00	0.00
Cefepima	21	0	0	100.00	0.00	0.00
Ertapenem	0	0	21	0.00	0.00	100.00
Meropenem	0	0	21	0.00	0.00	100.00
Amicacina	2	0	19	9.52	0.00	90.48
Gentamicina	11	0	10	52.38	0.00	47.62
Ciprofloxacino	20	0	1	95.24	0.00	4.76
Norfloxacino	18	0	3	85.71	0.00	14.29
Fosfomicina	2	0	19	9.52	0.00	90.48
Nitrofurantoína	4	1	16	19.05	4.76	76.19
Trimetoprima / Sulfametoxazol	17	0	4	80.95	0.00	19.05



**Gráfico 6.** Resultados de enero 2020 de *Escherichia coli* BLEE positivo.

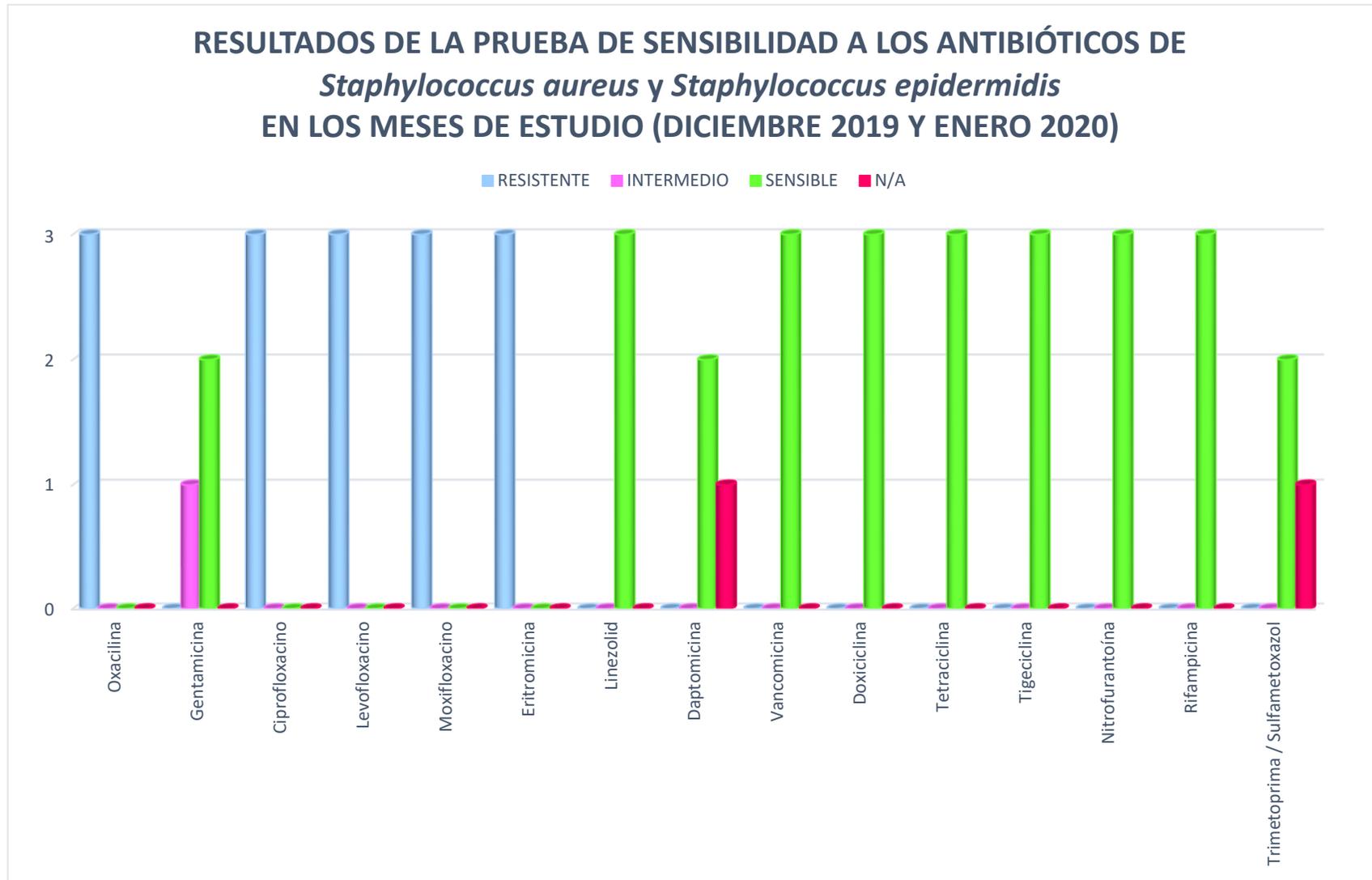
Durante el mes de enero del 2020 las pacientes con *E. coli* BLEE positivo presentaron tasas de sensibilidad altas en comparación con diciembre del 2019, en donde los Aminoglucósidos (Amicacina), Quinilonas (Ciprofloxacino), Fosfonatos (Fosfomicina) y Nitroderivados (Nitrofurantoina) pasaron de un caso (2019) a más de 10 casos (2020).

**Tabla 10.**

Interpretación de resultados de 3 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) realizadas con el agente causal ***Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis* resistentes a la meticilina con presencia del gen mecA**, es decir, con resistencia a la Cefoxitina y resistencia inducible a Clindamicina.

ANTIBIOTICO	FRECUENCIA (CASOS)			PORCENTAJE (%)		
	R	I	S	R	I	S
Oxacilina	3	0	0	100.00	0.00	0.00
Gentamicina	0	1	2	0.00	33.33	66.67
Ciprofloxacino	3	0	0	100.00	0.00	0.00
Levofloxacino	3	0	0	100.00	0.00	0.00
Moxifloxacino	3	0	0	100.00	0.00	0.00
Eritromicina	3	0	0	100.00	0.00	0.00
Linezolid	0	0	3	0.00	0.00	100.00
Daptomicina	0	0	2*	0.00	0.00	66.67
Vancomicina	0	0	3	0.00	0.00	100.00
Doxiciclina	0	0	3	0.00	0.00	100.00
Tetraciclina	0	0	3	0.00	0.00	100.00
Tigeciclina	0	0	3	0.00	0.00	100.00
Nitrofurantoina	0	0	3	0.00	0.00	100.00
Rifampicina	0	0	3	0.00	0.00	100.00
Trimetoprima/Sulfametoxazol	0	0	2*	0.00	0.00	66.67

\* Las pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) de *Staphylococcus epidermidis* no contempla Daptomicina y Trimetoprima/Sulfametoxazol en su estudio.



g

**Gráfico 7.** Resultados de diciembre 2019 y enero 2020 de *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*.

La resistencia inducible para lincosamidas, como la Clindamicina, así como la detección de Cefoxitina positiva son un marcador de la resistencia a meticilina (y a la oxaciclina) mediada por los genes *mecA* en los 3 reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) presentaron pruebas positivas.

Por otro lado, los aminoglucósidos, como la Gentamicina presentaron sensibilidad, presentaron resistencia a las fluoroquinolonas, como al Ciprofloxacino, Levofloxacino y Moxifloxacino, para los glucopéptidos, como la Vancomicina y la Daptomicina presentaron sensibilidad y presentaron sensibilidad para la Tetraciclina y la Doxiciclina.

---

## DISCUSIÓN

---

En este estudio se planteó como objetivo principal, identificar genes de resistencia obtenidos por reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) emitidos por equipo Vitek 2 XL en *Escherichia coli* y *Staphylococcus sp.* en urocultivos recibidos en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM de Toluca, Estado de México, con la finalidad de determinar la presencia en urocultivos de *Escherichia coli* con resistencia a las betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y *Staphylococcus spp.* con detección de cefoxitina como marcador alternativo de la presencia del gen *mecA* en la población estudiada las cuales presentan una infección del tracto urinario.

Los métodos de diagnóstico utilizados actualmente en el Laboratorio Clínico del Centro Médico ISSEMyM de Toluca para la identificación bacteriana y pruebas de sensibilidad o antibiogramas permiten reconocer la susceptibilidad de un patógeno, así como los antimicrobianos apropiados para su tratamiento. Así mismo, el uso de un sistema automatizado Vitek 2 XL ha permitido mejorar el manejo clínico de los pacientes expuestos a una infección del tracto urinario, debido a la rapidez en el diagnóstico del agente etiológico y la elección del tratamiento reduciendo principalmente la propagación de la infección y aminorando la morbilidad.

Las infecciones urinarias en este estudio se catalogaron dependiendo del agente etiológico, historia clínica, origen de ingreso del paciente y pruebas de laboratorio (Pruebas de sensibilidad a antibióticos o antibiograma), con la finalidad de determinar la prevalencia de las ITU, pruebas de diagnóstico de uropatógenos e identificación de resistencia a antimicrobianos.

Las infecciones del trato urinario cuando se presentan en adultos son más frecuentes en las mujeres con edad entre 20 y 56 años. Se estima que entre 40% y 50% de las mujeres presenta ITU en algún momento de su vida y de éstas, 11% tendrá al menos una infección por año. (Orrego Marin, CP., et. al., 2014). Durante la revisión de los reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) el sexo predominante fue el femenino.

En las infecciones del tracto urinario se han identificado distintos uropatógenos, ya sean bacilos Gram negativos donde destacan las enterobacterias, las cuales causan entre el 60% y el 75%; o bien las bacterias Gram positivas siendo menos frecuentes: *Staphylococcus aureus* causal de cistitis sobre todo en pacientes con sonda vesical o puede ser causa de pielonefritis por vía hematógica. (Y. Zboromyrska, M. de Cueto L., C. Tarreés, V. Hellín, 2019).

*Escherichia coli* es el agente causal que se aísla en más del 80% de las infecciones del tracto urinario. (Luna Pineda, V. M., et. al., 2018). Se trabajo con una población de 63 pacientes en la que se presentaron infecciones del tracto urinario con *Escherichia coli*, tomando en cuenta 2 casos de la población incluida en el estudio:

1. 57 pacientes (90.48%) presentaron infección con un solo agente causal, o bien, monomicrobiana con *Escherichia coli*.
2. 6 pacientes (9.52%) presentaron infección con 2 agentes causales, o bien, polimicrobiana, uno de ellos *Escherichia coli* y el segundo microorganismo aislado fue *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, *Klebsiella pneumoniae ssp pneumoniae*, *Candida glabrata* y/o *Streptococcus agalactiae*.

Por otro lado, la Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica (RHOVE), a través de la Plataforma del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) en su módulo de Infecciones Asociadas a la Atención de la Salud (IAAS) en su informe anual del 2015 notifico 7,157 casos de infecciones del tracto urinario, de las cuales 1,298 (18.1%) pertenecían a 88 agentes etiológicos diferentes, entre ellos *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus haemolyticus*, mientras que *Staphylococcus epidermidis* tenía un equivalente al 1.0% de la población general evaluada contando con 75 casos notificados.

En este estudio se trabajó con una población de 3 pacientes en la que se presentaron infecciones del tracto urinario con *Staphylococcus*, tomando en cuenta 2 casos de la población incluida en el estudio:

1. 2 pacientes (66.67%) presentaron infección con un solo agente causal, o bien, monomicrobiana con *Staphylococcus aureus* y/o *Staphylococcus epidermidis*.

2. 1 paciente (33.33%) presentaron infección con 2 agentes causales, o bien, polimicrobiana, uno de ellos *Staphylococcus aureus* y el segundo microorganismo aislado fue *Klebsiella pneumoniae ssp pneumoniae*.

A pesar de que la mayoría de las infecciones del tracto urinario son monomicrobianas (89.39%) es frecuente el aislamiento de más de una especie de microorganismos, representando 10.61% de la población de estudio con más de un uropatógeno aislado en la muestra analizada.

El cuadro clínico de una infección del tracto urinario puede presentar fiebre, malestar general, náuseas, vómitos, dolor en flancos e hipersensibilidad costovertebral, puede existir piuria, pero la hematuria es infrecuente. En esta patología es frecuente encontrar complicaciones, como estado de shock, anemia, insuficiencia o abscesos renales. (Viquez Viquez Marcela, et. al., 2020). Dentro de los signos y síntomas presentados por las pacientes que acudieron a consulta, presentaban: dolor abdominal (45.46%), seguido de dolor agudo de espalda y cólico renal (21.21%), algunas más con fiebre (4.55%) y se reportaron individualmente hematuria en orina, náuseas, vomito. cefalea y taquicardia sinusal durante el estudio (1.52%).

La infección del tracto urinario es una de las enfermedades más prevalentes en la práctica clínica, afecta a pacientes hospitalizados y ambulatorios en todo el mundo. (Medina García D, et. al., 2021). De acuerdo con la atención médica proporcionada a las pacientes del estudio, se identificó que principalmente acuden de forma ambulatoria, o bien, consulta externa (46.97%), seguida del servicio diseñado para prestar cuidados básicos y especializados destinado al internamiento de los pacientes en el área de hospitalización (33.33%), y finalmente, el área responsable de dar atención médica y quirúrgica a las pacientes que requieren atención médica de forma inmediata en urgencias con el 19.70% de la población.

Como bien se sabe las infecciones en las vías urinarias pueden aparecer por diversos factores es importante que los médicos urólogos que son los especialistas en este tema tengan la conciencia de que lo recomendable es realizar pruebas de laboratorio que determinen de

manera correcta cual es el nivel de infección y que bacteria lo está generando, así como determinar el tratamiento adecuado para tratar la infección por medio de un antibiograma.

La creciente prevalencia de resistencia a los antibióticos entre los uropatógenos presenta un desafío importante para el manejo clínico de las ITU (Amelia E. Barbero, et. al., 2013). Por ello, es importante analizar los patrones de sensibilidad y resistencia de los antimicrobianos de uso común para el tratamiento de una infección del tracto urinario.

De los resultados de las pruebas de sensibilidad a los antibióticos en el 65.15% *Escherichia coli* evidenció la producción de betalactamasas de espectro extendido (BLEE). En su mayoría, estas cepas fueron obtenidas en el área de consulta externa y urgencias, sugiriendo su origen comunitario, en la literatura *Escherichia coli* es el patógeno más comúnmente asociado a aquellas adquiridas en la comunidad y en la población hospitalizada causa aproximadamente 30% de los casos de bacteriemia, mientras que en los últimos años *Escherichia coli* es el principal microorganismo productor de BLEE, tanto en infecciones comunitarias como intrahospitalarias (Salame Khouri L., et. al., 2018).

*Escherichia coli* productora de betalactamasas BLEE ( $\beta$ -lactamasas de espectro extendido) tienen resistencia a antibióticos derivados de la penicilina y cefalosporinas que poseen en su estructura anillos betalactámicos. Las betalactamasas son codificadas por familias de genes denominadas TEM y SHV, y recientemente se han descubierto otras como CTM-X (Carcausto Huamani E., et.al., 2021). Se encontró que *Escherichia coli* fue resistente a la ampicilina (100%), ampicilina/sulbactam (72.73%), cefalotina (100%), cefuroxima (100%), cefotaxima (100%), ceftazidima (100%), ceftriaxona (100%) y cefepima (100%), la única diferencia se presentó en ampicilina/sulbactam con un 76.19% respecto al mes evaluado en el 2019.

Por otro lado, *Staphylococcus aureus* es un patógeno cambiante que se adapta a los antibióticos, siendo idóneo para generar mecanismos de resistencia eficientes. Los SARM son resistentes a todos los antibióticos betalactámicos (penicilinas, cefalosporinas, monobactámicos y carbapenémicos), por presentar el gen mec A que codifica para la

producción de una proteína de unión a penicilina 2a (PBP 2a), que presenta baja afinidad por estos antibióticos; presentan además resistencia a otros grupos de antibióticos como los macrólidos, aminoglucósidos, tetraciclinas, sulfas y quinolonas, considerándose como patógeno multiresistente (Zayas Tamayo, A. M., et. al., 2013).

El Instituto de Estándares para Laboratorios Clínicos (CLSI del inglés Clinical Laboratory Standards Institute) recomienda el uso del disco de cefoxitina para las pruebas de susceptibilidad, debido a que detecta mejor la resistencia a meticilina mediada por el gen *mecA*, debido a ello muchos laboratorios clínicos de microbiología utilizan los sistemas Vitek 2 XL (BioMérieux) que incluyen la cefoxitina como antibiótico para la detección de SARM dentro de la tarjeta de sensibilidad de Gram-positivos.

Por lo que, durante la revisión de los 3 reportes de pruebas de susceptibilidad que tenían como agente causal *Staphylococcus aureus* presentaron detección de Cefoxitina positiva, lo cual es indicativo para la resistencia a la meticilina, producida por la adquisición del gen *mec A*, localizado en el cassette cromosómico estafilocócico *mec*.

La identificación de genes de resistencia a betalactámicos a través de métodos automatizados que permitan detectar la susceptibilidad y resistencia a los antimicrobianos utilizando técnicas sencillas de integrar, como lo son las pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA), donde se reporta:

- *Escherichia coli* productora de betalactamasas de espectro extendido (BLEE), o bien,
- La resistencia a Cefoxitina y Oxaciclina como marcadores para detectar las cepas *mec A* positivas de *Staphylococcus*.

Permiten monitorear las tasas de resistencia antimicrobiana de las betalactamasas, es decir, la inactivación a los antibióticos  $\beta$ -lactámicos, los cuales resultan ser poco efectivos o resistentes para organismos Gram positivos y Gram negativos.

Los métodos de detección de microorganismos betalactámicos permiten diferenciar y agrupar las diversas cepas de *Escherichia coli* o *Staphylococcus* sp. y con ello tener un panorama más amplio de su comportamiento, así como la selección del antimicrobiano, dosis, ruta y duración de la terapia que tenga una adecuada actividad.

Se determinó el porcentaje de prevalencia en una población de 66 pacientes femeninas que cumplían con el rango de edad de los 20 años a los 59 años y el resto de las características para poder participar en el estudio de acuerdo a los reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) revisados, en el que la prevalencia para *Escherichia coli* productora de betalactamasas de espectro extendido fue de 68.25% (43), mientras que de *Staphylococcus aureus* con presencia del gen mec A fue de 100.00% (3) en un periodo de dos meses abarcando diciembre 2019 y enero 2020.

Los datos obtenidos confirman que la resistencia bacteriana a antibióticos presenta un problema comunitario y hospitalario relacionada con la profilaxis antibiótica, automedicación, o bien, a factores de riesgo como: mala higiene personal en el área de genitales, estancia hospitalaria prolongada, infección del tracto urinario, infección recurrente, entre otros factores.

Sin embargo, en diferentes estudios se ha reportado la presencia de *Escherichia coli* productor de BLEE con prevalencias variables que van desde el 1,7% para países como Argentina, Brasil, Chile, México y Venezuela, 12,5% Colombia y hasta el 16% según estudios realizados en Guatemala. (Victor M Blanco, et.al., 2016) y para el caso de *Staphylococcus aureus* en América la situación es variable ya que, países como Chile, Argentina y México exhiben altos porcentajes de infección por SARM con presencia del gen mec A; éste último con reportes que oscilan entre un 50 y un 85 % en hospitales de tercer nivel (Armas Fernández Anabel, et. al., 2015).

El presente estudio tiene limitaciones, ya que solo va dirigido a la población femenina y la valoración de otros factores de riesgo, tales como la presencia preferente de una infección del tracto urinario generada por uropatógenos como *Escherichia coli* y *Staphylococcus sp.*. No se incluyó la exposición a antibióticos para el tratamiento de una infección del tracto urinario u otra enfermedad, sin embargo, para la gran mayoría de los pacientes 44/66 era una infección nueva de acuerdo con lo descrito en sus historias clínicas.

---

## CONCLUSIONES

---

En las dos últimas décadas, la Secretaría de Salud ha considerado las infecciones del trato urinario como la tercera razón de enfermedad nacional y a partir del 2020 como la segunda causa de riesgo de importancia para la salud pública por el alcance e impacto que esta ocasiona en todos los grupos etarios, lo que ocasiona pérdidas económicas y sociales.

Las infecciones son un proceso de interacción patógeno-hospedero en el que los microorganismos oportunistas, como *Staphylococcus sp.*, o *Escherichia coli* se relacionan con el estado inmunológico, fisiológico, genético y mental de personas inmunocomprometidas y dan pauta a las infecciones nosocomiales y/o comunitarias. También está la interacción médico-paciente donde se lleva a cabo la identificación por medio de métodos de detección con equipos automatizados, como el Vitek 2 XL para el análisis de orina para determinar el agente causal de la infección, así como la elección y comprensión de la respuesta de las bacterias a los antibióticos definida como la resistencia natural o por alguna mutación, o bien, la eficacia terapéutica por medio de pruebas de sensibilidad a antibióticos.

La resistencia a antibióticos por patógenos Gram positivos y Gram negativos es una acción continua, progresiva, con alta capacidad de adaptación y desarrollo de mecanismos de resistencia a una velocidad alarmante que plantea nuevos retos a corto y largo plazo de identificación, observación y monitoreo, además de ser un desafío epidemiológico, económico y social da pauta al desarrollo de un plan terapéutico que se ve modificado constantemente con nuevas alternativas de seguimiento farmacológico para alcanzar el éxito clínico.

Las pruebas de sensibilidad a antibióticos o antibiogramas en los laboratorios clínicos son la principal herramienta para la identificación y categorización de la bacteria para predecir cómo se comportará una cepa bacteriana frente a un antibiótico en el paciente. Por ello, es importante cultivar la muestra y posteriormente asignar un tratamiento.

Los genes de resistencia de betalactamasas en *Staphylococcus sp.*, o *Escherichia coli* revisados en reportes de pruebas de sensibilidad a los antibióticos (PSA) emitidos por equipo Vitek 2 XL permitieron identificar que estos microorganismos inhiben o disminuyen la efectividad de los antibióticos que actúan sobre esos blancos. Adicional a esto se evaluaron antimicrobianos como la Cefoxitina para detectar la resistencia a la meticilina en *Staphylococcus*, o bien, como un marcador alternativo de la presencia de mec A.

Actualmente, se cuentan con equipos automatizados y estudios sobre antibióticos que ha mostrado utilidad para detectar bacterias resistentes o productoras de BLEE que ayudan a predecir su comportamiento frente a otros antibióticos, o bien, que permiten identificar y/o confirmar genes de resistencia por medio de pruebas más económicas que el uso de pruebas moleculares, como la técnica de PCR.

Este tipo de estudios nos orientan al personal de salud sobre la susceptibilidad bacteriana a antimicrobianos y nos permite plantear estrategias y alertas de divulgación para la población sobre el uso y manejo apropiado de los antibióticos, automedicación, tiempo de administración del tratamiento, así como el seguimiento y/o identificación de una infección, cuándo acudir a un hospital o centro médico para recibir atención médica, control y cuidados que el médico-paciente debe tener para disminuir la adquisición y diseminación de las infecciones de tracto urinario, entre otros temas de vigilancia e investigación que proporcionen otro enfoque de acción para reducir el riesgo de generar resistencia a los antibióticos.

---

## REFERENCIAS

---

1. Shaeffer A, Edward M. Shaeffer. Capítulo 10: Infecciones urinarias en Urología Campbell-Walsh 10ma edición en español, 2015. Pág. 257.
2. Aranda-Ventura J. Infección del tracto urinario por *Escherichia coli* Resistente a antibióticos tratada con *Vaccinium macrocarpon* (arándano rojo): reporte de caso. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*.2016;1(2):46-9.
3. Dirección general de Epidemiología. Anuario de Morbilidad 1984 - 2022. 2022. 20 principales causas de enfermedad nacional. [https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales\\_nacional.html](https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales_nacional.html)
4. Simões Ana Cristina, Silva Eduard Araújo Oliveira. Update on the approach of urinary tract infection in childhood. *Jornal de Pediatria*. Volume 91, Issue 6, Supplement 1, November-December 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jped.2015.05.003>
5. Idris, MM; Said, K.; Shahid, MA; Akhtar, M.; Qammar, K.; Hassan, J.; Khaliq, T.; Saeed, A. Prevalencia de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina asociado a *mecA* y *mecC* en muestras clínicas, Punjab, Pakistán. *Biomedicinas 2023* , 11 , 878. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11030878>
6. Idrees, MM, Saeed, A. (2021). Mecanismos genéticos y moleculares de resistencia a múltiples fármacos en uropatógenos y nuevos combates terapéuticos. En: Ahmed, S., Chandra Ojha, S., Najam-ul-Haq, M., Younus, M., Hashmi, MZ (eds) *Bioquímica de la resistencia a los medicamentos*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-76320-6\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-76320-6_20)
7. Giudice Barbagelata, María Guillermina, Pardo Casaretto, Lorena, Mota Ciganda, María Inés, Gutiérrez Correa, Claudia, Algorta Rusiñol, Gabriela, & Varela Pensado, Gustavo. (2018). *Staphylococcus aureus* portador del gen *mecA* sensible a oxacilina (OS-MRSA): otro desafío para los laboratorios de microbiología. *Revista Médica del Uruguay*, 34(4), 142-153. <https://doi.org/10.29193/rmu.34.4.8>
8. Muhammad Mubashar Idrees, Muhammad Fawad Rasool, Imran Imran, Ayesha Khalid, Ali Saeed, Tanveer Ahmad & Faleh Alqahtani (2022). A Cross-Sectional Study to Evaluate Antimicrobial Susceptibility of Uropathogens from South Punjab, Pakistan, *Infection and Drug Resistance*, 15:, 1845-1855, DOI: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/IDR.S356489>

9. Lee Kwang Woo, Song Ho Yeon, Kim Young Ho. The microbiome in urological diseases. *Investigative and Clinical Urology*. 2020 Jul;61(4):338-348. doi: 10.4111/icu.2020.61.4.338. Epub 2020 Jun 24. PMID: 32665990; PMCID: PMC7329647.
10. Delcaru C, Alexandru I, Podgoreanu P, Grosu M, Stavropoulos E, Chifiriuc MC, Lazar V. Microbial Biofilms in Urinary Tract Infections and Prostatitis: Etiology, Pathogenicity, and Combating strategies. *Pathogens*. 2016; 5(4):65. <https://doi.org/10.3390/pathogens5040065>
11. Kitano, H., Shigemoto, N., Koba, Y. *et al.* El cateterismo permanente, los cálculos renales y la hidronefrosis son factores de riesgo para la infección sintomática del tracto urinario relacionada con *Staphylococcus aureus* . *Mundo J Urol* **39** , 511–516 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00345-020-03223-x>
12. Pasachova Garzón, J, Ramírez Martínez, S, & Muñoz Molina, L. (2019). *Staphylococcus aureus*: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. *Nova*, 17(32), 25-38. from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-24702019000200025&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200025&lng=en&tlng=es).
13. Pigrau C. Infección del tracto urinario. (2013). SALVAT innovación y calidad. <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/otrosdeinteres/seimc-dc2013-LibroInfecciondeltractoUrinario.pdf>
14. R. Piñeiro Pérez, M.J. Cilleruelo Ortega, J. Ares Álvarez, F. Baquero-Artigao, J.C. Silva Rico, R. Velasco Zúñiga, *et al.* Recomendaciones sobre el diagnóstico y tratamiento de la infección urinaria. (2019). *Anales de Pediatría*. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2019.02.009>
15. Oviedo López, Pablo. Infección de vías urinarias en mujeres gestantes. (2021). *Revista Médica Sinergia*. Vol. 6, Núm. 12. <https://www.medigraphic.com/pdfs/sinergia/rms-2021/rms2112f.pdf>
16. Hevia J., Pilar, Alarcón O., Claudia, González C., Claudia, Nazal Ch., Vilma, & Rosati M., María Pía. (2020). Recomendaciones sobre diagnóstico, manejo y estudio de la infección del tracto urinario en pediatría. Rama de Nefrología de la Sociedad Chilena de Pediatría. Parte 1. *Revista chilena de pediatría*, 91(2), 281-288. [ghttps://dx.doi.org/10.32641/rchped.v91i2.1267](https://dx.doi.org/10.32641/rchped.v91i2.1267)

17. Arispe Quispe, Melany S, Callizaya Laura, Marianela K, Laura Yana, Adriana A, Mendoza Mendoza, Milena Z, Mixto Cano, Jhoseline L, Valdez Baltazar, Brenda D, Mendoza Ocampo, Eliza, Magariños Loredo, Walter, & Torrico Arzady, Bernardo. (2019). Importancia del examen general de orina, en el diagnóstico preliminar de patologías de vías urinarias renales y sistémicas, en mujeres aparentemente sanas. *Revista CON-CIENCIA*, 7(1), 93-102. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2310-02652019000100009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-02652019000100009&lng=es&tlng=es).
18. Lozano-Triana, Carlos Javier. (2016). Examen general de orina: una prueba útil en niños. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(1), 137-147. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n1.50634>
19. Dra. Carmen Marín, 2Dra. Aurelia Taboada, 2Dr. Gustavo Benítez. Indicaciones y Valoración Clínica del Urocultivo y Coprocultivo. *Rev. Inst. Med. Trop* 2015;10(1)37-47 <http://dx.doi.org/10.18004/imt/201510137-47>
20. William R Truong, Levita Hidayat, Michael A Bolaris, Lee Nguyen, Jason Yamaki, El antibiograma: consideraciones clave para su desarrollo y utilización, *JAC-Resistencia a los antimicrobianos*, volumen 3, número 2, junio de 2021, dlab060, <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlab060>
21. Gajic, Ina, Jovana Kabic, Dusan Kekic, Milos Jovicevic, Marina Milenkovic, Dragana Mitic Culafic, Anika Trudic, Lazar Ranin y Natasa Opavski. 2022. "Pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos: una revisión exhaustiva de los métodos utilizados actualmente" *Antibióticos* 11, no. 4: 427. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11040427>
22. R. Piñeiro Pérez, M.J. Cilleruelo Ortega, J. Ares Álvarez, F. Baquero Artigao, J. C. Silva Rico, R. Velasco Zúñiga, et al. Recomendaciones sobre el diagnóstico y tratamiento de la infección urinaria. *Anales de Pediatría*, Vol. 90 (2019), <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2019.02.009>.
23. Cortés JA, Perdomo D, Morales R, Álvarez CA, Cuervo SI, Leal AL, et al. Guía de práctica clínica sobre diagnóstico y tratamiento de infección de vías urinarias no complicada en mujeres adquirida en la comunidad. *Rev. Fac. Med.* 2015;63(4):565-81. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v63.n4.44185>.
24. Paz-Zarza, Víctor Manuel, Mangwani-Mordani, Simran, Martínez-Maldonado, Alejandra, Álvarez-Hernández, Diego, Solano-Gálvez, Sandra Georgina, & Vázquez-López, Rosalino. (2019). *Pseudomonas aeruginosa*: patogenicidad y resistencia

- antimicrobiana en la infección urinaria. *Revista chilena de infectología*, 36(2), 180-189. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182019000200180>
25. Orrego-Marin, Claudia Patricia, Henao-Mejia, Claudia Patricia, & Cardona-Arias, Jaiberth Antonio. (2014). Prevalencia de infección urinaria, uropatógenos y perfil de susceptibilidad antimicrobiana. *Acta Medica Colombiana*, 39(4), 352-358. from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-24482014000400008&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-24482014000400008&lng=en&tlng=es).
  26. Luna-Pineda, Víctor Manuel, Ochoa, Sara, Cruz-Córdova, Ariadna, Cázares-Domínguez, Vicenta, Vélez-González, Fernanda, Hernández-Castro, Rigoberto, & Xicohtencatl-Cortes, Juan. (2018). Infecciones del tracto urinario, inmunidad y vacunación. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 75(2), 67-78. <https://doi.org/10.24875/bmhim.m18000011>
  27. Zboromyrska Y, de Cueto López M, Alonso-Tarrés C, Sánchez-Hellín V. 2019. 14b. Diagnóstico microbiológico de las infecciones del tracto urinario. Zboromyrska Y (coordinadora). *Procedimientos en Microbiología Clínica*. Cercenado Mansilla E, Cantón Moreno R (editores). Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC).
  28. González Molina Yolanda, Aragón López Ana María. 2016. Prevalencia de la bacteriuria asintomática en pacientes institucionalizados. Certamen Nacional de Investigación FAE. [https://www.fundacionfae.org/media/files/Certamen\\_Historico/2015\\_GANADOR.pdf](https://www.fundacionfae.org/media/files/Certamen_Historico/2015_GANADOR.pdf)
  29. Víquez Víquez M, Chacón González C, Rivera Fumero S. Infecciones del tracto urinario en mujeres embarazadas. *Rev.méd.sinerg.* 2020. Disponible en: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/482>
  30. Ana María Becerra, Daniel Parra, Carlos Gustavo Trujillo, Julián Azuero, Sandra García, Fabián Daza, Mauricio Plata. 2021. Infección de vías urinarias no complicada en mujeres. *Urology Journal*; 30(02): 123-134. DOI: 10.1055/s-0040-1721323 <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0040-1721323>
  31. Arispe Quispe, Melany S., Callizaya Laura, Marianela K., Laura Yana, Adriana A., Mendoza Mendoza, Milena Z., Mixto Cano, Jhoseline L., Valdez Baltazar, Brenda D., Mendoza Ocampo, Elia, Magariños Loredo, Walter, Torrico Arzady, Bernardo. 2019. Importancia del examen general de orina, en el diagnóstico preliminar de patologías de

- vías urinarias renales y sistémicas, en mujeres aparentemente sanas. *Revista con ciencia*. Vol. 7: 93-101. [http://www.scielo.org.bo/pdf/rcfb/v7n1/v7n1\\_a09.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rcfb/v7n1/v7n1_a09.pdf)
32. Blanca Irene Semprún, Eduardo José Mera Salvador, Melanie Yanmileth Espinales Lamar, Marioneya Izaguirre Bordelois, Johan Smil Urdaneta Bracho. 2022. Relación entre el examen general de orina y urocultivo en pacientes del Hospital General de Portoviejo. *Revista Estudiantil CEUS*. Vol. 4, No. 3. <https://ceus.ucacue.edu.ec/index.php/ceus/article/view/134/58>
  33. Ibars Valverde Zaira, Ferrando Monleón Susana. 2022. Marcadores clínicos de enfermedad renal. Indicación e interpretación de las pruebas complementarias. Recogida de muestras y análisis sistemático de la orina. Atención temprana. *Protocolo diagnóstico pediátrico*. Asociación Española de Nefrología Pediátrica.
  34. Lozano Triana Carlos Javier. 2016. Examen general de orina: una prueba útil en niños. *Revista de la Facultad de Medicina*. Vol. 64 No. 1: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n1.50634>
  35. Tauler Girona. Hematuria, proteinuria: actitud diagnóstica. 2013. *Pediatría Integral*; XVII (6): 412-421.
  36. Díaz Álvarez, Manuel, Duarte Pérez, María Caridad, Valdés Massó, Laura, Silva, Magalys Martínez, & Acosta Batista, Bárbara. (2021). Significant leukocyturia as an indicator of probable urinary tract infection without positive culture. *Revista Cubana de Pediatría*, 93, [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75312021000500003&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312021000500003&lng=es&tlng=en).
  37. Secretaria de Salud. Cómo prevenir las infecciones del tracto urinario. 2016. <https://www.gob.mx/salud/articulos/como-prevenir-las-infecciones-del-tracto-urinario>
  38. Aguirre OMC, Hernández DAS, Valdivia GGG, Rodríguez WFL. ¿Es útil el examen general de orina para el diagnóstico temprano de infección de vías urinarias? *Acta Med GA*. 2023; 21 (1): 36-39. <https://dx.doi.org/10.35366/109019>
  39. Zayas-Tamayo, Á. M., Barreras-García, G., & Álvarez-Varela, E. (2013). Detección mediante el Sistema DIRAMIC de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina (SARM) y comparación con otros métodos utilizado en la práctica clínica. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(2). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181227534002>

40. Carcausto Huamani, E., & Rodríguez-Hurtado, D. (2021). Factores de riesgo para infección urinaria por *Escherichia coli* BLEE positiva. *Acta Médica Colombiana*, 47(2). <https://doi.org/10.36104/amc.2022.2131>
41. Salame-Khouri L, Contreras-Pichardo B, Arias-Rodríguez S, et al. Epidemiología de las bacteriemias por *Escherichia coli* en dos hospitales de tercer nivel de la Ciudad de México. *An Med Asoc Med Hosp ABC*. 2018;63(2):91-95.
42. Amelia E. Barbero, J.Paul Norton, Adam M Spivak, Mateo A. Mulvey. Urinary Tract Infections: Current and Emerging Management Strategies, *Clinical Infectious Diseases*, volumen 57, número 5, 1 de septiembre de 2013, páginas 719–724, <https://doi.org/10.1093/cid/cit284>
43. Victor M. Blanco, Juan J. Maya, Adriana Correa, Marcela Perenguez, Juan S. Muñoz, Gabriel Motoa, Christian J. Pallares, Fernando Rosso, Lorena Matta, Yamile Celis, Martha Garzon, María V. Villegas. Prevalencia y factores de riesgo para infecciones del tracto urinario de inicio en la comunidad causadas por *Escherichia coli* productor de betalactamasas de espectro extendido en Colombia. *Enfermedades Infecc Microbiol Clínica* 2016; 34(9):559-65. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2015.11.017>
44. Anabel Armas Fernández, Betsy Suárez Trueba, Nidia Crespo Toledo, Alioska Suárez Casal. Resistencia de *Staphylococcus aureus* a la meticilina en aislamientos nosocomiales en un hospital provincial. 2015. *Gaceta Médica Espirituana*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1608-89212015000300011&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1608-89212015000300011&script=sci_arttext&tlng=pt)
45. INEGI. DATOS DE POBLACIÓN. CENSO. 2020. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/ahl/>
46. Doktuz. Infección del tracto urinario (ITU). 2017. <https://www.doktuz.com/wikidoks/enfermedades-y-condiciones/infeccion-del-tracto-urinario-itu.html>
47. Debbarma M, Behera B, Rout B, Panigrahy R, Baral P. (2022). Un vistazo al patrón resistente de los uropatógenos: una descripción general. *J Pure Appl Microbiol*. 2022;16(4):2310-2316. doi: 10.22207/JPAM.16.4.35
48. Aguayo-Reyes, Alejandro & Quezada-Aguiluz, Mario & Mella, Sergio & Riedel, Gisela & Opazo-Capurro, Andres & Bello, Helia & Domínguez, Mariana & González-Rocha, Gerardo. (2018). Bases moleculares de la resistencia a meticilina en *Staphylococcus*

- aureus. *Revista chilena de infectología: organo oficial de la Sociedad Chilena de Infectología*. 35. 10.4067/s0716-10182018000100007.
49. Hevia J., Pilar, Alarcón O., Claudia, González C., Claudia, Nazal Ch., Vilma, & Rosati M., María Pía. (2020). Recomendaciones sobre diagnóstico, manejo y estudio de la infección del tracto urinario en pediatría. Rama de Nefrología de la Sociedad Chilena de Pediatría. Parte 1. *Revista chilena de pediatría*, 91(2), 281-288. <https://dx.doi.org/10.32641/rchped.v91i2.1267>
50. Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. *Microbiología Médica*. 9° ed. Barcelona. Elsevier, 2021.

---

## ANEXOS

---

### HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Con la finalidad de seleccionar, agrupar y recolectar los datos y resultados de importancia para el estudio del paciente, se utilizó el siguiente formato:

#### FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PACIENTE

##### DATOS DEL PACIENTE

<b>FOLIO DE SOLICITUD DE ANALISIS:</b>			
<b>NOMBRE DEL PACIENTE:</b>			
<b>SEXO:</b>		<b>EDAD:</b>	

##### ÁREA DE ATENCIÓN

<b>ORIGEN DE INGRESO DEL PACIENTE:</b>	
<b>SERVICIO QUE BRINDO ATENCIÓN:</b>	

##### HISTORIA CLÍNICA

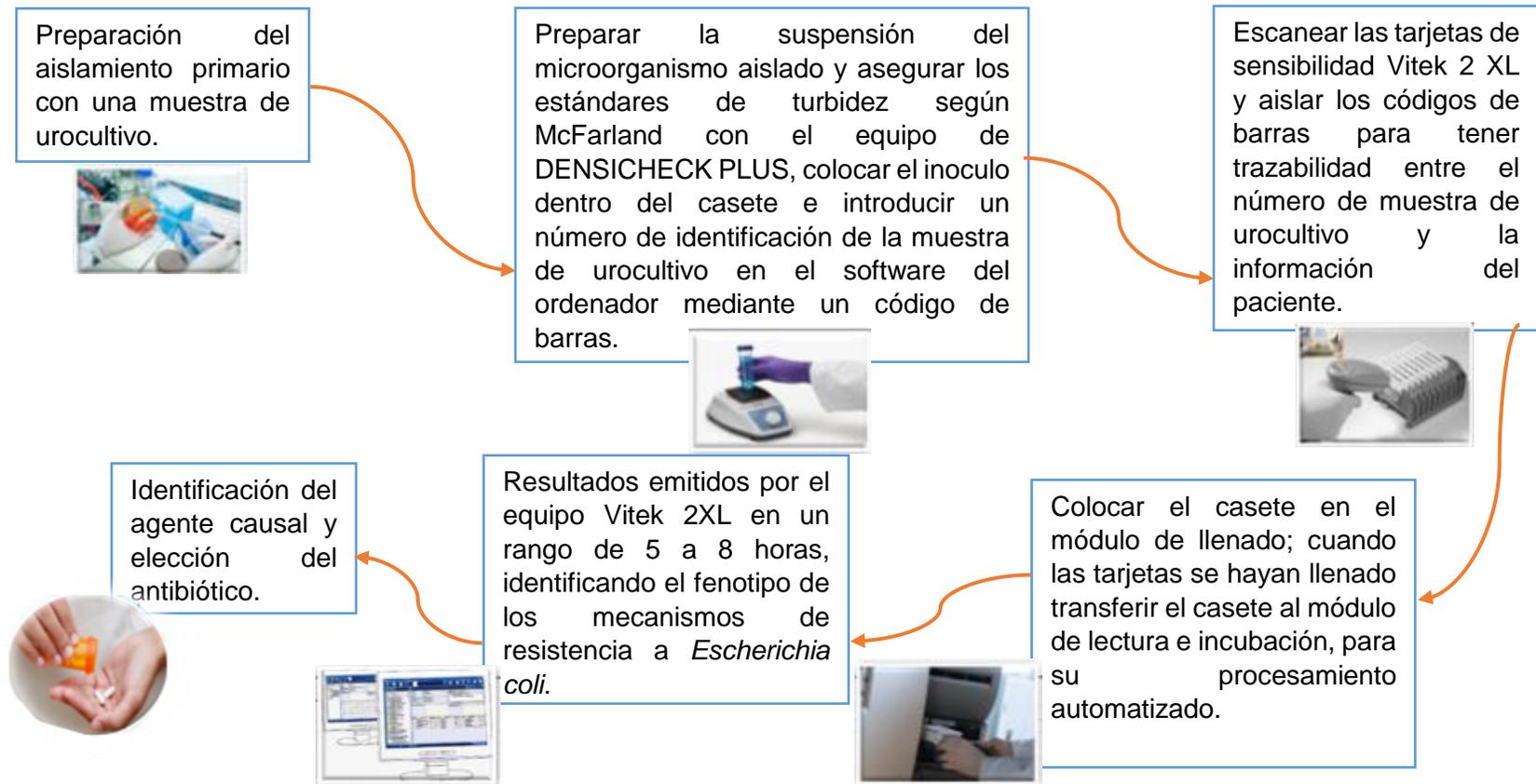
<b>SINTOMAS:</b>	
<b>DIAGNOSTICO:</b>	

##### PRUEBAS DE SENSIBILIDAD ANTIMICROBIANA

<b>ESTUDIO: UROCULTIVO</b>	
<b>ORGANISMO IDENTIFICADO:</b>	
<b>ANTIBIOTICO</b> (Enlistar el nombre del antibiótico)	<b>INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO</b> (Sensible, Intermedio y/o Resistente)

## PROCEDIMIENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE REPORTES DE PRUEBAS DE SENSIBILIDAD A LOS ANTIBIOTICOS (PSA):

### I. Identificación cuantitativa o semi-cuantitativa de $\beta$ -lactamasas de espectro extendido (BLEE) del agente etiológico *Escherichia coli* en urocultivos procesados por el equipo Vitek 2 XL.



**Diagrama 1.** Diagrama de flujo de la prueba in vitro para determinar la sensibilidad de bacilos Gram-negativos aerobios clínicamente significativos (*Escherichia coli*) a los agentes antimicrobianos (BLEE). (Inserto Vitek, AST N271)

## COMPOSICIÓN DE LA TARJETA DE SENSIBILIDAD (AST-N271)

### Gram-negativos (*Escherichia coli*)

Está diseñada para ser utilizada en los sistemas Vitek 2 XL en laboratorios clínicos como prueba in vitro para determinar la sensibilidad de bacilos Gram-negativos aerobios clínicamente significativos a los agentes antimicrobianos.

Antibióticos de la tarjeta AST-N271 sensibilidad de Gram-negativos	Clasificación del antibiótico
Amikacina	Aminoglucósidos
Gentamicina	
Ampicilina	Aminopenicilinas
Ampicilina/ Sulbactam	
Cefalotina	Cefalosporina (Primera generación)
Cefepima	Cefalosporina (Cuarta generación)
Cefotaxima	Cefalosporina (Tercera generación)
Ceftazidima	
Ceftriaxona	
Cefuroxima	Cefalosporina (Segunda generación)
Ciprofloxacina	Fluoroquinolonas
Norfloxacin	
Ertapenem	Carbapenémicos
Meropenem	
BLEE o ESBL	Betalactámicos de espectro extendido
Fosfomicina	Fosfomicina
Nitrofurantoina	Nitrofurantoina
Trimetoprima/Sulfametoxazol	Trimetoprima/Sulfametoxazol

**Tabla 11.** Antibióticos que componen la tarjeta de sensibilidad de Gram-negativos. (Inserto Vitek, AST N271)

## CONTROL DE CALIDAD

Para poder validar los resultados del equipo Vitek 2 XL se realiza una prueba sobre organismos de control de calidad según CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute por sus siglas en inglés o bien Instituto de estándares para el laboratorio clínico) con las cepas:

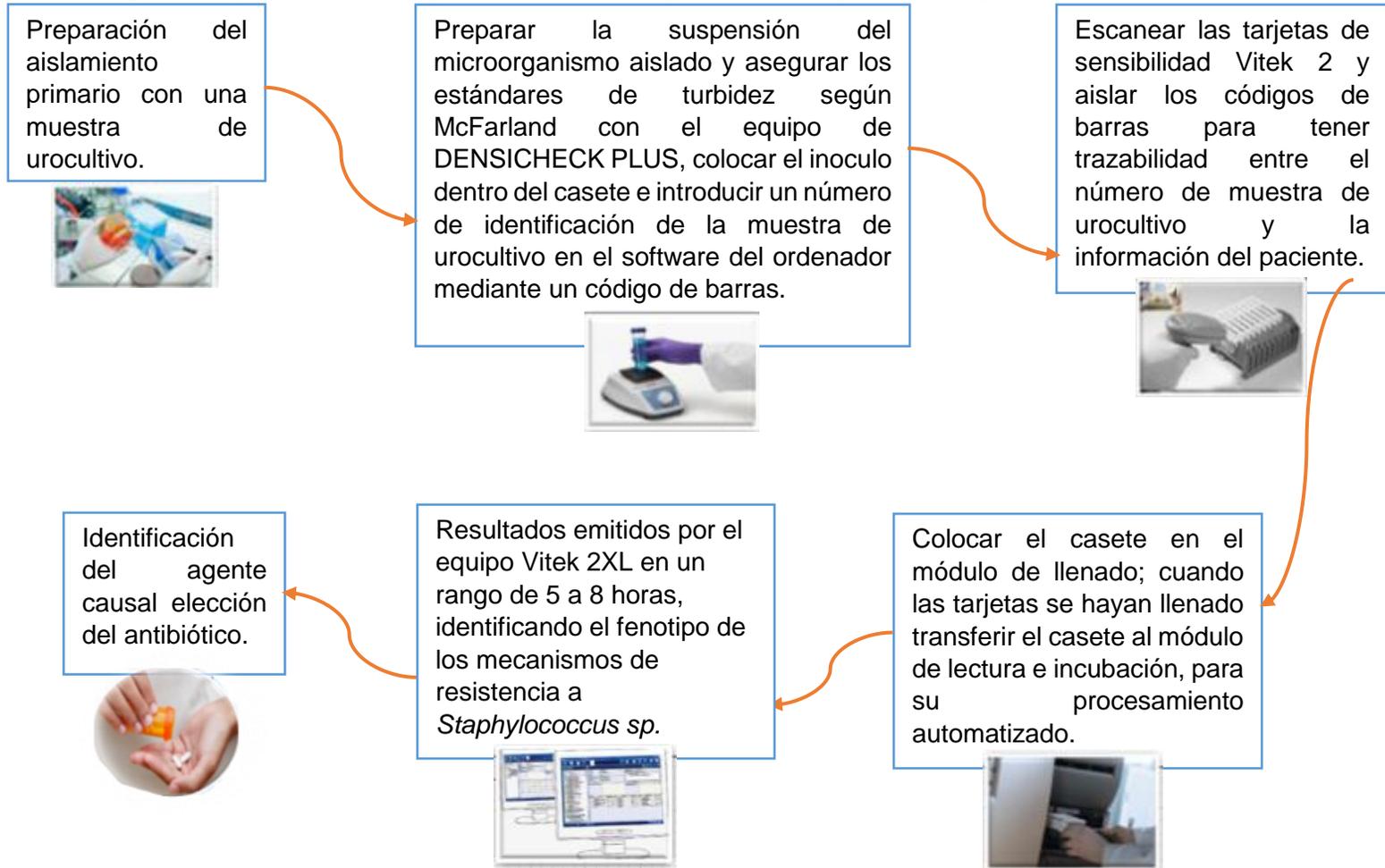
- *Escherichia coli* ATCC 25922
- *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853
- *Escherichia coli* ATCC 35218
- *Klebsiella pneumoniae ssp pneumoniae* ATCC 700603

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

ANTIBIOGRAMA	RESULTADO	M.I.C	UNIDAD
Antibióticos que se evaluaron, respecto a la muestra de urocultivo.	Resistente Intermedio Sensible	Concentración mínima inhibitoria a los antimicrobianos	mcg/mL (microgramo/miligramo)

**Tabla 12.** Interpretación de resultados respecto al resultado del M.I.C. (Inserto Vitek, AST N271)

I. **Identificación cuantitativa o semi-cuantitativa del gen *mecA1* por resistencia a la meticilina del agente etiológico *Staphylococcus sp.* en urocultivos procesados por el equipo Vitek 2 XL.**



**Diagrama 2.** Diagrama de flujo de la prueba in vitro para determinar la sensibilidad de *Staphylococcus sp.* a los agentes antimicrobianos (Meticilina). (Inserto Vitek, AST GP75)

## COMPOSICIÓN DE LA TARJETA DE SENSIBILIDAD (AST-GP75)

### Gram-positivos (*Staphylococcus spp.*, *Enterococcus spp.* y *S. agalactiae*)

La tarjeta de sensibilidad de Gram-positivos está diseñada para ser utilizada en los sistemas Vitek 2 XL en laboratorios clínicos como prueba in vitro para determinar la sensibilidad de *Staphylococcus spp.*, *Enterococcus spp.* y *S. agalactiae*. a los agentes antimicrobianos.

Antibióticos de la tarjeta AST-GP75 sensibilidad de Gram-positivos	Clasificación del antibiótico
Ampicilina	Aminopenicilinas
Cefoxitina	Cefalosporina de amplio espectro (segunda generación)
Ciprofloxacina	Fluoroquinolonas
Levofloxacina	
Moxifloxacina	
Clindamicina	Lincosánidos
Resistencia inducible a Clindamicina	
Daptomicina <sup>NS</sup>	Daptomicina
Doxiciclina	Tetraciclinas
Tetraciclina	
Eritromicina	Macrólidos
Gentamicina	Aminoglucósidos
Alto nivel de Gentamicina (sinergia)	
Linezolid	Oxazolidinonas
Nitrofurantoina	Nitrofurantoina
Oxacilina	Penicilinas
Rifampicina	Rifamicinas
Tigeciclina <sup>NS</sup>	Glicilciclina
Trimetoprima/Sulfametoxazol	Trimetoprima/Sulfametoxazol
Vancomicina	Vancomicina

**Tabla 13.** Antibióticos que componen la tarjeta de sensibilidad de Gram-positivos. (Inserto Vitek, AST GP75)

### NOTAS DE LA TABLA 6:

<sup>NS</sup>: La ausencia actual de cepas resistentes excluye definir algún resultado diferente a la categoría sensible. Cepas que den resultado de CMI sugestivos de categoría No sensibles deberían ser remitidas a un laboratorio de referencia para pruebas confirmatorias.

### CONTROL DE CALIDAD

Para poder validar los resultados del equipo Vitek 2 XL se realiza una prueba sobre organismos de control de calidad según CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute por sus siglas en inglés o bien Instituto de estándares para el laboratorio clínico) con las cepas:

- *Enterococcus faecalis* ATCC 29212
- *Staphylococcus aureus* ATCC 29213
- *Enterococcus faecalis* ATCC 51299
- *Staphylococcus aureus* ATCC BAA-1026
- *Staphylococcus aureus* ATCC BAA-976
- *Staphylococcus aureus* ATCC BAA-977

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

ANTIBIOGRAMA	RESULTADO	M.I.C	UNIDAD
Antibióticos que se evaluaron, respecto a la muestra de urocultivo.	Resistente Intermedio Sensible	Concentración mínima inhibitoria a los antimicrobianos	mcg/mL (microgramo/miligramo)

**Tabla 14.** Interpretación de resultados respecto al resultado del M.I.C. (Inserto Vitek, AST GP75)