UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES ZONA HUASTECA

"*DISTRIBUCIÓN DE PATÓGENOS URINARIOS Y SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA EN GESTANTES ATENDIDAS EN UNA UNIDAD DE PRIMER NIVEL EN SAN LUIS POTOSÍ*"

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ANÁLISIS CLÍNICOS

PRESENTA
QFB. DIEGO MORALES GUTIERREZ

DIRECTORA:
Dra. María Eugenia Sánchez Briones

CODIRECTOR:
Dr. Juan Manuel Vargas Morales

ASESOR:
Dr. Fidel Martínez Gutiérrez

Cd. Valles, S. L. P. Septiembre, 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES ZONA HUASTECA

"*DISTRIBUCIÓN DE PATÓGENOS URINARIOS Y SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA EN GESTANTES ATENDIDAS EN UNA UNIDAD DE PRIMER NIVEL EN SAN LUIS POTOSÍ*"

Presenta:

QFB. Diego Morales Gutiérrez

COMITÉ TUTORIAL:

Directora:

Dra. María Eugenia Sánchez Briones

Codirector:

Dr. Juan Manuel Vargas Morales

Asesor:

Dr. Fidel Martínez Gutiérrez

Cd. Valles, S. L. P. Septiembre, 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES ZONA HUASTECA

"*DISTRIBUCIÓN DE PATÓGENOS URINARIOS Y SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA EN GESTANTES ATENDIDAS EN UNA UNIDAD DE PRIMER NIVEL EN SAN LUIS POTOSÍ*"

SINODALES:

PRESIDENTE:

_____

Dr. Juan Manuel Vargas Morales

SECRETARIO:

_____

M.E. Juan Del Toro Herrera

VOCAL:

_____

Dra. María Eugenia Sánchez Briones

DISTRIBUCIÓN DE PATÓGENOS URINARIOS Y SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA EN GESTANTES ATENDIDAS EN UNA UNIDAD DE PRIMER NIVEL EN SAN LUIS POTOSÍ © 2026 by QFB. Diego Morales Gutiérrez is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International

AGRADECIMIENTOS

A Dios por concederme fortaleza, sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa de mi formación personal. A la Doctora María Eugenia Sánchez Briones, al Dr. Juan Manuel Vargas Morales y al Dr. José Roberto Macías Pérez por todas sus observaciones y mejoras que contribuyeron a lograr este trabajo.

A Fidel Martínez Gutiérrez y a la Mtra. María Antonieta Villalobos Alba por el apoyo y la confianza brindados para realizar este proyecto de investigación.

A todos y cada uno de los profesores de este posgrado, por compartir siempre todo el conocimiento que poseen para formar mejores profesionistas.

A mi familia y amigos, por siempre apoyarme; a mi mamá: Alma Flor Gutiérrez Peralta, por alentarme e inspirarme a ser mejor cada día; y a mi esposa Jacquelyn Hernández Buendía, por tenerme mucha paciencia y por apoyarme en cada uno de los proyectos que la vida me permite tomar. A mi padre Omar Morales Jalomo por darme la vida y formar parte de mi historia; y a mi padre, Jorge Alberto Váldez Campuzano, por acompañarme y brindarme su apoyo a lo largo de mi camino. A ambos gracias por las enseñanzas y experiencias que han contribuido a formar la persona que soy.

A mis perros por su compañía incondicional, por brindarme alegría y tranquilidad en los momentos difíciles, por acompañarme fielmente durante este importante proceso. Y por último pero no menos importante, quiero agradecerme a mi por la perseverancia , la disciplina y la fortaleza que mantuve a lo largo de este proceso; por no rendirme ante las dificultades y por confiar en mis capacidades para culminar esta importante etapa de mi vida personal y profesional.

ÍNDICE

RESUMEN 9

INTRODUCCIÓN 12

ANTECEDENTES 14

MICROBIOTA URINARIA 14

INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS 16

Datos epidemiológicos 16

Clasificación de IVU 17

Etiología 18

Factores de riesgo 19

Cuadro clínico 20

Diagnóstico 21

Tratamiento 23

INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS EN EL EMBARAZO 23

Datos epidemiológicos 24

Cambios fisiológicos y complicaciones durante el embarazo 24

Tratamiento durante el embarazo 26

DISTRIBUCIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS URINARIOS DURANTE EL EMBARAZO 29

RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN LAS INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS DURANTE EL EMBARAZO 32

MARCO CONCEPTUAL 35

INFECCIÓN DE VÍAS URINARIAS (IVU) DURANTE EL EMBARAZO 35

GESTANTE 35

DISTRIBUCIÓN MICROBIOLÓGICA 36

UROCULTIVO 36

BACTERIURIA ASINTOMÁTICA 36

ANTIBIOGRAMA 36

SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA 37
RESISTENCIA ANTIMICROBIANA 37
JUSTIFICACIÓN 38
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 40
OBJETIVOS 42
OBJETIVO GENERAL 42
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 42
METODOLOGÍA 43
TAMAÑO DE LA MUESTRA 44
CRITERIOS DE SELECCIÓN 45
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 46
PROCESAMIENTO MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS 47
MATERIALES Y MÉTODOS ESPECÍFICOS 48
ANÁLISIS ESTADÍSTICO 49
DESARROLLO DEL PROYECTO 51
ASPECTOS ÉTICOS 55
CONTRIBUCIONES Y BENEFICIOS 55
CONFIDENCIALIDAD 55
CONDICIONES PARA LA SOLICITUD DE CONSENTIMIENTO INFORMADO 56
FORMA DE SELECCIÓN DE LOS PACIENTES 56
RIESGO DE LA INVESTIGACIÓN 56
VALIDEZ CIENTÍFICA Y APROBACIÓN ÉTICA 56
RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD 57
HUMANOS 57
RECURSOS E INFRAESTRUCTURA 58
Materiales *58*
Recursos financieros *58*
Factibilidad *58*

RESULTADOS **59**

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO **59**

DISTRIBUCIÓN DE LOS MICROORGANISMOS AISLADOS EN UROCULTIVOS **62**

DISTRIBUCIÓN DE MICROORGANISMOS SEGÚN GRUPO ETARIO **64**

DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LA SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS UROPATÓGENOS AISLADOS DURANTE 2022-2024 ..... **66**

Susceptibilidad antimicrobiana de patógenos gramnegativos ***66***

Susceptibilidad antimicrobiana de patógenos grampositivos ***75***

DISCUSIÓN **83**

CONCLUSIONES **89**

ANEXOS **91**

ANEXO 1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS **91**

ANEXO 2. CARTA DE NO INCONVENIENCIA INSTITUCIONAL PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN LA UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR NO. 47 DEL IMSS, SAN LUIS POTOSÍ **94**

ANEXO 3. SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN EN LA UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR NO. 47 DEL IMSS, SAN LUIS POTOSÍ **95**

ANEXO 4. CARTA COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL **96**

ANEXO 5. DOCUMENTO DE ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN **98**

REFERENCIAS **99**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Microbiota en el cuerpo humano. 14
Figura 2. Progresión de salud a enfermedad en vías urinarias 16
Figura 3. Distribución anual de casos con infecciones de vías urinarias en gestantes . 59
Figura 4. Número de casos presentados por mes en el periodo de 2022-2024 60
Figura 5. Edad promedio de casos de gestantes con infecciones de vías urinarias..... 61
Figura 6. Histograma de frecuencias de casos de infecciones en vías urinarias en función del agente patógeno entre los años 2022-2024..... 62
Figura 7. Histograma de frecuencia de casos de infecciones en vías urinarias en función del agente patógeno, clasificados por año..... 63
Figura 8. Histograma de frecuencia de casos en función de la edad y del patógeno en 2022-2024..... 64
Figura 9. Histograma de frecuencia de casos en función de la efectividad de diferentes antibióticos contra patógenos gramnegativos, comprendido en el periodo 2022-2024 66
Figura 10. Histograma de frecuencia de casos debidos a Escherichia coli durante 2022-2024 70
Figura 11. Histograma de frecuencia de casos debidos a Klebsiella pneumoniae durante 2022-2024..... 72
Figura 12. Histograma de frecuencia de casos debidos a Proteus mirabilis durante 2022-2024..... 74
Figura 13. Histograma de frecuencia de casos en función de la efectividad de diferentes antibióticos contra patógenos grampositivos entre 2022-2024 76
Figura 14. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias grampositivas durante 2024 79
Figura 15. Histograma de frecuencia de casos debidos a Enterococcus faecalis durante 2022-2024..... 80
Figura 16. Histograma de frecuencia de casos debidos a Staphylococcus saprophyticus durante 2022-2024 81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables..... 47
Tabla 2. Estadística descriptiva de edad de gestantes con infecciones de vías urinarias 61
Tabla 3. Análisis estadístico del tipo de patógeno..... 64
Tabla 4. Frecuencia de casos en función de edad y patógeno..... 65
Tabla 5. Análisis estadístico de la distribución de edad..... 65
Tabla 6. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias gramnegativas durante 2022..... 67
Tabla 7. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias gramnegativas durante 2023..... 68
Tabla 8. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias gramnegativas durante 2024..... 69
Tabla 9. Análisis estadístico de la relación entre resistencia y sensibilidad de Escherichia coli (2022-2024) 71
Tabla 10. Antibióticos con mayor contribución al estadístico de chi-cuadrada para Escherichia coli durante el periodo 2022-2024 71
Tabla 11. Análisis estadístico de la relación entre resistencia y sensibilidad de Klebsiella pneumoniae (2022-2024) 73
Tabla 12. Frecuencias observadas y esperadas de los antibióticos con mayor contribución al estadístico de chi-cuadrada para Klebsiella pneumoniae durante el periodo 2022–2024..... 73
Tabla 13. Análisis estadístico de la relación entre resistencia y sensibilidad de Proteus mirabilis (2022-2024)..... 74
Tabla 14. Frecuencias observadas y esperadas de los antibióticos con mayor contribución al estadístico de chi-cuadrada para Proteus mirabilis durante el periodo 2022–2024 75
Tabla 15. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias grampositivas durante 2022..... 77
Tabla 16. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a

bacterias grampositivas durante 2023 78
Tabla 17. Análisis estadístico de la relación entre resistencia y sensibilidad de Enterococcus faecalis (2022-2024) 81
Tabla 18. Análisis estadístico de la relación entre resistencia y sensibilidad de Staphylococcus saprophyticus (2022-2024) 82

RESUMEN

"*DISTRIBUCIÓN DE PATÓGENOS URINARIOS Y SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA EN GESTANTES ATENDIDAS EN UNA UNIDAD DE PRIMER NIVEL EN SAN LUIS POTOSÍ*"

QFB. Diego Morales Gutiérrez[1], Dra. María Eugenia Sánchez Briones [2], Dr. Jorge Enrique Magaña Ortiz[3], Mtra. María Antonieta Villalobos Alba [4], Dr. Fidel Martínez Gutiérrez [5], Mtro. Juan Manuel Vargas Morales [6]

Antecedentes: Las infecciones del tracto urinario (ITU) son una de las infecciones más comunes en el embarazo y un problema importante para la salud materno-fetal. Los cambios fisiológicos y anatómicos que ocurren durante la gestación propician la colonización y la proliferación de microorganismos en el tracto urinario, aumentando con ello el riesgo de que se presente parto pretérmino, bajo peso al nacer y pielonefritis consideradas complicaciones obstétricas. Por ello, es fundamental identificar los principales patógenos urinarios y su perfil de susceptibilidad antimicrobiana para establecer tratamientos adecuados y contribuir al uso racional de antimicrobianos ante el aumento de la resistencia bacteriana.

Objetivo: Caracterizar la distribución de los patógenos urinarios y el perfil de susceptibilidad antimicrobiana en gestantes atendidas en la Unidad de Medicina Familiar (UMF) No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en San Luis Potosí.

Resultados: *Escherichia coli* fue el microorganismo aislado con mayor frecuencia, seguido por *Klebsiella pneumoniae* y otros uropatógenos menos comunes. Se identificaron elevados niveles de resistencia frente a ampicilina, trimetoprima/sulfametoxazol y algunas fluoroquinolonas, mientras que amicacina, ertapenem, meropenem, fosfomicina y nitrofurantoína conservaron altos porcentajes de sensibilidad. Los patrones de susceptibilidad mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los principales agentes etiológicos, evidenciando variaciones relevantes en el comportamiento de la resistencia antimicrobiana.

Conclusiones: Los resultados confirman el predominio de *Escherichia coli* como principal agente causal de IVU en gestantes y evidencian un incremento en la resistencia frente a antimicrobianos de uso frecuente. En contraste, nitrofurantoína, fosfomicina, aminoglucósidos y carbapenémicos mantienen una elevada actividad frente a la mayoría de

los aislamientos. La vigilancia microbiológica continua y la actualización periódica de los perfiles locales de susceptibilidad constituyen herramientas fundamentales para optimizar el tratamiento, promover el uso racional de antimicrobianos y disminuir el riesgo de complicaciones materno-fetales.

DISTRIBUTION OF URINARY PATHOGENS AND ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY IN PREGNANT WOMEN ATTENDED AT A PRIMARY CARE UNIT IN SAN LUIS POTOSÍ.

QFB. Diego Morales Gutiérrez[1], Dra. María Eugenia Sánchez Briones [2], Dr. Jorge Enrique Magaña Ortiz[3], Mtra. María Antonieta Villalobos Alba [4], Dr. Fidel Martínez Gutiérrez [5], Mtro. Juan Manuel Vargas Morales [6]

Background: Urinary tract infections (UTIs) are among the most common infections during pregnancy and represent a major maternal and fetal health concern. Physiological and anatomical changes occurring during gestation promote colonization and proliferation of microorganisms within the urinary tract, thereby increasing the risk of obstetric complications such as preterm birth, low birth weight, and pyelonephritis. Therefore, identifying the main urinary pathogens and their antimicrobial susceptibility profiles is essential to establish appropriate treatment strategies and promote the rational use of antimicrobials in the context of increasing bacterial resistance.

Objective: To characterize the distribution of urinary pathogens and their antimicrobial susceptibility profiles among pregnant women treated at Family Medicine Unit No. 47 of the Mexican Social Security Institute (IMSS) in San Luis Potosí, Mexico.

Results: *Escherichia coli* was the most frequently isolated microorganism, followed by *Klebsiella pneumoniae* and other less common uropathogens. High levels of resistance were identified against ampicillin, trimethoprim-sulfamethoxazole, and several fluoroquinolones, whereas amikacin, ertapenem, meropenem, fosfomycin, and nitrofurantoin maintained high susceptibility rates. Antimicrobial susceptibility patterns showed statistically significant differences among the main etiological agents, demonstrating relevant variations in antimicrobial resistance profiles.

Conclusions: The findings confirm the predominance of *Escherichia coli* as the leading causative agent of urinary tract infections in pregnant women and demonstrate increased resistance to commonly prescribed antimicrobials. In contrast, nitrofurantoin, fosfomycin, aminoglycosides, and carbapenems retained high antimicrobial activity against most isolates. Continuous microbiological surveillance and regular updates of local antimicrobial susceptibility profiles are essential to optimize treatment strategies, promote the rational use of antimicrobials, and reduce the risk of maternal and fetal complications.

INTRODUCCIÓN

Las infecciones de vías urinarias (IVU) constituyen una de las enfermedades bacterianas más frecuentes a nivel mundial y afectan a aproximadamente 150 millones de personas cada año. Su frecuencia es notablemente mayor en mujeres debido a factores anatómicos, hormonales e inmunológicos que favorecen la colonización y el ascenso de microorganismos hacia las vías urinarias. Esta vulnerabilidad se intensifica durante el embarazo, etapa en la que ocurren importantes cambios fisiológicos y endocrinos que predisponen a la aparición de infecciones, con potenciales consecuencias materno-fetales (Gupta et al., 2017).

Durante el embarazo, el riesgo de adquirir una IVU se incrementa significativamente debido a una serie de cambios fisiológicos que ocurren en el tracto urinario, como el aumento de la producción de progesterona, que provoca la relajación del músculo liso de la vejiga y de los uréteres. Esto reduce significativamente la motilidad urinaria y favorece la estasis, un factor clave en el desarrollo de infecciones (Muñoz, 2025).

Los cambios hormonales del embarazo modifican la respuesta inmunológica, lo que aumenta la susceptibilidad a diversas infecciones durante esta etapa. Estos cambios incluyen una disminución de la respuesta inmune celular y un incremento en la producción de ciertas citoquinas proinflamatorias que contribuyen al desarrollo y la persistencia de las infecciones urinarias (Habak, Carlson y Griggs, 2024).

Es importante mencionar que, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, el 10% de las muertes maternas relacionadas con el embarazo se deben a infecciones. De estas, el 28% están relacionadas con el tracto urinario (Habak et al., 2025), lo que convierte a las IVU en una prioridad para la vigilancia y el tratamiento oportunos de dichas enfermedades.

El agente etiológico más frecuentemente implicado en las IVU durante el embarazo es Escherichia coli, responsable de hasta el 80% de los casos, seguido de *Klebsiella pneumoniae, Proteus mirabilis, Enterococcus faecalis y Staphylococcus saprophyticus*. Aunque en menor proporción, también se ha identificado la participación de patógenos fúngicos, como Candida spp., especialmente en mujeres con factores predisponentes, como inmunosupresión o uso prolongado de antimicrobianos (Flores Mireles et al., 2015).

Acuña Ruíz y Molina Torres (2022) realizaron un estudio censal observacional, transversal y retrospectivo. Se incluyeron 90 gestantes adscritas a la UMF No. 1 de Ciudad Obregón, Sonora, México, durante el periodo comprendido entre mayo de 2019 y mayo de 2020. En sus resultados reportaron una incidencia del 2% y una recurrencia del 23% de infecciones urinarias, principalmente a nivel del tracto urinario inferior. Concluyeron que la relajación del músculo liso inducida por la progesterona, la dilatación de los uréteres y la disminución del vaciamiento vesical favorecen la estasis urinaria, una condición ideal para la proliferación de microorganismos patógenos (Acuña Ruíz & Molina Torres, 2022).

Además de su elevada frecuencia, uno de los principales retos actuales en el manejo de las IVU durante el embarazo es la creciente resistencia antimicrobiana. Esta situación ha sido reconocida por organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS), como una amenaza para la salud pública debido a su impacto en la eficacia terapéutica y la seguridad del tratamiento (Organización Mundial de la Salud, 2021). En gestantes, esta problemática se agrava por la limitada disponibilidad de antimicrobianos seguros para el feto, lo que restringe las opciones terapéuticas y aumenta el riesgo de recurrencia o de complicaciones (Jacobo Gallardo et al., 2023).

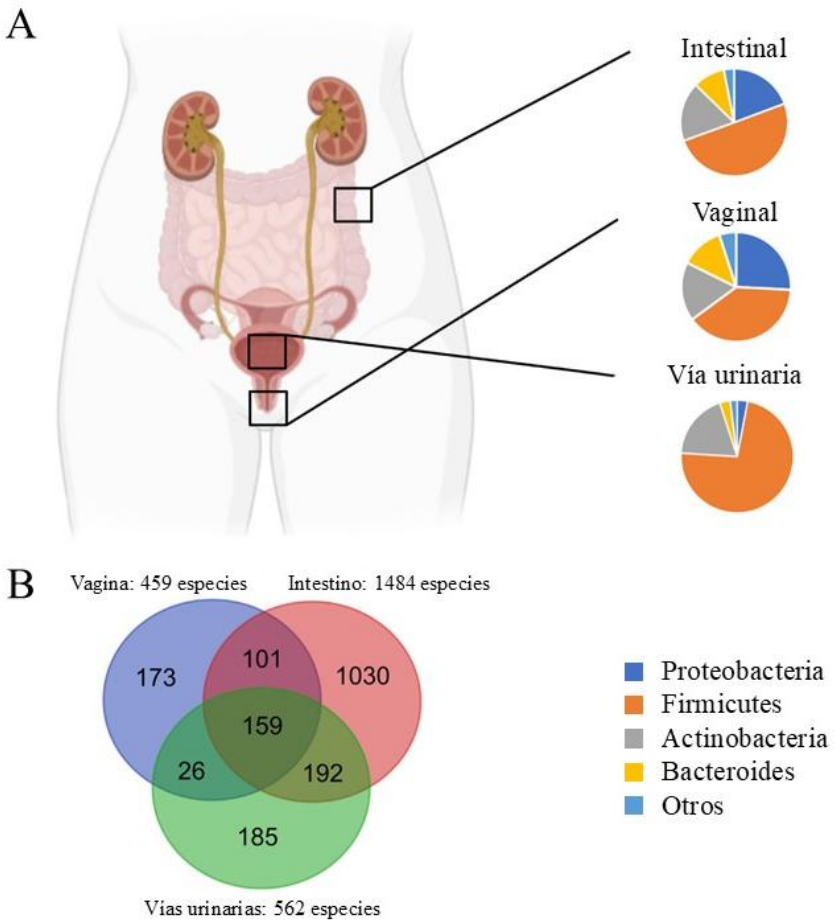
Por lo anterior, la realización de estudios de frecuencia y sensibilidad antimicrobiana en poblaciones específicas, como las gestantes, es fundamental para guiar la terapia antibiótica adecuada y evitar complicaciones relacionadas con la resistencia bacteriana (Flores Mireles et al., 2015; Mera Lojano et al., 2023). Por otro lado, es importante recalcar que en México no se cuenta con estudios actualizados sobre los perfiles de resistencia antimicrobiana en casos de IVU, segmentados por gestantes. Tener información sobre esta población de pacientes es importante desde los puntos de vista clínico y epidemiológico.

ANTECEDENTES

MICROBIOTA URINARIA

Actualmente se ha comprobado que la orina humana, en condiciones normales, contiene una microbiota propia compuesta por microorganismos que pueden ser comensales, mutualistas o patógenos. Esta microbiota cumple una función protectora frente a ciertos agentes infecciosos al formar una barrera física que fortalece la inmunidad innata. En comparación con otras microbiotas del cuerpo, como la intestinal, la vaginal o la cutánea, la del tracto urinario (urobioma) presenta menor diversidad y abundancia, como se muestra en la figura 1 (Pérez Carrasco et al., 2021; Jones Freeman et al., 2021).

Figura 1. Microbiota en el cuerpo humano.



A. Diversidad de microbiotas en función del género bacteriano. B. Cuantificación de especies según el tracto estudiado. Modificado de Pérez Carrasco et al. (2021).

Adicionalmente, es importante recordar que en años recientes ha quedado cada vez más clara la importancia de las microbiotas para la salud; más específicamente, la microbiota intestinal sana se asocia con un estado de salud general, mientras que diversas disbiosis se han correlacionado con enfermedades diversas, desde infecciones recurrentes y el síndrome de intestino irritable hasta enfermedades mentales como la depresión o el Alzheimer (Sorboni et al., 2022). Esto es importante, ya que al estudiar el urobioma se ha observado que comparte diversas especies con las microbiotas intestinal y vaginal, como se muestra en la figura 1 (Pérez Carrasco et al., 2021). Más importante aún, muchos de los casos de IVU se deben a *E. coli* y se ha reportado que esta infección comienza en el tracto intestinal y posteriormente migra al tracto urinario (Grey et al., 2023; Meštrović et al., 2021). Es decir, la salud del urobioma podría verse influida por el estado de la microbiota intestinal, y viceversa.

Los estudios genómicos realizados sobre el urobioma han permitido identificar su composición, la cual está conformada en su mayoría por bacterias, aunque también se han detectado hongos, virus y arqueas (figura 1) (Neugent et al., 2020):

- **Bacterias:** Existen más de 500 especies de bacterias pertenecientes a los filos Firmicutes, Actinobacteria, Fusobacteria, Bacteroidetes, Proteobacteria, Chloroflexi, Spirochaetes, Synergistetes y Fibrobacteres. En adultos, los más frecuentes son *Enterococcus, Citrobacter, Streptococcus, Escherichia y Prevotella*.
- **Hongos:** Se han identificado Dothiodeomycetes, Saccharomycetes (*Candida*), Eurotiomycetes, Exobasidiomycetes y Microbotryomycetes.
- **Virus:** La mayor parte de los virus detectados en el urobioma corresponden a bacteriófagos, es decir, virus que infectan bacterias, mientras que, en menor proporción, se han hallado virus eucarióticos, entre los cuales se incluyen el papilomavirus, el virus del moluscum contagioso, los poliomavirus JC y BK, ciertos herpesvirus y anellovirus.
- **Arqueas:** Son las menos frecuentes en el urobioma; en algunos sujetos se ha identificado la especie *Methanobrevibacter smithii* (Delgado Mallen & Ortega González, 2022).

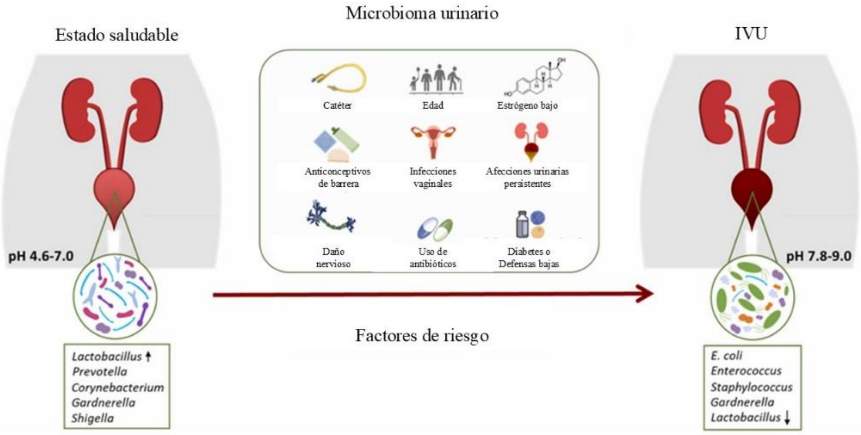
La comunidad microbiana del tracto urinario no es constante, sino que presenta variaciones

naturales asociadas a factores como la edad y el sexo. Cuando ese equilibrio se altera y disminuye la diversidad de microorganismos, puede desarrollarse disbiosis, un fenómeno asociado a diversas afecciones urinarias. A su vez, la exposición a antibióticos de amplio espectro puede intensificar este desequilibrio al disminuir las poblaciones protectoras y favorecer el predominio de microorganismos potencialmente patógenos, lo que incrementa la aparición de infecciones del tracto urinario.

INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS

Las infecciones de vías urinarias son trastornos frecuentes que afectan a millones de personas en todo el mundo. Estas se originan por la invasión de bacterias u otros microorganismos en diferentes componentes del sistema urinario, como la vejiga, los riñones, los uréteres, la uretra o la próstata (figura 2) (Imam, 2021; Pérez Carrasco et al., 2021; Jones Freeman et al., 2021).

Figura 2. Progresión de salud a enfermedad en vías urinarias



A. Condiciones normales. B. Intervención en factores de riesgo. C. Condiciones en enfermedad. Se muestran los géneros de microorganismos más comunes en cada situación, así como los factores de riesgo asociados. IVU: infección de vías urinarias. Modificado de (Kenneally et al., 2022).

Datos epidemiológicos

La prevalencia de las IVU puede variar según diversos factores, como la edad, el sexo, las condiciones médicas subyacentes y la región geográfica (Öztürk & Murt, 2020; Wagenlehner, 2020).

Se estima que en Estados Unidos estas infecciones representan el 15% de las prescripciones

de antibióticos en atención ambulatoria y aproximadamente 7 millones de visitas anuales al médico de atención primaria (Öztürk & Murt, 2020; Wagenlehner, 2020; Delgado Mallen & Ortega González, 2022).

En México, durante 2021 se registraron 2,886,014 casos de infecciones de vías urinarias, con un mayor número de casos (892,330) en el grupo de 25 a 44 años; en 2022 se registraron 3,231,627, con 961,900 en este grupo; y en 2023 se registraron 3,431,865, con 993,928 en el mismo grupo de edad. Estas cifras posicionan las infecciones del tracto urinario como la tercera causa de morbilidad a nivel nacional en 2023 (Secretaría de Salud, 2023).

La frecuencia de las infecciones urinarias varía según el sexo y la etapa de la vida. En las mujeres, el riesgo es mayor debido a sus características anatómicas y hormonales, y se estima que entre la mitad y las tres quintas partes de ellas presentarán al menos un episodio a lo largo de su vida. En los hombres, estas infecciones son menos habituales, aunque su aparición aumenta cuando existen obstrucciones de las vías urinarias, infecciones de transmisión sexual o el uso de catéteres. Durante los primeros meses de vida son poco frecuentes, pero en la infancia se observan con mayor frecuencia, especialmente en las niñas. Más adelante, el envejecimiento favorece un nuevo incremento del riesgo como consecuencia de los cambios en el aparato urinario y de la mayor presencia de enfermedades concomitantes (Grey et al., 2023; Preminger, 2025).

Clasificación de IVU

Su clasificación se determina por la evolución y la coexistencia de factores de riesgo o por su localización anatómica.

- **IVU no complicada:** Es aquella que se presenta en mujeres sanas no gestantes, que muestra síntomas típicos de infección en las vías urinarias bajas o altas. Estas infecciones pueden manifestarse de forma ocasional o recurrir con el tiempo.
- **IVU complicada:** Se presenta en personas con factores de riesgo que pueden dificultar su evolución y su tratamiento. Es común en gestantes, hombres y personas con el sistema inmunológico comprometido.
- **IVU asociada a catéter:** Ocurre en personas que utilizan un catéter urinario permanente y no presentan indicios de otras fuentes de infección.

- **IVU recurrente:** Se clasifica en esta categoría cuando se presentan 3 episodios clínicos en un año o 2 en los últimos 6 meses.
- **Urosepsis:** Condición potencialmente mortal caracterizada por disfunción orgánica, causada por una infección de las vías urinarias.
- Por su localización anatómica:

  Vías urinarias bajas: uretritis, cistitis, prostatitis.

  Vías urinarias altas: pielonefritis, absceso intrarrenal (Imam, 2021; Pérez Carrasco et al., 2021; Grey et al., 2023).

Etiología

Aunque las infecciones de vías urinarias pueden originarse por distintos tipos de microorganismos, las bacterias son la causa más frecuente. En las infecciones adquiridas fuera del entorno hospitalario, *Escherichia coli*, integrante normal de la microbiota intestinal, es el agente predominante y se asocia con cerca del 85% de los casos sintomáticos en mujeres cuando alcanza el tracto urinario. *Staphylococcus saprophyticus* ocupa el segundo lugar y se asocia principalmente con episodios de cistitis no complicada. En cambio, las infecciones complicadas o recurrentes suelen presentar una mayor diversidad etiológica, con participación de *Enterococcus faecalis, Enterococcus faecium*, especies de *Klebsiella* y de *Proteus*, así como de *Providencia stuartii*, *Morganella morganii* y *estreptococos del grupo B* (Wagenlehner et al., 2020; Delgado Mallen & Ortega González, 2022).

Entre los otros agentes infecciosos asociados a las infecciones de vías urinarias destacan los hongos, especialmente las especies del género *Candida*, así como las micobacterias, los virus y los parásitos. Estos microorganismos suelen presentarse con mayor frecuencia en personas inmunocomprometidas, con alteraciones anatómicas u obstructivas del tracto urinario o con antecedentes recientes de procedimientos invasivos en las vías urinarias.

En el caso de las infecciones virales, el adenovirus es el agente que con mayor frecuencia se asocia con la cistitis hemorrágica, mientras que la participación de otros virus es poco relevante. Respecto a las infecciones parasitarias, los principales agentes descritos incluyen los causantes de la filariasis, la tricomoniasis, la leishmaniasis, la malaria y la esquistosomiasis. Asimismo, la uretritis y la prostatitis suelen asociarse a infecciones de

transmisión sexual, siendo esta última predominantemente de origen bacteriano (Imam, 2021; Shahzad et al., 2022).

Factores de riesgo

Los factores de riesgo comunes asociados son diversos y pueden variar dependiendo de la edad, el sexo y otras condiciones médicas subyacentes**:**

- **Sexo femenino:** Desde el punto de vista anatómico, la uretra femenina es más corta, lo que facilita el acceso de microorganismos al tracto urinario y aumenta el riesgo de infección. En contraste, los hombres poseen una uretra más larga, lo que favorece la eliminación de patógenos mediante el flujo urinario antes de que estos alcancen la vejiga (Imam, 2021; Grey et al., 2023).
- **Edad:** Las personas mayores de 60 años son más propensas a desarrollar infecciones urinarias debido a alteraciones en la estructura y el funcionamiento del sistema urinario, así como a la mayor frecuencia de enfermedades subyacentes, como la incontinencia urinaria (Preminger, 2025).
- **Obstrucción urinaria:** Cualquier condición que impida el flujo normal de la orina incrementa la probabilidad de desarrollar infecciones. Entre estas se encuentran las estenosis uretrales o ureterales, tumores, divertículos, obstrucción en la unión pielocalicial, hipertrofia prostática, presencia de cálculos (urolitiasis) y malformaciones congénitas (Imam, 2021; Shahzad et al., 2022).
- **Alteraciones funcionales:** Las disfunciones del sistema urinario, como la vejiga neurógena, el reflujo vesicoureteral, los defectos anatómicos, el flujo urinario uretral turbulento o la presencia de un cistocele, pueden favorecer la aparición de infecciones urinarias (Imam, 2021; Shahzad et al., 2022).
- **Intervenciones urológicas:** Los procedimientos médicos que implican manipulación del tracto urinario como el uso de catéteres urinarios, sondas permanentes o suprapúbicas, cirugías endourológicas, colocación de endoprótesis ureterales, tubos de nefrostomía, cistoscopias o la creación de neovejigas, incrementan el riesgo de infecciones urinarias (Imam, 2021; Shahzad et al., 2022).

- **Enfermedades metabólicas o congénitas:** Los pacientes con válvulas ureterales, enfermedad renal poliquística, nefrocalcinosis o riñón esponjoso medular tienen un mayor riesgo de desarrollar infecciones urinarias (Kaur & Kaur, 2021; Shahzad et al., 2022).
- **Diabetes:** Las personas que viven con diabetes son más propensas a desarrollar infecciones urinarias debido a alteraciones del sistema inmunológico y a niveles elevados de glucosa en la orina, lo que favorece la proliferación bacteriana (Kaur & Kaur, 2021; Shahzad et al., 2022**)**.
- **Inmunosupresión:** Las personas que padecen enfermedades que comprometen el sistema inmunológico, que se encuentran bajo tratamientos inmunosupresores, o han recibido trasplantes de órganos presentan un riesgo elevado de desarrollar infecciones urinarias (Kaur & Kaur, 2021; Shahzad et al., 2022).
- **Relaciones sexuales:** Las mujeres sexualmente activas tienen un mayor riesgo, ya que la actividad sexual facilita la infección (Kaur & Kaur, 2021; Shahzad et al., 2022).
- **Higiene inadecuada:** Una limpieza deficiente después de defecar o el uso de papel higiénico que se mueve desde el ano hacia la uretra puede aumentar el riesgo de infecciones urinarias (Kaur & Kaur, 2021; Shahzad et al., 2022).
- **Embarazo:** Durante la gestación, el crecimiento del útero puede comprimir la vejiga, lo que dificulta su vaciamiento completo. Asimismo, los cambios hormonales propios del embarazo relajan las vías urinarias, lo que favorece el ascenso de bacterias desde la uretra hacia la vejiga e incluso hasta los riñones (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2016; Muñoz, 2024).

Cuadro clínico

El espectro clínico de las infecciones de vías urinarias es amplio y puede abarcar desde la bacteriuria asintomática, identificada por un urocultivo positivo en ausencia de manifestaciones clínicas, hasta cuadros de mayor gravedad. Entre estos se encuentran la cistitis, localizada en la vejiga y en las vías urinarias inferiores; la pielonefritis, que compromete el parénquima renal y las vías urinarias superiores; y la urosepticemia, caracterizada por una respuesta inflamatoria sistémica que puede progresar a choque séptico

cuando el foco de infección se origina en el tracto urinario (Kaur & Kaur, 2021; Shahzad et al., 2022).

Las manifestaciones clínicas más habituales incluyen urgencia miccional, polaquiuria y disuria, además de dolor o molestias en la región suprapúbica, vaginal o uretral. En algunos pacientes también pueden observarse hematuria y piuria, evidenciadas por la presencia de sangre o de leucocitos en la orina, respectivamente (Kaur & Kaur, 2021; Shahzad et al., 2022).

Las manifestaciones clínicas varían según el sitio afectado; por ejemplo, cuando la infección se limita a las vías urinarias inferiores, como ocurre en la cistitis, suelen presentarse disuria, con o sin polaquiuria, dolor suprapúbico, piuria y, en algunos casos, hematuria visible. Por el contrario, la pielonefritis compromete las vías urinarias superiores y generalmente se acompaña de fiebre, náuseas, vómitos, dolor en el costado y sensibilidad en el ángulo costovertebral. La aparición de fiebre en una infección urinaria baja es poco habitual y puede sugerir progresión hacia el tracto urinario superior, por lo que el cuadro debe valorarse como una posible infección complicada (Kaur & Kaur, 2021; Shahzad et al., 2022).

Se considera bacteriuria asintomática la detección de un recuento igual o superior a 100,000 unidades formadoras de colonias (UFC)/mL en dos urocultivos consecutivos, independientemente de la presencia de piuria y en ausencia de manifestaciones clínicas. Esta condición puede persistir durante meses o incluso años sin que la persona presente signos o síntomas de infección urinaria (Wagenlehner et al., 2020; Grey et al., 2023).

Diagnóstico

El diagnóstico inicial es clínico, sin embargo, se utilizan pruebas de laboratorio y, en algunos casos, estudios de imagen para determinar el agente causal y el sitio anatómico afectado (Kaur & Kaur, 2021; Grey et al., 2023).

Las pruebas diagnósticas comunes para las infecciones del tracto urinario incluyen:

- **Análisis de orina:** La detección de bacteriuria en una muestra de orina que ha permanecido en la vejiga durante al menos dos horas (preferentemente durante toda la noche) permite un adecuado crecimiento bacteriano y constituye el elemento

fundamental para el diagnóstico de una infección urinaria (Kaur & Kaur, 2021; Grey et al., 2023).

El análisis de una muestra de orina permite identificar la presencia de bacterias, leucocitos y otros signos indicativos de infección. El método más comúnmente empleado para el diagnóstico de infecciones urinarias es la tira reactiva de orina. Este procedimiento permite detectar nitritos (productos del metabolismo de ciertos patógenos urinarios), esterasa leucocitaria, así como la presencia de proteínas y sangre, que pueden ser indicativas de inflamación (Kaur & Kaur, 2021; Grey et al., 2023).

- **Cultivo de orina:** Es el estándar de oro para el diagnóstico de infecciones de vías urinarias y se considera la prueba de detección más adecuada para la bacteriuria asintomática. Los medios y sus combinaciones más frecuentemente utilizados son CLED solo, CLED y agar sangre, MacConkey y agar sangre, un medio cromogénico solo o junto con agar sangre (Kaur & Kaur, 2021; Grey et al., 2023). De especial importancia es el uso de una asa calibrada (0.001 o 0.01 mL) para cuantificar la cantidad de microorganismos que crecen en los agares mencionados.
- **PCR:** Los métodos moleculares se han desarrollado para identificar patógenos en orina, sangre y otras muestras clínicas. Esta técnica se basa en la amplificación del ADN mediante cebadores universales o específicos que permiten la detección precisa de los microorganismos presentes (Kaur & Kaur, 2021; Grey et al., 2023).
- **Microcalorimetría isotérmica:** Este método se basa en la idea de que el calor generado durante el crecimiento microbiano es proporcional a la tasa de replicación y a la actividad metabólica. El calor liberado se registra y se representa gráficamente, lo que permite identificar la presencia y el desarrollo de los microorganismos (Kaur & Kaur, 2021; Grey et al., 2023).
- **ELISA:** Esta prueba aprovecha el hecho de que todos los microorganismos presentan antígenos específicos, que pueden utilizarse como marcadores para su detección. Las distintas variantes de ELISA permiten identificar tanto antígenos como anticuerpos,

distinguir entre diferentes cepas de patógenos y analizar la distribución de epítopos en la superficie de los microorganismos (Kaur & Kaur, 2021; Grey et al., 2023).

- **Tomografía computarizada contrastada:** En pacientes con urosepticemia, estas pruebas son útiles para detectar anomalías que requieren una intervención inmediata para controlar la fuente de la infección (Kaur & Kaur, 2021; Grey et al., 2023).
- **Ecografía:** Es útil para descartar una obstrucción significativa (Kaur & Kaur, 2021; Grey et al., 2023).

Tratamiento

El tratamiento para estas infecciones es integral; se debe dar manejo a los síntomas y tener en cuenta las siguientes consideraciones antes de iniciar tratamiento empírico:

- Etiología más probable.
- Determinación de susceptibilidad antibiótica.
- Datos clínicos del paciente.
- Edad.
- Uso previo de antibióticos (Guzmán & García Perdomo, 2020; Kaur & Kaur, 2021).

El tratamiento inicial de las infecciones urinarias se basa en el alivio sintomático y en la administración empírica de antibióticos de amplio espectro. En el ámbito ambulatorio o en consultas de primer nivel, este enfoque suele mantenerse mientras haya una evolución favorable y no se presenten complicaciones. En cambio, en el entorno hospitalario, el tratamiento se ajusta posteriormente en función de los resultados del urocultivo y del perfil de sensibilidad antibiótica del patógeno identificado (Guzmán & García Perdomo, 2020; Kaur & Kaur, 2021).

INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS EN EL EMBARAZO

Las infecciones de vías urinarias (IVU) son una de las complicaciones médicas más comunes durante el embarazo y una de las principales causas de consulta en obstetricia. Se estima que entre el 5% y el 10% de las gestantes desarrollan algún tipo de IVU durante la gestación con manifestaciones clínicas que pueden ir desde bacteriuria asintomática hasta cistitis aguda o

pielonefritis (Mejía Ramírez et al., 2023; Mera Lojano et al., 2023).

Datos epidemiológicos

La prevalencia de infecciones de vías urinarias (IVU) en gestantes varía considerablemente según el país y la región, lo que refleja diferencias en los factores de riesgo, el acceso a los servicios de salud y las estrategias de tamizaje empleadas.

A nivel internacional, un estudio realizado por Mera Lojano y colaboradores (2023) en el Hospital Básico de Sangolquí, Ecuador, encontró una prevalencia de IVU en gestantes del 37.7% (IC 95%: 33.7-41.7). En este estudio se identificaron como importantes condicionantes del desarrollo de la infección los antecedentes de infecciones urinarias previas, la diabetes mellitus y el sobrepeso (Mera Lojano et al., 2023).

Por otro lado, en Colombia, un estudio realizado por Espitia de la Hoz en el Eje Cafetero reportó una prevalencia de IVU del 14.94% (IC 95%: 11.78-21.46) entre gestantes que acudieron a su primera consulta prenatal. Entre los principales factores de riesgo asociados a la infección, destacaron la depilación íntima, el tabaquismo y la diabetes mellitus.

En México, un estudio realizado por Zúñiga Martínez y colaboradores en un Centro de Salud de San Luis Potosí reportó una prevalencia de IVU del 81% en gestantes atendidas en control prenatal entre 2014 y 2016. De manera complementaria, Mejía Ramírez y colaboradores (2023) señalan que en distintas regiones de México la prevalencia varía y reportan cifras de 25% en Michoacán, 49% en Quintana Roo y hasta 80% en San Luis Potosí.

Cambios fisiológicos y complicaciones durante el embarazo

Durante el embarazo, el organismo experimenta múltiples cambios fisiológicos que incrementan el riesgo de desarrollar IVU, en el que el sistema urinario sufre modificaciones que afectan tanto su estructura como su función. Estas modificaciones se presentan progresivamente a lo largo de los tres trimestres y predisponen a distintas complicaciones según el momento gestacional. Las principales manifestaciones reportadas son:

- **Primer trimestre (0 a 12 semanas)**

Durante este trimestre, se inicia la acción de la progesterona, que ejerce un efecto relajante sobre la musculatura lisa del tracto urinario. Como resultado, a partir de la sexta semana, se inicia la dilatación de los uréteres y de la pelvis renal. Esta dilatación temprana disminuye la eficacia del peristaltismo urinario, lo que genera estasis urinaria, un factor determinante de la colonización bacteriana (Melchor Marcos & Ucieda Somoza, 2013).

Además, en esta etapa, la concentración de glucosa en la orina (glucosuria fisiológica) y el pH más alcalino de la orina favorecen la proliferación bacteriana. Por otro lado, el sistema inmunológico de la mujer sufre adaptaciones para permitir la tolerancia inmunológica al feto, lo que disminuye las respuestas celulares locales en la mucosa urogenital y reduce la capacidad de defensa frente a infecciones urinarias (Torres Lestrade et al., 2020).

Las principales complicaciones en este periodo incluyen el desarrollo de bacteriuria asintomática, que, si no se detecta y trata adecuadamente, puede evolucionar a infecciones sintomáticas como la cistitis aguda. Aunque la cistitis en el primer trimestre suele ser de bajo riesgo, su progresión hacia infecciones más graves representa una preocupación importante si no se realiza un tratamiento oportuno (Jacobo Gallardo et al., 2023).

- **Segundo trimestre (13 a 28 semanas)**

Este trimestre representa una fase crítica en cuanto a las modificaciones anatómicas. Entre las semanas 22 y 24 de gestación, la dilatación de los uréteres y la pelvis renal alcanza su máximo grado (Melchor Marcos & Ucieda Somoza, 2013). A medida que el útero crece, su peso ejerce una presión creciente sobre los uréteres, en particular el derecho por su posición anatómica, lo que favorece el reflujo vesicoureteral. Esto agrava la estasis urinaria preexistente y facilita la migración ascendente de bacterias hacia los riñones (Rodríguez Parrales et al., 2023).

Simultáneamente, persiste la supresión inmunitaria sistémica y local, lo que

incrementa el riesgo de infecciones complicadas. Es en este trimestre cuando aumenta la incidencia de pielonefritis aguda, considerada la complicación más grave de las infecciones urinarias durante el embarazo (Jacobo Gallardo et al., 2023).

La pielonefritis no solo amenaza la salud materna, con riesgo de insuficiencia renal y sepsis, sino que también tiene consecuencias obstétricas graves, como parto pretérmino y restricción del crecimiento intrauterino, debido a la respuesta inflamatoria sistémica que puede afectar la perfusión placentaria (Torres Lestrade et al., 2020).

- **Tercer trimestre (29 a 40 semanas)**

  Durante este trimestre, el útero alcanza su volumen máximo, comprimiendo intensamente los uréteres y la vejiga. Esta presión mecánica exacerbada disminuye aún más la capacidad de vaciado vesical, aumentando considerablemente el volumen residual de orina tras la micción y agravando la estasis urinaria (Jacobo Gallardo et al., 2023).

  La persistencia de la estasis urinaria y de las alteraciones inmunológicas hace que las gestantes en esta etapa sean particularmente susceptibles a infecciones urinarias complicadas. Además, cualquier proceso infeccioso en el tercer trimestre puede desencadenar complicaciones graves no solo a nivel renal, sino también a nivel obstétrico y neonatal (Jacobo Gallardo et al., 2023).

  Entre las complicaciones más relevantes de este trimestre se encuentran la pielonefritis severa, con riesgo elevado de sepsis materna, insuficiencia renal aguda, parto pretérmino espontáneo y bajo peso al nacer (Torres Lestrade et al., 2020; Jacobo Gallardo et al., 2023).

Tratamiento durante el embarazo

La resistencia antimicrobiana complica significativamente el tratamiento de las IVU durante el embarazo, en el que las opciones terapéuticas se ven limitadas por el riesgo potencial de toxicidad fetal. Por ejemplo, aunque fármacos como la nitrofurantoína y la cefalexina se

consideran seguros durante la mayor parte de la gestación, existen reportes que muestran un aumento de cepas bacterianas resistentes a estos antibióticos, especialmente en regiones con alta presión antibiótica (Mera Lojano et al., 2023).

Los antibióticos betalactámicos actúan al inhibir la biosíntesis de la pared bacteriana, lo que debilita al microorganismo y lo vuelve más vulnerable frente a mecanismos como la respuesta inmunitaria del huésped y el estrés osmótico u oxidativo. La penicilina fue el primer fármaco de este grupo empleado clínicamente; sin embargo, con el tiempo surgieron bacterias capaces de producir betalactamasas, enzimas que inactivan estos medicamentos y favorecen la resistencia. Dentro de esta familia se incluyen las penicilinas, cefalosporinas, carbapenémicos y monobactámicos, además de los inhibidores de betalactamasas utilizados para proteger la actividad del antibiótico (Suárez & Gudiol, 2009).

Más específicamente, y para fines de este trabajo, es importante recalcar que las penicilinas más utilizadas, como ampicilina y amoxicilina, son susceptibles a las betalactamasas. Mientras que las resistentes a betalactamasas son la combinación de amoxicilina con ácido clavulánico (Suárez & Gudiol, 2009). En estos casos, múltiples infecciones han mostrado una resistencia creciente a estos antibióticos (Bolado-Martínez et al., 2022; SIREVA, 2020).

Como alternativa, se han utilizado las cefalosporinas de primera generación, como la cefazolina; de segunda generación, como la cefuroxima; y de tercera generación, como la ceftriaxona, la cefotaxima y la ceftazidima, cuando las penicilinas no son suficientes. Otros grupos de antibióticos son los carbapenémicos (imipenem, meropenem, ertapenem) y los monobactámicos (aztreonam), que se reservan como últimas opciones, sin embargo, en los últimos años se ha reportado que también hay resistencia creciente a estos últimos. (European Centre for Disease Prevention and Control, 2024; Suárez & Gudiol, 2009).

Particularmente, *Escherichia coli*, que es el agente etiológico predominante en más del 70% de los casos de IVU en gestantes, ha desarrollado resistencias crecientes a antimicrobianos de uso común como la ampicilina, el trimetoprima-sulfametoxazol y, en algunos contextos, incluso a las quinolonas y las cefalosporinas (Flores Mireles et al., 2015). Más recientemente, esta bacteria también ha mostrado resistencia a antibióticos más potentes, como los

carbapenémicos (Mendieta Astudillo et al., 2021), que suelen reservarse como último recurso, lo que la vuelve aún más peligrosa.

Otro agente patógeno detectado con frecuencia en casos de IVU es la bacteria *Klebsiella pneumoniae*. Esta también se ha reportado con múltiples resistencias a antibióticos, especialmente en entornos hospitalarios (Guerra et al., 2022; Li et al., 2023).

Los siguientes esquemas de tratamiento han demostrado ser más seguros y efectivos contra la pielonefritis de las cepas más comunes (Habak et al., 2025):

1. Ceftriaxona o cefepima a dosis de 1 g por vía intravenosa cada 24 horas.
2. Ampicilina 2 g por vía intravenosa cada 6 horas, en combinación con gentamicina a 1.5 mg/kg por vía intravenosa cada 8 horas, si la cepa es sensible a ambos antibióticos.
3. Aztreonam 1 g por vía intravenosa cada 8 a 12 horas.

Por otro lado, el tratamiento de la cistitis también es diverso; sin embargo, se recomienda confirmar previamente la sensibilidad de la cepa (Habak et al., 2025).

El tratamiento de primera línea es la nitrofurantoína oral de 50 mg durante 5 a 7 días. Cuando la cepa ya presenta resistencia o la infección ha avanzado a pielonefritis, ya no es una buena opción; sin embargo, los antibióticos β-lactámicos combinados con amoxicilina oral de 500 mg, cuando se sabe que el agente causal no es *E. coli*, pueden ser una alternativa (Habak et al., 2025).

En otros casos, se usa fosfomicina oral de 3 gramos en una toma, cefalexina de 250-500 mg oral por 5-7 días o la combinación trimetoprima-sulfametoxazol 800/160 mg en vía oral cada 12 horas por 5-7 días. Estas opciones se usan cuando los antibióticos de primera línea no han funcionado y la infección no ha progresado a pielonefritis (Habak et al., 2025).

Finalmente, recientemente se han buscado alternativas a los antibióticos para el tratamiento de las IVU. Por ejemplo, en casos de infecciones recurrentes, se han implementado tratamientos con probióticos (Jones Freeman et al., 2021), los cuales deberían contribuir a restaurar el equilibrio de la microbiota, a la restauración de los epitelios y, como consecuencia, a eliminar la proliferación de patógenos. Aunque todavía no está claro si este

tipo de tratamiento realmente funciona, suena prometedor para gestantes, cuyas opciones terapéuticas son limitadas durante la gestación.

DISTRIBUCIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS URINARIOS DURANTE EL EMBARAZO

En varios países, los estudios han encontrado que los microorganismos patógenos del tracto urinario durante el embarazo se distribuyen de manera distinta, con diferencias microbiológicas asociadas a factores geográficos, clínicos y poblacionales. Sin embargo, a pesar de este contraste, *Escherichia coli* sigue siendo el principal microorganismo en la mayoría de los estudios realizados en gestantes.

Kzar Shammari llevó a cabo una investigación en el Hospital Educativo de Bagdad, en Irak, con el objetivo de aislar e identificar microorganismos asociados a la infección del tracto urinario en gestantes. Se recogieron cincuenta muestras de orina de gestantes entre enero y junio de 2019, fueron procesadas y analizadas con técnicas microbiológicas tradicionales que involucraban agar sangre y agar MacConkey. *Escherichia coli* fue el microorganismo más comúnmente aislado (34%), seguido de *Klebsiella spp.* (22%), *Staphylococcus spp.* en 16% y *Proteus spp*. en 14%. Además, siete muestras no mostraron crecimiento bacteriano (Kzar Shammari, 2020). El autor concluyó que las infecciones del tracto urinario siguen siendo comunes durante el embarazo y enfatizó la importancia de realizar cultivos de orina periódicamente en las gestantes (Kzar Shammari, 2020).

Un estudio retrospectivo fue realizado en el Hospital Universitario de Jordania por Matalka y su equipo, en el que se utilizaron registros hospitalarios de 2014 a 2018. Caracterizaron 612 cultivos de orina positivos que coincidieron con 559 gestantes. El objetivo era definir el espectro de uropatógenos detectados durante el embarazo. Los resultados de la literatura indicaron que *Escherichia coli* fue el microorganismo más comúnmente identificado en el 29.4% de los aislamientos, seguido por estafilococos coagulasa negativos, en 21.6%. Los autores sugieren que el conocimiento de los microorganismos más prevalentes durante el embarazo puede apoyar la práctica clínica y permitir establecer medidas de vigilancia microbiológica en gestantes (Matalka et al., 2021).

Diorio de Souza y sus colegas realizaron en Brasil un estudio observacional retrospectivo en

un hospital de tercer nivel de São Paulo, comparando los perfiles bacterianos urinarios de adolescentes gestantes con los de gestantes adultas de bajo riesgo obstétrico. Entre 2010 y 2016, participaron en el estudio 388 adolescentes gestantes y 2,547 gestantes adultas (Diorio de Souza et al., 2021). Los hallazgos indicaron que *Escherichia coli* fue el microorganismo predominante en adolescentes (49%) y en adultos (42.18%), mientras que *Streptococcus agalactiae* fue el segundo en ambos grupos. El embarazo adolescente mostró una mayor incidencia de bacteriuria y de cambios urinarios, aunque el perfil microbiológico fue similar en ambos grupos (Diorio de Souza et al., 2021).

En Nigeria, Ekuma y sus colegas realizaron un estudio sobre la distribución bacteriana de las infecciones del tracto urinario en gestantes atendidas en el Hospital Mile de Abakaliki. Realizaron un análisis microbiológico mediante técnicas rutinarias de aislamiento e identificación microbiana de 200 muestras de orina de chorro medio procedentes de gestantes (Ekuma et al., 2023). Los resultados reflejaron una tasa de aislamiento bacteriano general del 34.0%, siendo *Escherichia coli* (13.5%) el microorganismo más común, seguido de *Staphylococcus aureus* (11.0%) y *Klebsiella pneumoniae* (9.5%). Los autores comentaron sobre las características sociodemográficas y las condiciones regionales de la población investigada, que pueden estar correlacionadas con las diferencias observadas en la distribución bacteriana (Ekuma et al., 2023).

En India, Mudey y su equipo realizaron un estudio descriptivo transversal para evaluar el perfil bacteriológico de los uropatógenos aislados en pacientes obstétricas y ginecológicas. Se obtuvieron 404 muestras de orina de gestantes entre 2020 y 2021. Los autores detectaron bacteriuria significativa en el 16.3% de las muestras (*Escherichia coli* fue el principal microorganismo aislado, con 34.8%), seguida de *Enterococcus spp.* (19.7%) y *Klebsiella pneumoniae* (16.7%) (Mudey et al., 2023). El estudio concluyó que el embarazo es un factor predisponente importante para las infecciones del tracto urinario debido a los cambios fisiológicos del tracto urinario, lo que sugiere la importancia de un monitoreo microbiológico regular en pacientes gestantes (Mudey et al., 2023).

Taha realizó un estudio transversal con 5,042 gestantes examinadas entre 2018 y 2022 en instituciones de atención primaria de Erbil, Irak. El objetivo del estudio fue identificar la

etiología bacteriana de las infecciones del tracto urinario durante el embarazo. Un total de 625 pacientes (12.40%) presentaron bacteriuria significativa, siendo *Escherichia coli* (56.45%) el patógeno más frecuente (Taha, 2024). En el tercer trimestre del embarazo se observaron más infecciones, junto con una marcada diferencia en la distribución bacteriana entre sintomáticos y asintomáticos. Según los autores, los cambios anatómicos y fisiológicos observados durante el embarazo favorecen la aparición de infecciones del tracto urinario y modifican la distribución de las entidades microbianas aisladas (Taha, 2024).

En Libia, Elabbar y colaboradores llevaron a cabo un estudio transversal en clínicas de atención prenatal de varias ciudades de la región oriental del país: Benghazi, Derna, Shahat y Albayda, para definir los agentes bacterianos clave responsables de las infecciones del tracto urinario en gestantes. Los autores del estudio obtuvieron datos de 377 gestantes mediante cultivos de orina de chorro medio en medios microbiológicos convencionales (Elabbar et al., 2024). *Escherichia coli* fue el microorganismo más frecuentemente aislado, en el 43.0% de los casos, seguido por *Staphylococcus aureus* (16.4%), *Staphylococcus saprophyticus* (11.4%) y *Klebsiella pneumoniae* (10.3%). Los autores concluyeron que las infecciones del tracto urinario son un problema común durante el embarazo y por lo tanto, es necesario realizar una vigilancia microbiológica regional para mejorar la práctica clínica en las gestantes (Elabbar et al., 2024).

En Portugal, Rodrigues y su equipo de investigación publicaron en 2025 un estudio observacional retrospectivo realizado en un hospital de la región central del país entre 2018 y 2022. El estudio analizó 201 cultivos de orina positivos procedentes de gestantes para describir la distribución bacteriana y los perfiles microbiológicos asociados a las infecciones del tracto urinario durante el embarazo (Rodrigues et al., 2025). Según los resultados, *Escherichia coli* representó el 52.4% de los aislamientos y *Streptococcus agalactiae* el 16.9%. Durante el embarazo, las infecciones también ocurrieron con mayor frecuencia en el tercer trimestre. Concluyeron que las infecciones del tracto urinario en gestantes siguen representando un problema significativo de salud materno-fetal, por lo que se deben realizar pruebas y monitoreos frecuentes durante el embarazo (Rodrigues et al., 2025).

RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN LAS INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS DURANTE EL EMBARAZO

Las bacterias son organismos adaptables (Alhadlaq et al., 2024). Una de las principales razones se debe a que son capaces de intercambiar información genética que les confiere, entre otras cosas, resistencia a diversos antibióticos (Alhadlaq et al., 2024; Garza-González et al., 2023). Aunado a esto, el uso indiscriminado de los antibióticos y el no apego al tratamiento han permitido una selección artificial de bacterias cada vez más resistentes a un mayor número de antibióticos (Mareș et al., 2024).

Varios estudios a nivel mundial han confirmado que diversas especies bacterianas presentan resistencias múltiples (European Centre for Disease Prevention and Control, 2024; Mareș et al., 2024). Este fenómeno adquiere un nuevo nivel de complejidad al observar que muchas de estas bacterias son causantes de enfermedades nosocomiales, y son adquiridas en muchos casos en ambientes intrahospitalarios (Bolado-Martínez et al., 2022; Brito Rojas et al., 2021; Pinguil Yugsi et al., 2022; Quiñones Pérez et al., 2020), sin embargo, también resulta preocupante que algunos casos de infecciones adquiridas en la comunidad también son resistentes a varios antibióticos (European Centre for Disease Prevention and Control, 2024).

Los organismos más comúnmente encontrados en los hospitales son *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*. Las resistencias a los antibióticos son variables y cada vez más extendidas. Esto se confirma en estudios tanto a nivel nacional como internacional (Bolado-Martínez et al., 2022; Brito Rojas et al., 2021; Garza-González et al., 2023; Mendieta Astudillo et al., 2021; Pinguil Yugsi et al., 2022; Ramírez et al., 2014; Shah et al., 2019). Más específicamente, en infecciones del tracto urinario, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Proteus spp.*, son las más frecuentes y las que más resistencia presentan. Por otro lado, mientras *Escherichia coli* se asocia con casos poco complejos, *Klebsiella* y *Pseudomonas* suelen presentar cuadros clínicos más graves y de mayor dificultad de tratamiento debido a la resistencia que presentan (Mareș et al., 2024).

Diversas organizaciones de salud, tanto gubernamentales como instituciones privadas relacionadas con los servicios de salud, han unido fuerzas para vigilar y contener brotes de bacterias resistentes (Garza-González et al., 2023; Salame-Khouri et al., 2018; SIREVA,

2020). Emiten recomendaciones y alertas sobre el uso de antibióticos. A partir de este complejo fenómeno, resulta urgente identificar los patógenos más comunes y determinar si presentan resistencia a antibióticos. Esto tiene dos fines principales: el primero, e inmediato, es tratar al paciente con el antibiótico correcto a la brevedad posible. El segundo es contribuir a las bases de datos locales que reflejen la frecuencia y el perfil de la resistencia, con el fin de que los médicos tomen decisiones de forma informada y actualizada.

Más específicamente, en el caso de las pacientes durante la gestación, las modificaciones fisiológicas propias de la gestación, como la estasis urinaria, la inmunosupresión relativa y la alteración de la microbiota urinaria, predisponen a infecciones recurrentes, que requieren un tratamiento antibiótico oportuno y seguro tanto para la madre como para el feto (Gupta et al., 2017). Sin embargo, en las últimas décadas, se ha observado un aumento alarmante en los patrones de resistencia de los principales uropatógenos.

Estudios recientes demuestran que en gestantes con IVU, la resistencia a la nitrofurantoína puede alcanzar entre el 20% y el 25%, mientras que la resistencia a las cefalosporinas de primera generación oscila entre el 10% y el 15% en algunas poblaciones (Mera Lojano et al., 2023; Jacobo Gallardo et al., 2023). Además, bacterias como *Klebsiella pneumoniae y Enterococcus faecalis* presentan patrones de resistencia, en particular a betalactámicos y aminoglucósidos (Guerra et al., 2022; Li et al., 2023).

Otro factor relevante es que el uso empírico de antibióticos de amplio espectro, en lugar de terapias dirigidas basadas en cultivos y antibiogramas, contribuye de manera significativa al desarrollo y la diseminación de cepas resistentes (CENETEC, 2021). Por esta razón, diversas guías clínicas recomiendan realizar un cultivo de orina y una prueba de sensibilidad antimicrobiana antes de iniciar el tratamiento en gestantes con síntomas de IVU, siempre que la situación clínica lo permita.

En general, durante el embarazo se recomienda evitar el uso empírico de amoxicilina y ampicilina debido a la alta prevalencia de resistencia de *Escherichia coli* (Martínez-Delgado et al., 2020). Otros antibióticos que se usan frecuentemente son la fosfomicina, las cefalosporinas y la nitrofurantoína; sin embargo, algunas cepas ya presentan resistencia a estos

antibióticos y por otro lado, el uso de fluoroquinolonas no se recomienda durante el embarazo (Crider et al., 2009; Goldberg et al., 2013).

La creciente resistencia antimicrobiana no solo incrementa la dificultad para encontrar tratamientos efectivos, sino que también se asocia con un mayor riesgo de complicaciones obstétricas. Las ITU persistentes o recurrentes durante el embarazo, asociadas a patógenos multirresistentes, se relacionan con mayores tasas de parto prematuro, bajo peso al nacer y complicaciones neonatales, como sepsis o distrés respiratorio (Torres Lestrade et al., 2020; Jacobo Gallardo et al., 2023).

Actualmente, antibióticos como la fosfomicina-trometamol han emergido como alternativas eficaces debido a su alta tasa de sensibilidad frente a *E. coli* y su seguridad en el embarazo, aunque su uso debe reservarse para casos justificados para evitar el rápido desarrollo de resistencia (Betrán et al., 2020).

MARCO CONCEPTUAL

INFECCIÓN DE VÍAS URINARIAS (IVU) DURANTE EL EMBARAZO

Las infecciones de vías urinarias son una de las complicaciones infecciosas más frecuentes durante el embarazo y representan un importante problema de salud materno-fetal, debido a las altas tasas de complicaciones obstétricas y perinatales que estas desencadenan. Los cambios anatómicos, fisiológicos y hormonales asociados con el embarazo favorecen la colonización y proliferación de microorganismos en el tracto urinario, lo que aumenta el riesgo de infecciones urinarias durante el embarazo (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2016).

Las infecciones de vías urinarias se definen en la Guía de Práctica Clínica del IMSS como la presencia de microorganismos patógenos en el tracto urinario, ya sea con o sin manifestación clínica, y se clasifican en infecciones del tracto urinario superior o inferior, infecciones del tracto urinario sintomáticas o asintomáticas, e infecciones del tracto urinario complicadas o no complicadas (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2016).

GESTANTE

La NOM-007-SSA2-2016 establece que el embarazo es el proceso de reproducción humana que comienza con la implantación del producto de la concepción en el endometrio y termina con el nacimiento (Secretaría de Salud, 2016). El presente estudio emplea el término "gestante" para referirse a las gestantes de la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del IMSS en San Luis Potosí.

PATÓGENOS URINARIOS

Los microorganismos conocidos como “uropatógenos” pueden colonizar e infectar las vías urinarias. Las principales causas de las IVU son *Escherichia coli* (*E. coli*), *Klebsiella pneumoniae, Proteus mirabilis, Enterococcus faecalis* y bacterias gramnegativas de la familia *Enterobacteriaceae* (Mudey et al., 2023).

La investigación internacional le ha atribuido a *Escherichia coli* la mayor frecuencia de

aislamiento en cultivos de orina de gestantes; seguida por *Klebsiella pneumoniae* y otros bacilos gramnegativos (Diorio de Souza et al., 2021; Rodrigues et al., 2025).

DISTRIBUCIÓN MICROBIOLÓGICA

La distribución de uropatógenos en la población a lo largo de un período de tiempo se denomina distribución microbiológica. Esto permite identificar los patógenos urinarios más comúnmente detectados en las gestantes estudiadas (Elabbar et al., 2024).

El análisis de la distribución microbiológica es relevante porque los perfiles etiológicos pueden diferir según factores geográficos y biológicos, la estructura poblacional, las condiciones clínicas y el patrón local de uso de antimicrobianos (Elabbar et al., 2024).

UROCULTIVO

El urocultivo es la herramienta de microbiología más aceptada para el diagnóstico de infecciones urinarias porque permite identificar el agente causal y evaluar su susceptibilidad antimicrobiana (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2016).

Estos cultivos se llevan a cabo utilizando medios de cultivo selectivos y diferenciales, como agar sangre, agar MacConkey y CHROMagar, lo que facilita la detección inicial de bacterias y algunos hongos urinarios (Diorio de Souza et al., 2021; Ekuma et al., 2023; Taha, 2024).

BACTERIURIA ASINTOMÁTICA

La Guía de Práctica Clínica del IMSS indica que el diagnóstico microbiológico de bacteriuria asintomática se determina aislando el mismo microorganismo en concentraciones ≥ 100,000 unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) en una muestra de orina adecuadamente recolectada en un paciente que no presenta sintomatología urinaria (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2016).

ANTIBIOGRAMA

El antibiograma es una prueba microbiológica que se realiza para determinar la sensibilidad o la resistencia de diferentes microorganismos frente a antimicrobianos específicos. Su objetivo es ayudar a determinar el tratamiento antibiótico más adecuado en función del perfil

microbiológico identificado (Matalka et al., 2021; Mudey et al., 2023).

La interpretación del antibiograma permite establecer patrones locales de sensibilidad y resistencia bacterianas y ayuda en el uso racional de antimicrobianos y en la vigilancia epidemiológica de la resistencia bacteriana (Matalka et al., 2021; Mudey et al., 2023).

SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA

La susceptibilidad antimicrobiana es la capacidad de un microorganismo para responder a un agente antimicrobiano específico y luego ser inhibido o erradicado por él. Esta evaluación ayuda a orientar el tratamiento adecuado según el perfil microbiológico detectado (Matalka et al., 2021).

Los antibiogramas se utilizan a menudo para determinar la susceptibilidad a través de metodologías estándar categorizadas como sensibles, intermedias o resistentes a antibióticos específicos (Matalka et al., 2021).

RESISTENCIA ANTIMICROBIANA

La resistencia antimicrobiana es la capacidad de los microorganismos para sobrevivir o reproducirse en presencia de antimicrobianos que se espera que los prevengan o eliminen (Elabbar et al., 2024). Actualmente sigue siendo uno de los principales problemas de salud pública del mundo.

La resistencia antimicrobiana puede reducir las opciones terapéuticas para las infecciones urinarias en el embarazo, ya que los tratamientos antibióticos son limitados y restringidos, especialmente durante el embarazo y con el uso de antimicrobianos (Elabbar et al., 2024).

JUSTIFICACIÓN

Las infecciones de vías urinarias, tanto en entornos hospitalarios como en entornos externos, son frecuentes en ciertas poblaciones de riesgo. Más específicamente, las gestantes suelen presentar infecciones de vías urinarias de distintos grados de gravedad. Aunque la mayoría son tratables si se diagnostican adecuadamente, representan una de las principales causas de morbilidad durante el embarazo, y generan complicaciones como parto prematuro o bajo peso al nacer. Los agentes causales más frecuentes son *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, entre otros, y estas bacterias han mostrado una mayor resistencia a diversos antibióticos. Así, el tratamiento de la IVU en pacientes gestantes se vuelve complejo porque las opciones terapéuticas se reducen tanto por la resistencia a los antibióticos como por los efectos adversos en el feto.

Por lo tanto, el manejo adecuado de estas pacientes depende, en gran medida, del conocimiento actualizado sobre los agentes etiológicos prevalentes y sus perfiles de sensibilidad a los antimicrobianos. Si bien existen múltiples estudios sobre IVU en poblaciones generales, persiste una limitada disponibilidad de investigaciones actuales enfocadas específicamente en gestantes en la región, como la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en San Luis Potosí.

Cada comunidad y población puede presentar características microbiológicas distintas; por ello, los tratamientos empíricos aplicados sin conocimiento de los patógenos urinarios y de los patrones locales de resistencia antimicrobiana pueden ser inadecuados, ineficaces o incluso perjudiciales. En consecuencia, es necesario generar datos específicos sobre la población de gestantes que permitirá optimizar la toma de decisiones clínicas, con impacto directo en la salud materna e infantil.

Los resultados permitirán construir un perfil epidemiológico descriptivo de las IVU en esta población, integrando la distribución, los agentes etiológicos más frecuentes y sus respectivos patrones de sensibilidad antimicrobiana. Esta información será de gran utilidad para los profesionales de la salud, al facilitar la selección de tratamientos más efectivos y seguros, alineados con la realidad local. Como parte de la farmacovigilancia, los hallazgos podrán

servir de base para actualizar algunos protocolos terapéuticos en la unidad médica, promoviendo el uso racional de antimicrobianos y reduciendo el riesgo de resistencia.

Este trabajo busca contribuir al conocimiento clínico de las IVU en gestantes en San Luis Potosí, fungir como seguimiento de investigaciones anteriores y como antecedente para futuras investigaciones, así como para el diseño de estrategias de farmacovigilancia y clínicas que respondan de manera más efectiva a las necesidades de esta población.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las infecciones de vías urinarias constituyen una de las patologías más frecuentes durante el embarazo, con importantes implicaciones tanto para la salud materna como para la fetal. Los cambios fisiológicos propios de la gestación, como la dilatación del sistema urinario, el aumento del pH urinario y la disminución del peristaltismo ureteral favorecen el crecimiento microbiano y la aparición de infecciones. Estas condiciones hacen del embarazo un estado predisponente al desarrollo de IVU, incluso en ausencia de síntomas.

Entre los patógenos más comúnmente aislados durante el embarazo destaca *Escherichia coli*, responsable de entre el 70% y el 90% de los casos. Sin embargo, otros microorganismos también tienen una participación significativa. Estos incluyen *Klebsiella pneumoniae, Proteus mirabilis, Enterococcus faecalis, Staphylococcus saprophyticus, Pseudomonas aeruginosa* y, con menor frecuencia, especies de *Candida*. Cada uno de estos agentes presenta patrones distintos de sensibilidad y resistencia a los antimicrobianos.

El abordaje terapéutico de las IVU en gestantes suele iniciarse sin una identificación confirmada del agente etiológico, lo que conduce a la prescripción empírica de antibióticos de amplio espectro. Esta práctica puede resultar ineficaz y contribuir a la creciente problemática de la resistencia antimicrobiana, un fenómeno catalogado por la Organización Panamericana de la Salud como una amenaza urgente para la salud pública a nivel global.

El uso inadecuado o innecesario de antibióticos aumenta el riesgo de complicaciones tanto para la madre como para el feto, entre ellas: parto prematuro, bajo peso al nacer y toxicidad materna. Además, facilita la propagación de cepas resistentes en la comunidad.

En la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en San Luis Potosí, se carece de datos actualizados y específicos sobre la distribución de patógenos en gestantes, así como sobre su perfil de sensibilidad a antimicrobianos. La falta de esta información limita la toma de decisiones clínicas fundamentadas y dificulta la implementación de estrategias terapéuticas eficaces y seguras para la madre y el feto.

De esta problemática, surge la necesidad de realizar una investigación que determine la

distribución de los agentes etiológicos de las infecciones de vías urinarias en gestantes atendidas en esta unidad médica y su perfil de sensibilidad a los antimicrobianos comúnmente utilizados. La generación de esta evidencia clínica local permitirá fortalecer el uso racional de antibióticos, optimizar el manejo terapéutico y contribuir a la contención de la resistencia antimicrobiana.

Por ello, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál es la distribución de los patógenos urinarios y cuál es el perfil de susceptibilidad antimicrobiana en gestantes atendidas en la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del IMSS en San Luis Potosí?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la distribución de los patógenos urinarios y el perfil de susceptibilidad antimicrobiana en gestantes atendidas en la Unidad de Medicina Familiar (UMF) No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en San Luis Potosí.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la distribución de los principales patógenos urinarios aislados en gestantes atendidas en la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del IMSS en San Luis Potosí.
- Determinar el perfil de susceptibilidad y resistencia antimicrobiana de los principales patógenos urinarios aislados en gestantes.
- Comparar los patrones de susceptibilidad antimicrobiana entre los microorganismos urinarios de mayor distribución identificados durante el periodo de estudio.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo con un diseño cuantitativo, observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo, basado en los registros microbiológicos y en los archivos clínicos de gestantes que acudieron a la UMF No. 47 del IMSS en San Luis Potosí.

El estudio se consideró observacional, ya que no se realizó intervención alguna directamente en los pacientes observados ni se modificaron las variables. El estudio se limitó a revisar y analizar información previamente recopilada en los sistemas de información clínica y de laboratorio institucionales y no modificó la atención médica ni el tratamiento prescritos a las pacientes incluidas en el estudio, ni el comportamiento de los microorganismos aislados. Por ello, los datos se tomaron tal y como se presentaron en la práctica clínica rutinaria de atención a las pacientes gestantes.

Se consideró un estudio descriptivo, ya que fue diseñado para describir la distribución de microorganismos patógenos en cultivos de orina positivos de gestantes y el comportamiento observado en los perfiles de susceptibilidad antimicrobiana emitidos por el laboratorio de microbiología. Este diseño facilitó la identificación de los principales microorganismos en la población examinada, su proporción relativa en los aislamientos microbiológicos de interés y los patrones generales observados en los antibiogramas, pero no estableció vínculos ni asociaciones entre las variables.

El estudio también se consideró transversal porque la recolección de estos datos se realizó una sola vez durante el periodo comprendido entre enero de 2022 y diciembre de 2024. Sin embargo, aunque los datos provinieron de diferentes momentos dentro de dicho periodo, el análisis se realizó como una evaluación única del comportamiento microbiológico observado en la población de estudio, sin seguimiento longitudinal individual de las pacientes ni evaluación prospectiva de la evolución clínica posterior. Esta característica permitió describir la distribución de los uropatógenos identificados en gestantes durante el período de estudio, con base en una descripción detallada de la distribución registrada hasta el momento del registro microbiológico.

Además, el estudio fue retrospectivo, ya que toda la información se había generado

previamente al inicio de la investigación. Los datos se tomaron de cultivos de orina positivos, registros de laboratorio y archivos clínicos electrónicos institucionales existentes; no se realizaron más pruebas diagnósticas ni se realizó una recolección prospectiva de muestras biológicas. Se utilizaron fuentes secundarias de datos para estudiar la actividad microbiológica documentada en la unidad médica.

El estudio se limitó a la microbiología de los cultivos de orina positivos de gestantes en la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social, en San Luis Potosí. Sin embargo, el diseño del estudio y los criterios de selección utilizados se limitaron a la caracterización de la distribución de los patógenos urinarios, por lo que no se estimó la distribución general de las infecciones urinarias en gestantes.

La población del estudio incluyó a gestantes cuya orina presentó al menos un cultivo positivo durante el período de estudio. Para la delimitación de la población, solo se incorporaron los reportes microbiológicos que cumplieron con los criterios institucionales de positividad y que contenían suficiente información clínica y microbiológica para el análisis. Por lo tanto, la unidad de análisis coincidió con estos cultivos de orina positivos derivados de la atención primaria de la gestante y permitió caracterizar la distribución de los principales microorganismos patógenos urinarios detectados en esta población.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para que el número de pacientes sea representativo, se utilizó la fórmula de población infinita, dado que se desconoce el total de unidades de observación que la integran.

Por ello, se empleó la siguiente fórmula para el cálculo de muestra:

$$n = \frac{z^2 pq}{d^2}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- Z = valor crítico de Z, calculado en las tablas del área de la curva normal. También llamado nivel de confianza.

- p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia
- q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1 -p).

Para este universo se tienen los siguientes datos:

- Z = 1.96.
- p = 81% (Zúñiga Martínez et al., 2019) = 0.81.
- q = 1 - p = 1 – 0.81 = 0.19.
- d = 5% = 0.05.

Cálculo

$$n = \frac{(1.96)^2(0.81)(0.19)}{(0.05)^2} = \frac{0.5912}{0.0025} = 236.49$$

n= 236 pacientes

El tamaño mínimo de la muestra calculado para este estudio fue de 236 pacientes.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Se tomaron en cuenta los siguientes criterios para determinar si un expediente debía incluirse o no en el estudio.

- **Criterios de inclusión:**
  - Pacientes gestantes, en cualquier edad gestacional, atendidas en la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en San Luis Potosí.
  - Pacientes con atención médica registrada durante el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024.
  - Pacientes con diagnóstico de infección de vías urinarias confirmado por urocultivo positivo.
  - Expedientes clínicos con información suficiente para recuperar las variables incluidas en el estudio.

- **Criterios de exclusión:**
  - Urocultivos catalogados por el laboratorio como contaminados.
  - Urocultivos con resultados microbiológicos inconclusos o no interpretables.
- **Criterios de eliminación:**
  - Registros duplicados correspondientes al mismo episodio infeccioso.
  - Expedientes con inconsistencias entre la información clínica y la microbiológica que impidieran validar los datos.
  - Casos en los que no fue posible recuperar la información indispensable para el análisis estadístico.
  - Casos de IVU diagnosticados clínicamente, sin confirmación microbiológica ni reporte de sensibilidad antimicrobiana.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable dependiente: Perfil de susceptibilidad antimicrobiana.

- **Descripción conceptual:** Descripción de la respuesta de los agentes etiológicos aislados frente a distintos antimicrobianos.
- **Definición operacional:** Se obtuvo a partir del reporte de urocultivos del laboratorio institucional de microbiología.

Variable independiente: Microorganismo aislado en urocultivo.

- **Descripción conceptual:** Microorganismo (bacteria u hongo) identificado mediante el cultivo de una muestra de orina y considerado causante de infección de las vías urinarias.
- **Definición operacional:** Se obtuvo a partir del reporte de urocultivos emitidos por el laboratorio de microbiología de la Unidad de Medicina Familiar No. 47, considerando el aislamiento de ≥ 10,000 unidades formadoras de colonias (UFC) por mililitro.

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	EXPRESIÓN
Microorganismo aislado en urocultivo	Cualitativa nominal politómica	Microorganismo específico responsable del aislamiento positivo en el urocultivo.	Se identificó a partir del reporte de urocultivo, en el que se especificó el tipo de agente aislado.	1*: Escherichia coli* *2: Klebsiella pneumoniae* *3: Proteus mirabilis* *4: Enterococcus faecalis* *5: Staphylococcus saprophyticus* *6: Pseudomonas aeruginosa* *7: Candida spp.* 8: Otros patógenos
Edad	Cuantitativa discreta	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo hasta el momento en que se realizó el urocultivo.	Se registró la edad reportada al momento del reporte de urocultivo positivo.	Años cumplidos al momento del reporte de urocultivo positivo.
Perfil de sensibilidad a los antimicrobianos	Cualitativa nominal politómica	Descripción de la respuesta de los agentes etiológicos aislados frente a distintos antimicrobianos.	Se obtuvo a partir del reporte de urocultivos del laboratorio institucional de microbiología.	1: Sensible 2: Intermedio 3: Resistente

Se muestran las variables estudiadas en este trabajo, así como el tipo de cada una y la forma en que se registraron en la base de datos.

PROCESAMIENTO MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS

Los urocultivos analizados en este estudio fueron procesados en el laboratorio clínico institucional conforme a los protocolos microbiológicos de rutina establecidos para el diagnóstico de infecciones del tracto urinario. Las muestras de orina fueron inoculadas con un asa calibrada de 0.001 mL (1 µL) y se utilizaron medios de cultivo selectivos y diferenciales: agar sangre, agar MacConkey y CHROMagar Candida para inocular todas las muestras; además, se utilizó agar BIGGY para la identificación presuntiva de levaduras.

La inoculación se realizó en los medios respectivos mediante la técnica de estría, y las placas fueron incubadas bajo las condiciones establecidas por el laboratorio. Debido a que el asa calibrada utilizada contenía 0.001 mL, cada colonia desarrollada correspondió aproximadamente a 1,000 unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL). En este

caso, un cultivo de orina fue considerado positivo, de acuerdo con los criterios microbiológicos institucionales, cuando se observaron 100 colonias o más, equivalentes a un recuento bacteriano de 100,000 UFC/mL o más.

Después de confirmar un crecimiento microbiológico significativo, los microorganismos aislados fueron sometidos a procedimientos de identificación automatizada y pruebas de susceptibilidad a antimicrobianos con el sistema MicroScan® AutoSCAN-4. Primero se obtuvo un aislamiento puro del microorganismo, tras lo cual se preparó una suspensión bacteriana estandarizada (turbidez de 0.5 en la escala de McFarland). La suspensión se inoculó en paneles MicroScan® que contenían diferentes sustratos bioquímicos para la identificación bacteriana, así como múltiples concentraciones de antimicrobianos para determinar la susceptibilidad.

Los paneles fueron incubados entre 16 y 24 horas, dependiendo del microorganismo analizado. El sistema AutoSCAN-4 se utilizó para automatizar la lectura de las reacciones bioquímicas y del crecimiento bacteriano mediante escaneo óptico, a fin de identificar los microorganismos a nivel de género y especie. El sistema también calculó la concentración mínima inhibitoria (CMI) de los antimicrobianos y clasificó las muestras como sensibles, intermedias o resistentes (S, I, R, respectivamente), basándose en las reglas interpretativas definidas para cada agente antimicrobiano.

Los microorganismos aislados fueron clasificados inicialmente según sus características microbiológicas y, posteriormente, identificados a nivel de género y especie. Los aislamientos bacterianos obtenidos en agar sangre y en agar MacConkey fueron procesados mediante el sistema automatizado MicroScan® Neg Urine Combo Panel Type 55, lo que permitió su identificación y la determinación de la susceptibilidad antimicrobiana. Por su parte, las levaduras aisladas en CHROMagar Candida y, cuando estuvo disponible, en agar BIGGY, fueron clasificadas con base en sus características macroscópicas de crecimiento y coloración del medio, complementadas con los procedimientos de identificación establecidos por el laboratorio clínico.

MATERIALES Y MÉTODOS ESPECÍFICOS

Se definieron materiales y métodos específicos para cada uno de los objetivos de

investigación, a fin de asegurar la concordancia metodológica entre los objetivos planteados y los procedimientos realizados.

En cuanto al primer objetivo específico, que consistió en describir la distribución de los principales patógenos urinarios aislados en gestantes atendidas en la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del IMSS en San Luis Potosí, se hizo referencia a los registros microbiológicos provenientes de cultivos de orina positivos incluidos en el estudio. Entre estas variables, se identificaron los microorganismos aislados y se presentaron frecuencias absolutas y porcentajes para caracterizar su distribución en la población del estudio.

Para el segundo objetivo especifico, que consistió en identificar las características de susceptibilidad y resistencia antimicrobiana de los principales patógenos urinarios aislados en gestantes, también se utilizaron los informes de antibiogramas generados por el sistema automatizado MicroScan® AutoSCAN-4. Los resultados de susceptibilidad se caracterizaron según las categorías reportadas por el laboratorio clínico: sensible (S), intermedio (I) o resistente (R), y se obtuvieron frecuencias y porcentajes para cada microorganismo y antimicrobiano evaluados.

El tercer objetivo específico tuvo como finalidad comparar los patrones de susceptibilidad antimicrobiana de los microorganismos urinarios de mayor frecuencia detectados durante el período de estudio. Para ello, se utilizaron resultados de susceptibilidad antimicrobiana basados en el número de aislamientos reportados para cada microorganismo. Posteriormente, se compararon los patrones microbiológicos de susceptibilidad mediante tablas de contingencia y pruebas de asociación estadística entre los microorganismos examinados.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los análisis estadísticos se desarrollaron en fases para caracterizar la distribución de microorganismos aislados en cultivos de orina de pacientes gestantes, y también para informar sobre su sensibilidad antimicrobiana y evaluar la asociación entre diferentes patógenos y los efectos de los antibióticos analizados.

Para el primer paso se realizó un análisis descriptivo de todas las variables obtenidas de la base de datos. Las variables cualitativas se reportaron como frecuencias absolutas y porcentajes, y la variable cuantitativa como medidas de tendencia central y de dispersión por

distribución. Para la identificación de los microorganismos aislados, se calcularon las frecuencias de presentación de cada especie bacteriana y fúngica durante el periodo de estudio, lo que permitió establecer los agentes etiológicos predominantes de la infección de vías urinarias en la población analizada.

Luego, para el análisis de la resistencia antimicrobiana, se elaboraron tablas de contingencia para cada microorganismo y cada reacción observada frente a los diferentes antibióticos evaluados mediante antibiogramas. La respuesta microbiológica se categorizó como sensible (S), intermedia (I) y resistente (R) según los datos del laboratorio clínico. Además, cuando estuvieron disponibles en los informes microbiológicos, se verificaron marcadores de resistencia, como la producción de betalactamasas de espectro extendido (ESBL), la presencia de betalactamasa (BLAC) y cepas dependientes de timidina (TFG).

Para la interpretación epidemiológica de los resultados, se calcularon frecuencias absolutas y porcentajes de sensibilidad, de resistencia y de respuesta intermedia, respectivamente, para cada combinación de microorganismos y antibióticos. Se utilizó GraphPad Prism, versión 6, para crear histogramas y gráficos de barras que permitieron mostrar el comportamiento de los perfiles de susceptibilidad antimicrobiana durante el período de estudio.

Posteriormente, se estimó la asociación entre los microorganismos identificados y sus perfiles de respuesta antimicrobiana mediante la prueba de chi-cuadrada de Pearson. Con relación a ambos, se crearon tablas de contingencia que indicaron las frecuencias reportadas de sensibilidad, resistencia e respuesta intermedia

de todos los organismos estudiados. La prueba permitió comparar las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas, si el organismo era independiente de la respuesta antibiótica.

Se verificaron los supuestos estadísticos de la prueba de chi-cuadrada antes de aplicarla. Específicamente, se verificó que las frecuencias esperadas fueran adecuadas para garantizar la validez de la prueba. Cuando el número de aislamientos de un microorganismo se redujo o cuando las frecuencias observadas dieron lugar a celdas con conteos insuficientes, no se realizaron análisis inferenciales y la presentación de los resultados se limitó a estadísticas descriptivas. Esto se observó predominantemente en un espectro reducido de microorganismos con baja frecuencia de aislamiento, como *Enterococcus faecalis*,

Staphylococcus saprophyticus y *Pseudomonas aeruginosa*, para los cuales los tamaños de muestra no fueron suficientes para proporcionar estimaciones consistentes e inferencias confiables.

Debido a la naturaleza del objetivo específico relacionado con la resistencia antimicrobiana, no se incluyeron variables potencialmente confusoras en los análisis de asociación. Esta decisión metodológica se fundamentó en que el interés principal no consistió en identificar factores de riesgo de desarrollar resistencia, sino en describir el comportamiento de los perfiles de sensibilidad observados entre microorganismos y antibióticos específicos. Por lo tanto, las unidades analíticas correspondieron a aislamientos microbiológicos y a análisis de antibiogramas, no a características de salud individuales de los pacientes.

Para los análisis en los que el número de observaciones permitió una comparación estadísticamente significativa, se reportaron el estadístico de chi-cuadrada, los grados de libertad y el valor p de la prueba. Se consideró evidencia estadística de asociación cuando el valor de p fue menor que 0.05. Sin embargo, la interpretación de los resultados se centró en la magnitud y la distribución de las frecuencias observadas, privilegiando la relevancia epidemiológica y microbiológica de los hallazgos por encima de la significancia estadística aislada.

Los procedimientos estadísticos se realizaron con GraphPad Prism, versión 6, y Microsoft Excel, entre ellos, la limpieza de la base de datos, la creación de tablas de contingencia, la elaboración de gráficos y la obtención de estadísticas descriptivas e inferenciales utilizadas en el estudio.

DESARROLLO DEL PROYECTO

A partir de la aprobación del protocolo de investigación correspondiente, se llevaron a cabo las siguientes actividades para la integración de la información:

La investigación se llevó a cabo en seis fases durante un periodo de cinco meses, siguiendo una distribución semanal del trabajo que permitió cumplir con cada una de las etapas previstas.

Primera fase: Proceso metodológico de revisión documental y definición de criterios

Actividades:

- Revisión de la literatura y redacción inicial.
- Definición de criterios de inclusión/exclusión.
- Envío del protocolo

Segunda fase: Proceso clínico y metodológico de revisión documental y definición de criterios

Actividades:

- Inicio de la recolección de datos clínicos.
- Finalización de recolección de datos
- Revisión y limpieza de datos

Durante el primer mes, se recopiló información de expedientes clínicos de gestantes atendidas en la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del IMSS en San Luis Potosí, que contaron con diagnóstico confirmado de infección de vías urinarias (IVU). Asimismo, se consultaron los registros de laboratorio correspondientes a los urocultivos y antibiogramas disponibles. En paralelo, se revisó la literatura científica en bases de datos reconocidas para fortalecer el marco teórico sobre la distribución de uropatógenos y los patrones de resistencia antimicrobiana.

Tercera fase: Proceso clínico y metodológico de selección de casos

Actividades:

- Identificación y selección de casos
- Aplicación de los criterios de inclusión, exclusión y eliminación.

La identificación y selección de casos se realizaron durante el segundo mes, aplicando los criterios de inclusión, exclusión y eliminación establecidos en el protocolo de investigación. La población del estudio incluyó a gestantes con urocultivo positivo y con reporte de sensibilidad antimicrobiana en los registros institucionales.

Para este proceso, se definió un urocultivo positivo como aquel con crecimiento

microbiológico significativo con recuentos de referencia ≥ 10,000 unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) en muestras recolectadas adecuadamente. Dados los criterios metodológicos del estudio, se excluyeron los urocultivos negativos y los registros sin aislamiento microbiológico documentado. Esta delimitación permitió caracterizar la distribución de los microorganismos urinarios detectados y los perfiles de susceptibilidad antimicrobiana, según se describen en los antibiogramas institucionales.

Debido al diseño metodológico del estudio, se observa un posible sesgo de selección debido al uso exclusivo de urocultivos positivos. Sin embargo, dicha delimitación fue necesaria, ya que el objetivo de la investigación consistió en caracterizar la distribución de los microorganismos patógenos urinarios y en describir los perfiles de susceptibilidad antimicrobiana observados en aislamientos microbiológicos confirmados.

Por esta razón, únicamente se incluyeron casos con desarrollo bacteriano significativo y antibiograma disponible, lo que permitió analizar específicamente el comportamiento microbiológico de los uropatógenos identificados en la población estudiada. En consecuencia, los hallazgos obtenidos describen exclusivamente los casos confirmados mediante cultivo positivo, sin incluir gestantes con sintomatología urinaria y cultivos negativos o sin crecimiento bacteriano significativo.

De cada expediente clínico incluido, se extrajeron variables específicas relacionadas con la edad materna, el microorganismo aislado y el perfil de susceptibilidad antimicrobiana del laboratorio clínico.

Cuarta fase: Proceso clínico y metodológico de recolección, registro y organización de datos

Actividades:

- Captura de datos en la base de datos
- Análisis estadístico: chi-cuadrada.

En esta etapa, se realizó el registro organizado de la información de cada paciente en una hoja de recolección de datos diseñada para el estudio. Cada caso se identificó mediante un folio único en lugar del nombre de la paciente con el objetivo de garantizar el anonimato y la

confidencialidad de los datos personales, conforme a la normatividad vigente.

Organización, validación y tabulación de datos

Durante el tercer mes, los datos recolectados se ingresaron en una base de datos en Microsoft Excel 2019. Se efectuaron la verificación de la calidad y la consistencia de la información, la codificación de las variables categóricas y la tabulación de frecuencias relativas para cada categoría.

Quinta fase: Proceso clínico y metodológico de análisis estadístico

Actividades:

- Redacción del informe y estructura.
- Revisión final y método de investigación.
- Preparar resultados y comparaciones múltiples.
- Presentación y redacción de los resultados finales.

El análisis estadístico se llevó a cabo entre el tercer y el cuarto mes mediante el software estadístico GraphPad Prism 6 ®. Se aplicaron métodos básicos de estadística descriptiva para calcular las frecuencias y los porcentajes de los agentes etiológicos, así como su perfil de sensibilidad. Para el análisis inferencial, se utilizó la prueba de chi-cuadrada de Pearson para evaluar la asociación entre el tipo de patógeno aislado y la resistencia a los antimicrobianos. Todos los análisis se realizaron con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Sexta fase: Proceso clínico y metodológico de interpretación de resultados y cierre de la investigación.

Actividades:

- Cierre de la investigación y aplicaciones futuras.
- Presentación a sinodales.

En el quinto mes, se concluyó la interpretación de los resultados y se procedió a elaborar el informe final, que integra los hallazgos, análisis, discusión y conclusiones del estudio, presentando los resultados en forma de tablas, gráficas y descripciones analíticas.

ASPECTOS ÉTICOS

El presente proyecto de investigación fue de tipo documental, observacional, retrospectivo y descriptivo, cuyo propósito consistió en analizar la distribución de los agentes etiológicos asociados a infecciones de vías urinarias y su perfil de susceptibilidad antimicrobiana en gestantes atendidas en la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en San Luis Potosí. El estudio fue sometido a evaluación y autorizado por el Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud correspondiente. La información obtenida a partir de los expedientes clínicos y registros microbiológicos fue tratada de manera confidencial y exclusivamente con fines académicos y de investigación, garantizando en todo momento la protección de los datos personales de las pacientes conforme a la normatividad institucional y a los principios éticos vigentes.

El proyecto cumple con los principios éticos que se describen a continuación:

CONTRIBUCIONES Y BENEFICIOS

Los resultados obtenidos en este estudio contribuyeron al conocimiento actual sobre la distribución de patógenos y los patrones de resistencia antimicrobiana en gestantes, proporcionando información útil para la toma de decisiones clínicas, el diseño de estrategias de prevención y la optimización de los esquemas terapéuticos en esta población vulnerable. Además, los hallazgos sirvieron de referencia para futuras investigaciones sobre infecciones urinarias durante el embarazo y la resistencia a antimicrobianos.

CONFIDENCIALIDAD

La información recabada se trató de forma estrictamente confidencial y se utilizó exclusivamente con fines de investigación. Se respetó la privacidad de los datos de los pacientes mediante su codificación en un folio único, eliminando cualquier dato que permitiera su identificación personal. El manejo de los datos se realizó conforme a los artículos 13 y 16 del capítulo I, título segundo, del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, así como a los principios de protección de datos establecidos en la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.

CONDICIONES PARA LA SOLICITUD DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

No fue necesario solicitar consentimiento informado individual, ya que se trabajó exclusivamente con registros clínicos previamente generados, cuyos datos fueron recabados con consentimiento informado en el momento de la atención médica. Asimismo, se cuenta con la carta de no inconveniencia expedida por el director de la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) de San Luis Potosí y se solicitó la excepción de la carta de consentimiento informado ante los comités correspondientes.

FORMA DE SELECCIÓN DE LOS PACIENTES

La selección de los expedientes se realizó conforme a los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el protocolo, sin discriminación por características como la edad, la raza, la etnia, la condición socioeconómica u otras. La selección se realizó de forma imparcial y únicamente con base en el cumplimiento de los criterios metodológicos definidos.

RIESGO DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, artículo 17, este proyecto se consideró una investigación sin riesgo, ya que no implicó ninguna intervención física, psicológica o social en los individuos. El estudio se limitó al análisis de la información ya existente en los expedientes clínicos y en los reportes de laboratorio, sin modificar variables ni generar riesgos adicionales para los participantes.

VALIDEZ CIENTÍFICA Y APROBACIÓN ÉTICA

El presente estudio se realizó conforme a estándares científicos reconocidos y fue aprobado por los Comités Locales de Investigación en Salud y de Ética en Investigación del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Delegación San Luis Potosí. Además, cumple con las Pautas Éticas Internacionales para la investigación biomédica en seres humanos y se apega al procedimiento documentado en el lineamiento 2810-003-002 emitido por el Instituto Mexicano del Seguro Social. También se fundamenta en los principios básicos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre Principios Éticos para la Investigación Médica en Humanos, incluidas todas sus enmiendas vigentes.

RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD

HUMANOS

El equipo de investigadores y colaboradores del presente proyecto está conformado de la siguiente manera:

- Lic. Diego Morales Gutiérrez, químico farmacobiólogo con categoría de laboratorista, adscrito a la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del IMSS en San Luis Potosí. Fungió como tesista principal del proyecto, encargado de la recolección, el análisis e interpretación de datos, así como de la elaboración del reporte final.
- Mtra. María Antonieta Villalobos Alba, química farmacobióloga con maestría en gestión directiva en salud, jefa de laboratorio clínico de la UMF No. 47 del IMSS en San Luis Potosí. Fungió como asesora clínica principal, encargada de la supervisión científica de los procesos de laboratorio y de la validación de los resultados de la sensibilidad antimicrobiana.
- Dra. María Eugenia Sánchez Briones, profesora de tiempo completo de la Licenciatura en Medicina de la Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Fungió como asesora estadística, responsable de orientar el análisis de datos y la aplicación de pruebas inferenciales.
- Mtro. Juan Manuel Vargas Morales, profesor e investigador del Centro de Investigación en Ciencias de la Salud y Biomedicina, Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Fungió como asesor metodológico 1 y clínico 2, colaborando en el diseño metodológico del proyecto y en el análisis de variables clínicas relevantes.
- Dr. Fidel Martínez Gutiérrez, profesor e investigador del Centro de Investigación en Ciencias de la Salud y Biomedicina, Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Fungió como asesor metodológico y clínico, participando en la validación de la metodología y en la revisión crítica del proyecto.

RECURSOS E INFRAESTRUCTURA

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en la ciudad de San Luis Potosí.

Materiales

- Se realizó la revisión de expedientes clínicos, tanto electrónicos como físicos, disponibles en la UMF No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).
- Se utilizó una computadora portátil para la redacción del proyecto, la captura y procesamiento de la información, así como para el análisis estadístico de los datos.
- Se utilizaron recursos básicos de oficina como una impresora, hojas de papel bond, bolígrafos y tóner para la impresión del reporte final.

Recursos financieros

La investigación se basó en el análisis de registros clínicos y microbiológicos ya existentes, por lo que los costos operativos fueron mínimos. Los gastos generados (papelería, insumos de oficina y equipamiento básico) fueron asumidos directamente por los investigadores.

Factibilidad

El presente estudio fue de tipo observacional, retrospectivo y descriptivo, basado en la revisión de expedientes clínicos y reportes de laboratorio de pacientes atendidas en la UMF No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes de los Comités Locales de Ética e Investigación en Salud del IMSS, se procedió a la recolección de la información y a su análisis posterior. Debido a que el estudio no implicó intervenciones directas en los pacientes y los costos financieros fueron mínimos, su realización fue considerada altamente factible en los ámbitos científico, ético, operativo y económico.

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

Entre enero de 2022 y diciembre de 2024, se analizaron 569 cultivos de orina positivos de gestantes adscritas a la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social, ubicada en San Luis Potosí, que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para el estudio.

Como parte de la caracterización inicial de la población de estudio, se describió la distribución de los casos por año de registro y por mes de ocurrencia, previa al análisis de los microorganismos aislados y de sus perfiles de susceptibilidad antimicrobiana.

La figura 3 muestra la distribución anual de los cultivos de orina positivos incluidos en el estudio. De los casos analizados para el período, 170 (29.88%) correspondieron a 2022, 213 (37.43%) a 2023 y 186 (32.69%) a 2024.

Figura 3. Distribución anual de casos con infecciones de vías urinarias en gestantes

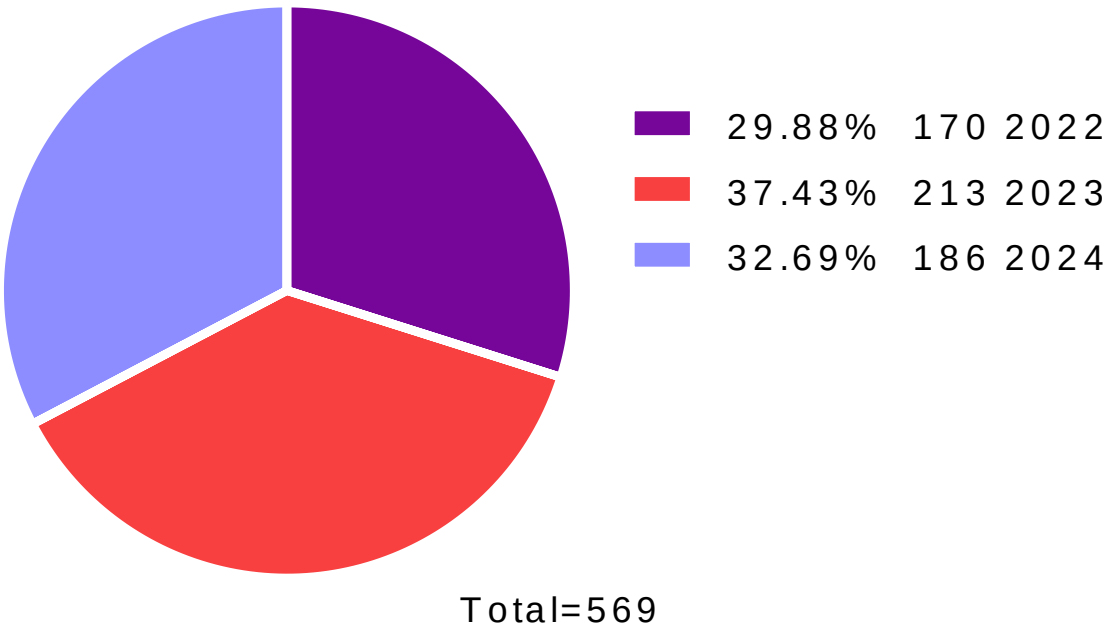


Gráfico elaborado con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

Por su parte, la figura 4 resume la distribución mensual de los cultivos de orina positivos obtenidos durante el período del estudio. Muestra las frecuencias mensuales de 2022, 2023 y 2024 y permite visualizar cuántos casos se registraron en cada uno de los 12 meses investigados.

Figura 4. Número de casos presentados por mes en el periodo de 2022-2024

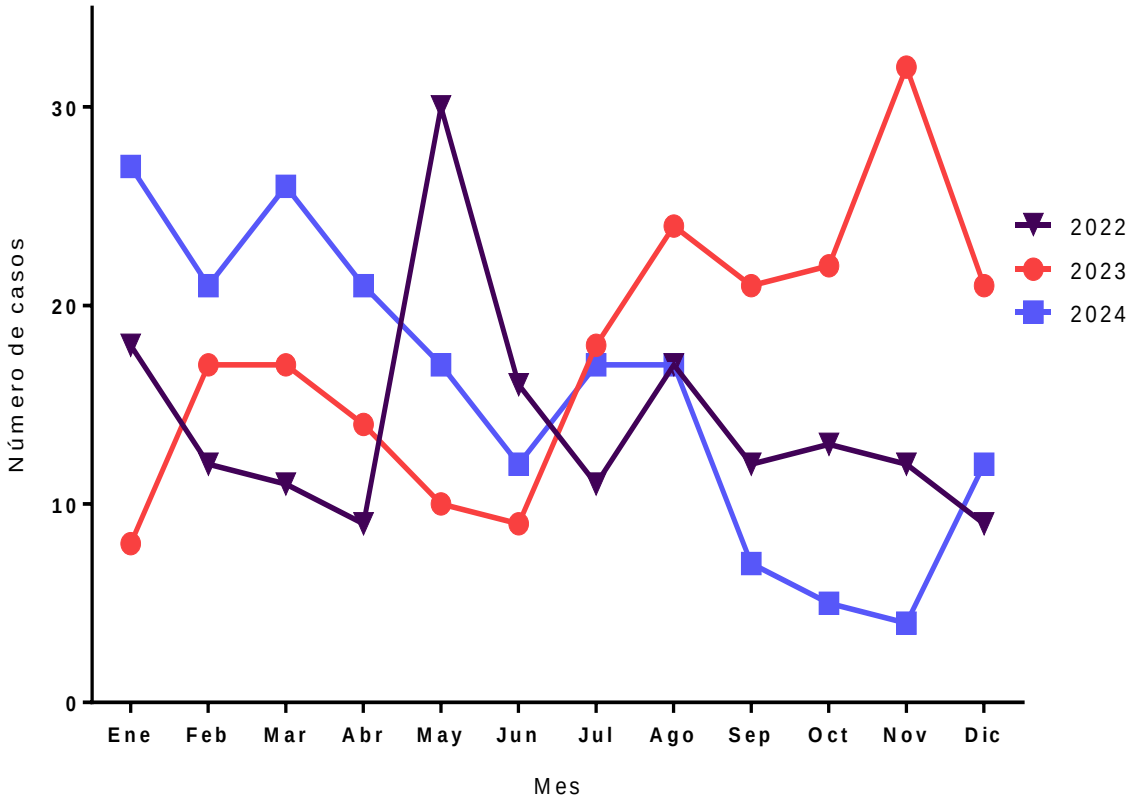


Gráfico de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

Posteriormente, se describió la edad de las pacientes incluidas en el estudio para cada uno de los años analizados. La figura 5 muestra la edad promedio y la desviación estándar correspondientes a 2022, 2023 y 2024. El promedio de edad fue de 28.1 ± 5.79 años en 2022, 27.4 ± 5.91 años en 2023 y 27.4 ± 5.36 años en 2024.

Figura 5. Edad promedio de casos de gestantes con infecciones de vías urinarias

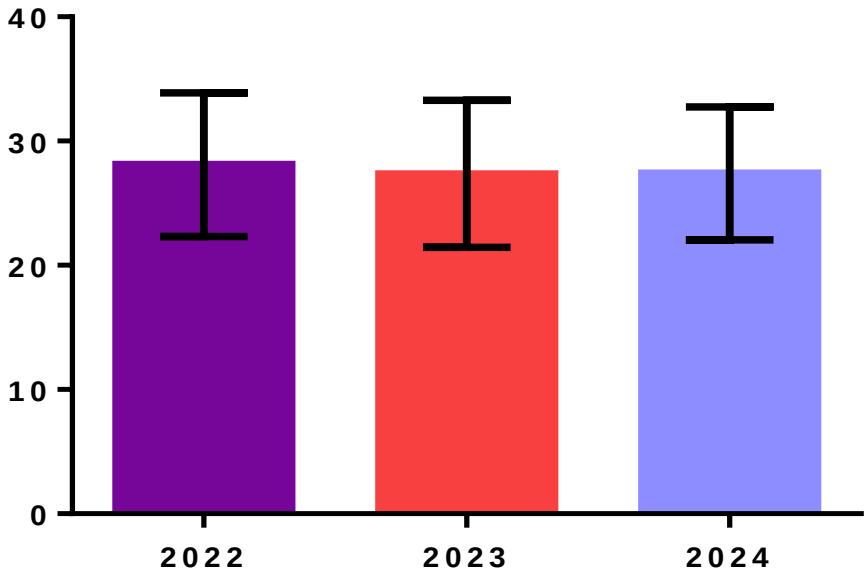


Gráfico de elaboración propia, con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®, que muestra barras de error que representan la desviación estándar.

La estadística descriptiva de la edad por año se presenta en la tabla 2. Durante el periodo de estudio, la edad mínima registrada fue de 15 años en los tres años analizados, mientras que la edad máxima fue de 43 años en 2022 y 2023, y de 41 años en 2024. La mediana fue de 28 años en 2022 y de 27 años en 2023 y 2024.

Tabla 2. Estadística descriptiva de edad de gestantes con infecciones de vías urinarias

Año	2022	2023	2024
N	170	213	186
Mínimo	15.0	15.0	15.0
Mediana	28.0	27.0	27.0
Máximo	43.0	43.0	41.0
Promedio	28.1	27.4	27.4
Desviación estándar	5.79	5.91	5.36
Error estándar	0.444	0.405	0.393

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

DISTRIBUCIÓN DE LOS MICROORGANISMOS AISLADOS EN UROCULTIVOS

La frecuencia de cada agente etiológico detectado entre enero de 2022 y diciembre de 2024 se cuantificó para describir la distribución de los microorganismos aislados de los cultivos de orina positivos analizados en el estudio.

La distribución global de los microorganismos aislados se muestra en la figura 6. Durante el periodo de estudio, *Escherichia coli* fue el microorganismo identificado con mayor frecuencia, seguido de *Klebsiella pneumoniae*. En menor proporción se aislaron *Candida spp.*, *Proteus mirabilis*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus saprophyticus* y *Pseudomonas aeruginosa*.

Figura 6. Histograma de frecuencias de casos de infecciones en vías urinarias en función del agente patógeno entre los años 2022-2024

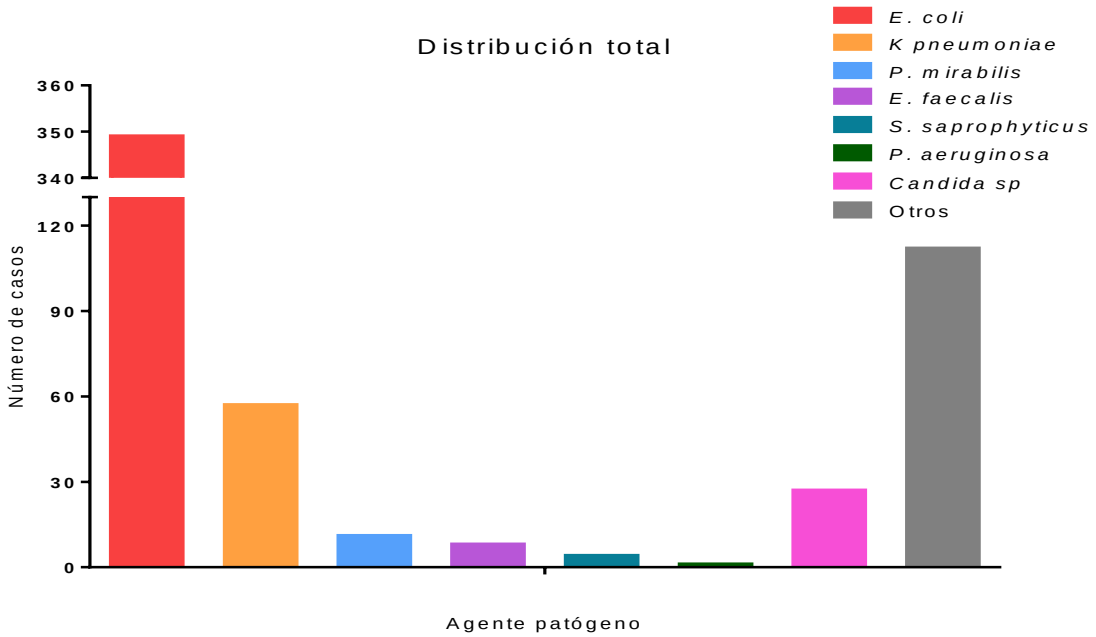


Gráfico de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

En el grupo "Otros" se incluyeron *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Klebsiella oxytoca*, *Morganella morganii*, así como especies de los géneros *Pseudomonas* y *Streptococcus*, entre otros microorganismos identificados durante el periodo de estudio.

Posteriormente, se analizó la distribución anual de los microorganismos aislados. El número de aislamientos registrados para cada microorganismo en cada uno de los años del estudio se presenta en la figura 7, donde *Escherichia coli* muestra el mayor número de aislamientos, seguida de Klebsiella pneumoniae, mientras que el resto de los microorganismos presenta una menor frecuencia.

Figura 7. Histograma de frecuencia de casos de infecciones en vías urinarias en función del agente patógeno, clasificados por año

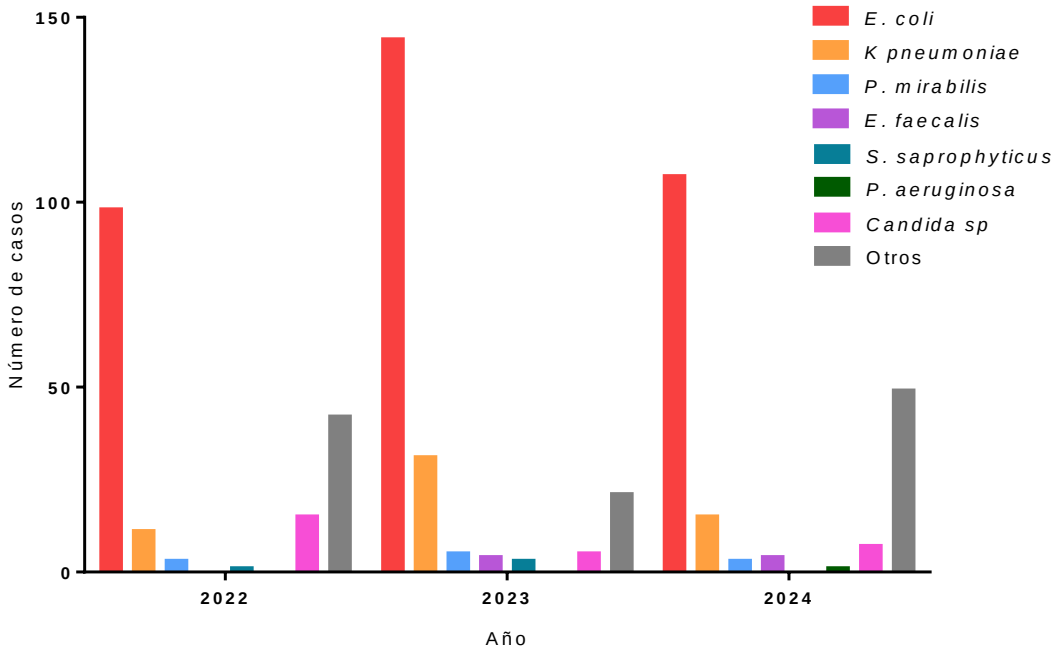


Gráfico de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

Con la finalidad de comparar la distribución de los microorganismos aislados entre los distintos años del estudio, se aplicó la prueba de chi-cuadrada de Pearson. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.

La prueba de chi-cuadrada de Pearson mostró diferencias estadísticamente significativas en la distribución de los microorganismos aislados entre los años evaluados. En términos estadísticos, este resultado indica que la distribución de frecuencias observada difiere de la esperada bajo el supuesto de independencia entre el año de estudio y el microorganismo aislado.

Tabla 3. Análisis estadístico del tipo de patógeno

Estadístico	Valor
Chi-cuadrada	28.6
Grados de libertad	**7**
Valor p	<0.0001

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

DISTRIBUCIÓN DE MICROORGANISMOS SEGÚN GRUPO ETARIO

Para describir la distribución de los microorganismos aislados según el grupo de edad de los pacientes, los casos se agruparon en intervalos de 5 años. La figura 8 muestra la distribución porcentual de los microorganismos por grupo de edad.

Figura 8. Histograma de frecuencia de casos en función de la edad y del patógeno en 2022-2024

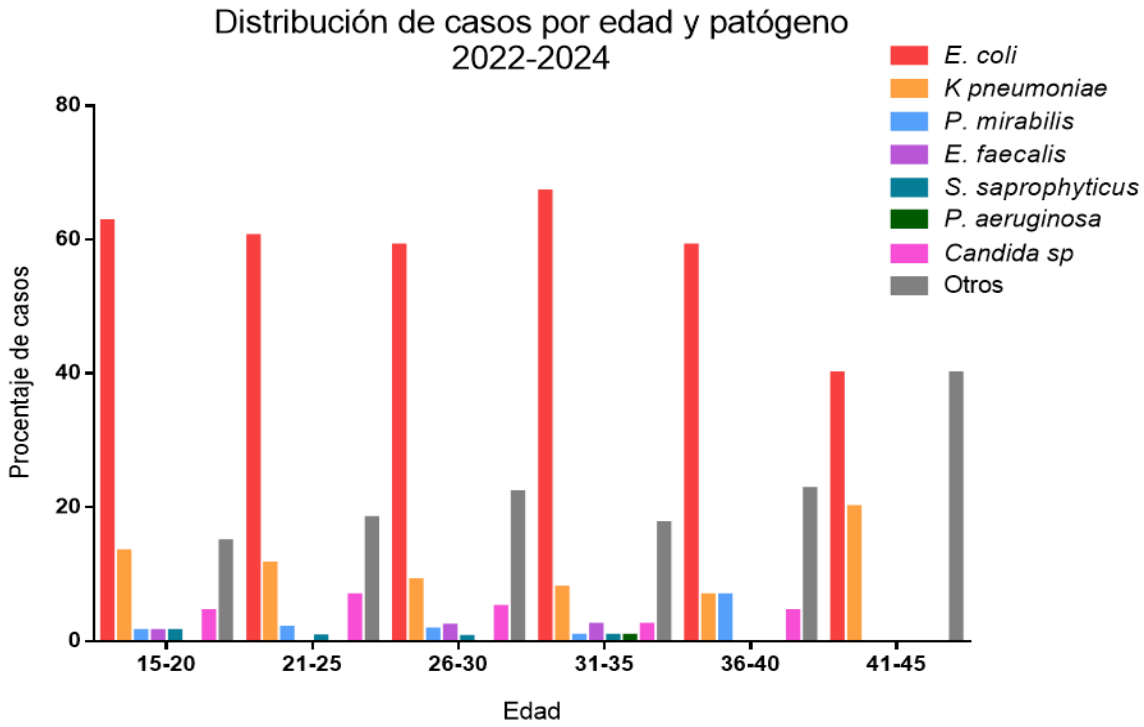


Gráfico de elaboración propia, con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®, en el que se muestra el porcentaje calculado respecto al total en cada rango.

Escherichia coli fue el microorganismo aislado con mayor frecuencia en todos los grupos etarios, representando entre el 40.0% y el 67.2% de los aislamientos registrados. El grupo denominado "Otros" constituyó el segundo conjunto con mayor frecuencia en la mayoría de

los intervalos de edad, con porcentajes comprendidos entre 14.9% y 40.0%. Por su parte, *Klebsiella pneumoniae* ocupó el segundo lugar entre los microorganismos identificados de manera individual, con proporciones que variaron entre 6.8% y 20.0%, mientras que *Proteus mirabilis, Enterococcus faecalis, Staphylococcus saprophyticus, Pseudomonas aeruginosa* y *Candida spp*. presentaron frecuencias inferiores en todos los grupos etarios. Los valores detallados de cada microorganismo se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Frecuencia de casos en función de edad y patógeno

2022-2024	**Total**		***E. coli***		***K. pneumoniae***		***P. mirabilis***		***E. faecalis***		***S. saprophyticus***		***P. aeruginosa***		***Candida spp.***		**Otros**	
Edad	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
15-20	67	11.78	42	62.7	9	13.4	1	1.5	1	1.5	1	1.5	0	0.0	3	4.5	10	14.9
21-25	147	25.83	89	60.5	17	11.6	3	2.0	0	0.0	1	0.7	0	0.0	10	6.8	27	18.4
26-30	176	30.93	104	59.1	16	9.1	3	1.7	4	2.3	1	0.6	0	0.0	9	5.1	39	22.2
31-35	125	21.97	84	67.2	10	8.0	1	0.8	3	2.4	1	0.8	1	0.8	3	2.4	22	17.6
36-40	44	7.733	26	59.1	3	6.8	3	6.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	4.5	10	22.7
41-45	10	1.757	4	40.0	2	20.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4	40.0
Total	569	100	349	61.3	57	10.0	11	1.9	8	1.4	4	0.7	1	0.2	27	4.7	112	19.7

Elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio. n: número de casos;%: porcentaje calculado con base en el total de casos entre 2022 y 2024.

Se aplicó la prueba de chi-cuadrada de Pearson para evaluar si la distribución de los microorganismos aislados difería entre los grupos de edad. Los resultados se muestran en la tabla 5. No se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el grupo de edad y la distribución de microorganismos aislados ($p > 0.05$), lo que indica que la frecuencia relativa de los principales agentes etiológicos fue similar entre los distintos grupos de edad incluidos en el estudio.

Tabla 5. Análisis estadístico de la distribución de edad

	2022 vs 2023	**2022 vs 2024**	**2023 vs 2024**
Chi-cuadrada	10.6	3.48	5.99
Grados de libertad	5	5	5
Valor p	0.059	0.626	0.308

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LA SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS UROPATÓGENOS AISLADOS DURANTE 2022-2024

Susceptibilidad antimicrobiana de patógenos gramnegativos

Se analizaron los perfiles de susceptibilidad antimicrobiana de los principales uropatógenos aislados en cultivos de orina positivos procedentes de mujeres embarazadas entre 2022 y 2024. La distribución general de los resultados del antibiograma de patógenos gramnegativos se resume en la figura 9, que los clasifica como sensibles, intermedios o resistentes a los antimicrobianos evaluados.

Figura 9. Histograma de frecuencia de casos en función de la efectividad de diferentes antibióticos contra patógenos gramnegativos, comprendido en el periodo 2022-2024

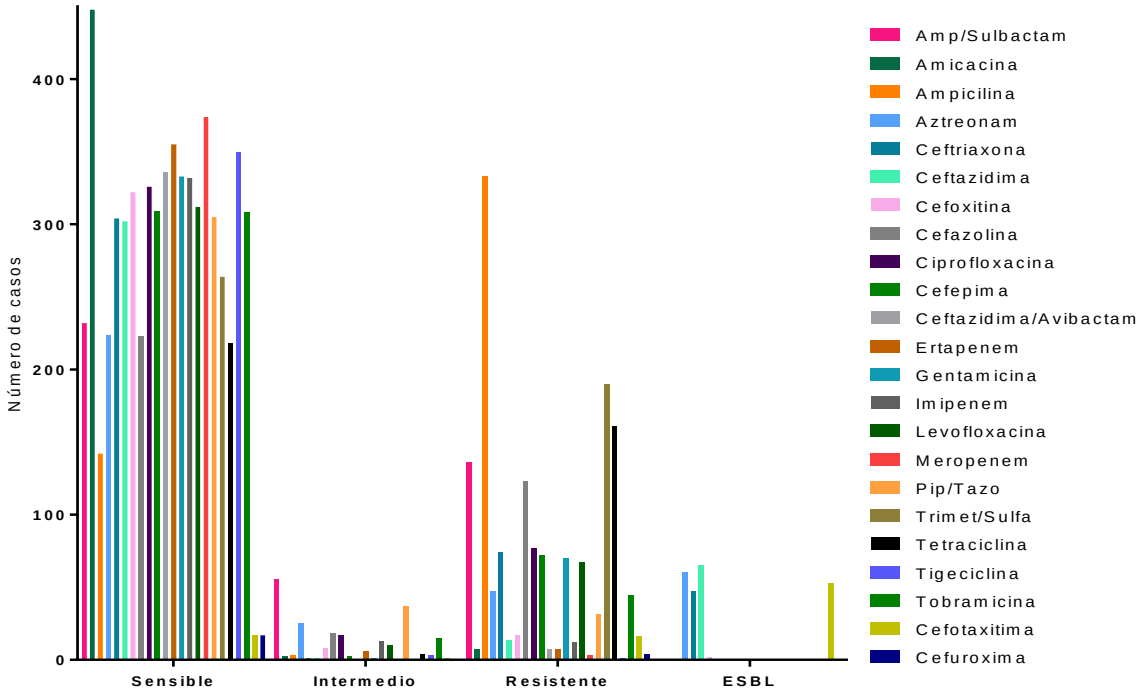


Gráfico de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

En los tres años analizados, 467 casos se debieron a bacterias gramnegativas (82.1%) y la mayoría presentó resistencia a ampicilina, con un total de 333 casos, mientras que solo 142 casos presentaron sensibilidad; seguida por ampicilina-sulbactam, que fue el segundo antibiótico con más resistencia, con 136 casos. La mayor sensibilidad reportada fue a la amicacina, con 448 casos sensibles y solo 7 resistentes.

En el análisis del comportamiento de la resistencia a lo largo de los años, se reportó que en

2022 se presentaron 126 casos (74.1%) de patógenos gramnegativos y se observó una mayor frecuencia de sensibilidad que de resistencia, excepto frente a ampicilina, que presentó 91 casos resistentes. La distribución general de los resultados del antibiograma de los patógenos gramnegativos en 2022 se detalla en la tabla 6.

Tabla 6. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias gramnegativas durante 2022

	Sensible	Intermedio	Resistente	ESBL	BLAC
Ampicilina/Sulbactam	65	10	45	0	0
Amicacina	120	0	1	0	0
Ampicilina	46	0	**91**	0	4
Aztreonam	57	2	7	**10**	0
Ceftriaxona	79	1	31	**8**	0
Ceftazidima	77	0	2	**12**	0
Cefoxitina	71	2	4	0	0
Cefazolina	60	4	21	0	0
Ciprofloxacina	87	2	20	0	0
Cefepima	76	1	13	0	0
Ceftazidima-Avibactam	73	0	2	0	0
Ertapenem	83	1	1	0	0
Gentamicina	84	1	17	0	0
Imipenem	80	2	2	0	0
Levofloxacina	79	2	10	0	0
Meropenem	86	0	1	0	0
Piperacilina-Tazobactam	74	7	3	0	0
Trimetoprima/Sulfametoxazol	68	0	46	0	0
Tetraciclina	55	0	33	0	0
Tigeciclina	76	1	0	0	0
Tobramicina	65	3	10	0	0
Cefotaxima	10	0	5	9	0
Cefuroxima	10	0	2	0	0

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

A lo largo de 2023, se presentaron 194 casos (91.1%) asociados a patógenos gramnegativos. La distribución general de los resultados del antibiograma de patógenos gramnegativos durante este año se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias gramnegativas durante 2023

	Sensible	Intermedio	Resistente	ESBL	BLAC
Ampicilina-Sulbactam	101	14	42	0	0
Amicacina	184	1	5	0	0
Ampicilina	57	2	**135**	0	3
Aztreonam	86	11	14	**30**	0
Ceftriaxona	116	0	16	**25**	0
Ceftazidima	110	0	4	**32**	0
Cefoxitina	133	3	1	2	0
Cefazolina	85	6	49	0	0
Ciprofloxacina	125	6	28	0	0
Cefepima	113	0	34	0	0
Ceftazidima-Avibactam	138	0	2	0	0
Ertapenem	141	2	0	0	0
Gentamicina	129	0	25	0	0
Imipenem	135	3	4	0	0
Levofloxacina	120	2	**27**	0	0
Meropenem	147	0	0	0	0
Piperacilina-Tazobactam	122	12	9	0	0
Trimetoprima-Sulfametoxazol	113	0	**81**	0	0
Tetraciclina	86	3	**61**	0	0
Tigeciclina	138	1	1	0	0
Tobramicina	120	8	15	0	0
Cefotaxima	2	0	6	**25**	0
Cefuroxima	2	0	0	0	0

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

Durante este año se presentaron más casos de resistencia a ampicilina; además, se incrementó el número de casos de resistencia a aztreonam, ceftriaxona y ceftazidima en comparación con el año anterior. Adicionalmente, se observó un aumento de la resistencia a cefazolina, cefepima, levofloxacina, trimetoprima-sulfametoxazol, tetraciclina y cefotaxima.

Durante 2024 se presentaron 147 casos (79.0%) de patógenos gramnegativos. Al igual que en años anteriores, la mayoría de los casos presentó resistencia a la ampicilina. La distribución general de los resultados del antibiograma de los patógenos gramnegativos en 2024 se resume en la tabla 8.

Tabla 8. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias gramnegativas durante 2024

	Sensible	Intermedio	Resistente	ESBL	BLAC
Ampicilina-Sulbactam	66	31	49	0	0
Amicacina	144	1	1	0	0
Ampicilina	39	1	**107**	0	0
Aztreonam	81	12	26	**20**	0
Ceftriaxona	109	0	27	**14**	0
Ceftazidima	115	1	7	**21**	0
Cefoxitina	118	3	12	0	0
Cefazolina	78	8	53	0	0
Ciprofloxacina	114	9	29	0	0
Cefepima	120	1	25	0	0
Ceftazidima-Avibactam	125	0	3	0	0
Ertapenem	131	3	6	0	0
Gentamicina	120	0	28	0	0
Imipenem	117	8	6	0	0
Levofloxacina	113	6	30	0	0
Meropenem	141	0	2	0	0
Piperacilina-Tazobactam	109	18	19	0	0
Trimetoprima-Sulfametoxazol	83	0	63	0	0
Tetraciclina	77	1	67	0	0
Tigeciclina	136	1	0	0	0
Tobramicina	123	4	19	0	0
Cefotaxima	5	1	5	19	0
Cefuroxima	5	0	2	0	0

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

Con la finalidad de identificar el comportamiento específico de cada microorganismo, los perfiles de susceptibilidad se analizaron individualmente para las bacterias con mayor frecuencia de aislamiento durante el periodo de estudio.

En los casos que presentaron desarrollo de *Escherichia coli*, se observó una mayor frecuencia de resistencia a ampicilina, con 205 aislamientos resistentes, seguida de la combinación trimetoprima-sulfametoxazol (153 casos) y de tetraciclina (119 casos). Los resultados clasificados como de sensibilidad intermedia fueron considerablemente menos frecuentes que las categorías de sensibilidad y de resistencia. Los mayores números de aislamientos intermedios correspondieron a ampicilina/sulbactam (44 casos), piperacilina/tazobactam (29

casos), aztreonam (18 casos), cefazolina (17 casos) y tobramicina (14 casos). La Figura 10 muestra el perfil de susceptibilidad antimicrobiana de los aislamientos de *Escherichia coli* obtenidos durante el periodo 2022–2024.

Figura 10. Histograma de frecuencia de casos debidos a *Escherichia coli* durante 2022-2024

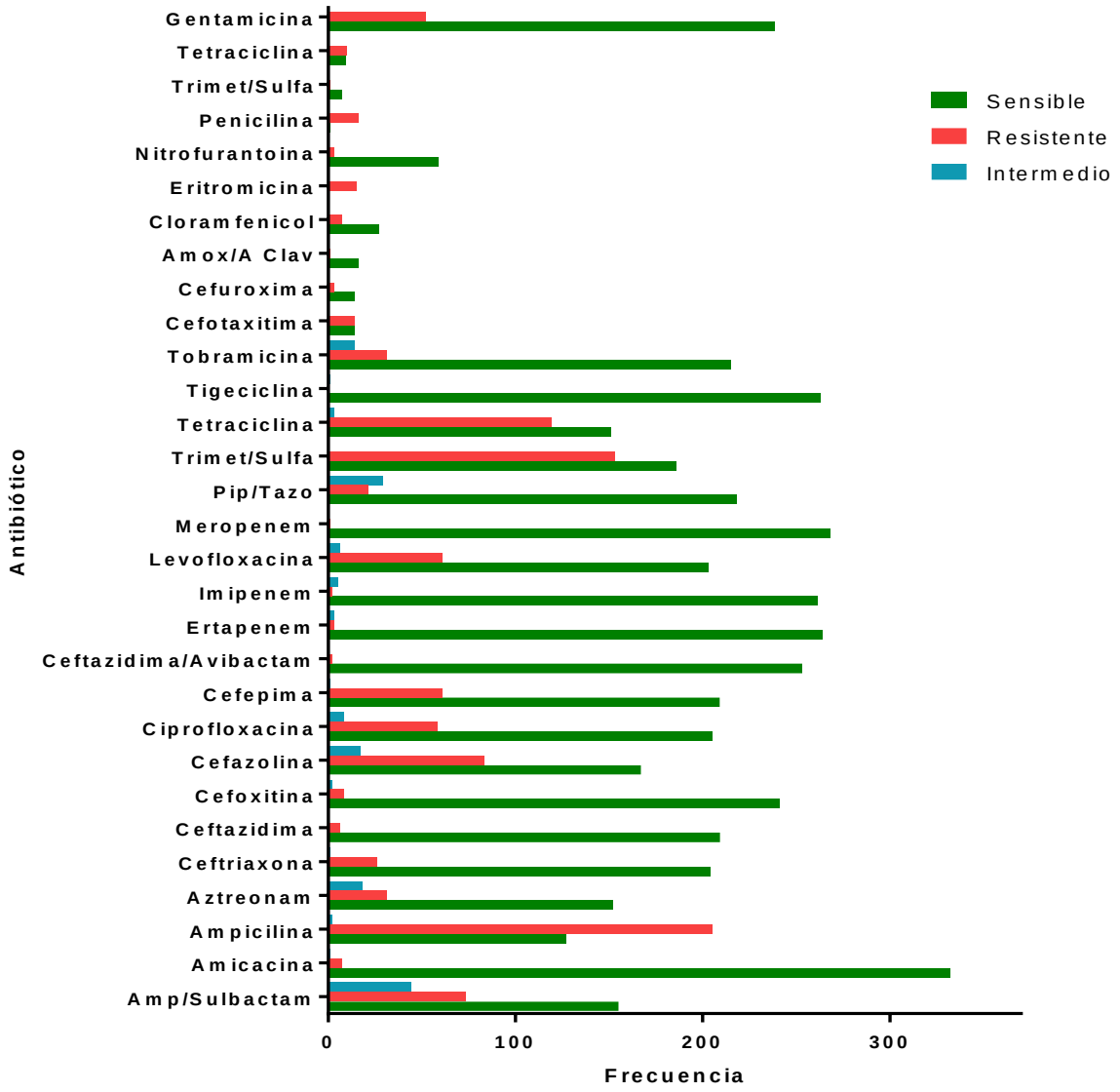


Gráfico de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

La prueba de chi-cuadrada mostró una asociación estadísticamente significativa entre el antibiótico evaluado y el perfil de susceptibilidad de *Escherichia coli* (tabla 9).

Tabla 9. Análisis estadístico de la relación entre resistencia y sensibilidad de *Escherichia coli* (2022-2024)

Estadístico	Valor
Chi-cuadrada	1209.8
Grados de libertad	29
Valor p	< 0.0001

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

La mayor contribución correspondió a la ampicilina (χ^2=384.2), seguida de trimetoprima-sulfametoxazol (χ^2=145.3) y tetraciclina (χ^2=106.4). En estos antimicrobianos, el número de aislamientos resistentes observados fue superior al esperado según la prueba. En contraste, amicacina, meropenem, imipenem, ertapenem y ceftazidima-avibactam presentaron un mayor número de aislamientos sensibles y un menor número de resistentes que los valores esperados, por lo que también aportaron de manera importante al estadístico de chi-cuadrada. Los antibióticos que más contribuyeron al estadístico global se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Antibióticos con mayor contribución al estadístico de chi-cuadrada para *Escherichia coli* durante el periodo 2022-2024

Antibiótico	Sensibles observados	Sensibles esperados	Resistentes observados	Resistentes esperados	Contribución al χ^2
Ampicilina	127	268	205	64	384.2
Trimetoprima-Sulfametoxazol	186	274	153	65	145.3
Tetraciclina	151	218	119	52	106.4
Amicacina	332	274	7	65	64.7
Meropenem	268	217	1	52	61.8
Penicilina	1	14	16	3	61.1
Imipenem	261	212	2	51	58
Ertapenem	264	215	3	52	56.6
Ceftazidima-Avibactam	253	206	2	49	56.1
Ceftazidima	209	174	6	41	37.7

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

En los casos de aislamiento de *Klebsiella pneumoniae,* la ampicilina presentó el mayor número de aislamientos resistentes (56), mientras que la tetraciclina registró 17. En contraste, ceftazidima-avibactam, ertapenem, imipenem y ceftriaxona presentaron únicamente un

aislamiento resistente cada uno. La distribución del perfil de susceptibilidad de *Klebsiella pneumoniae* frente a los antibióticos evaluados durante el periodo 2022–2024 se presenta en la Figura 11.

Figura 11. Histograma de frecuencia de casos debidos a *Klebsiella pneumoniae* durante 2022-2024

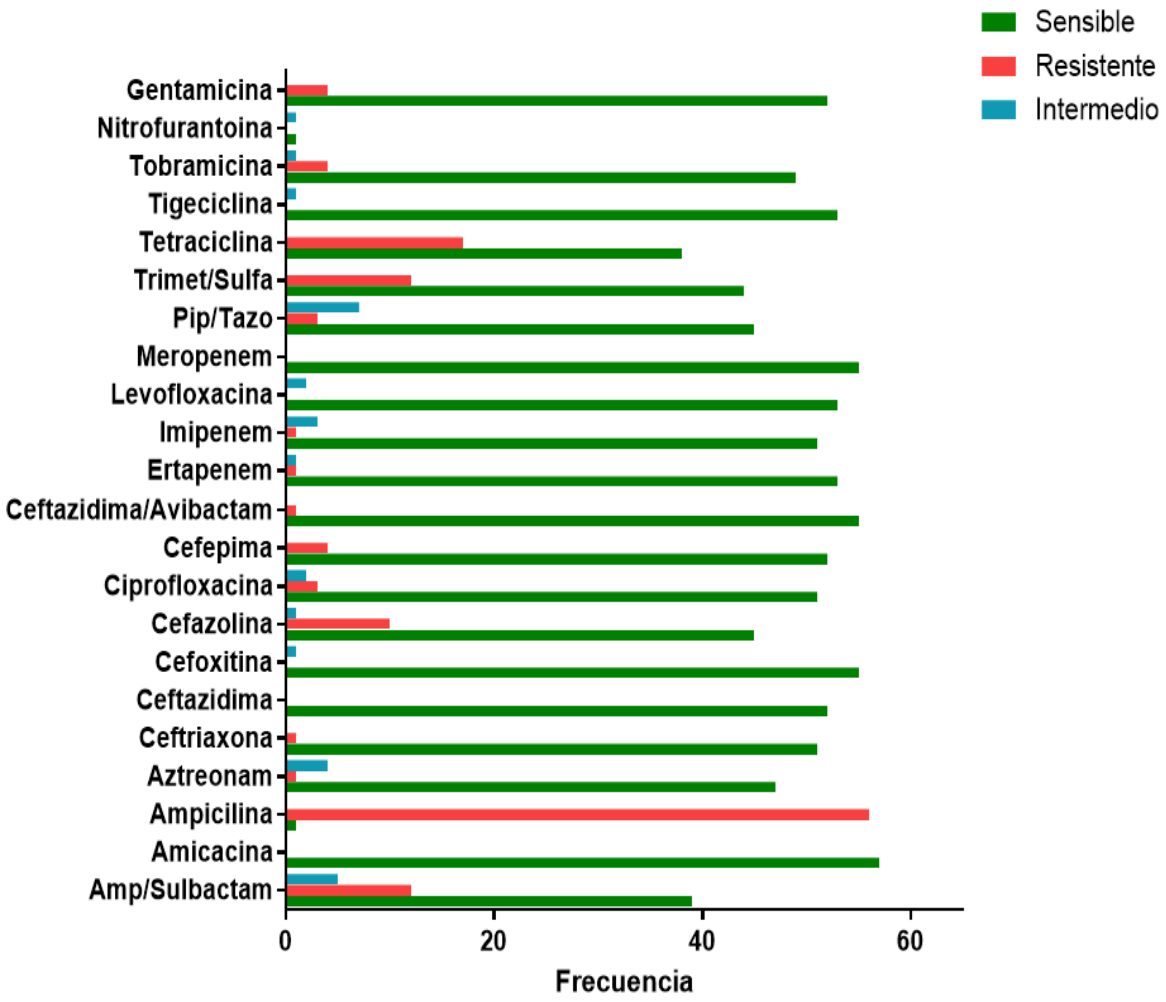


Gráfico de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

La prueba de chi-cuadrada mostró una asociación estadísticamente significativa entre el antibiótico evaluado y el perfil de susceptibilidad de Klebsiella pneumoniae (tabla 11).

Tabla 11. Análisis estadístico de la relación entre resistencia y sensibilidad de *Klebsiella pneumoniae* (2022-2024)

Estadístico	Valor
Chi-cuadrada	352.01
Grados de libertad	21
Valor p	< 0.0001

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

La mayor contribución correspondió a ampicilina ($\chi^2 = 282.9$), para la cual se observaron 56 aislamientos resistentes y un aislamiento sensible, mientras que la prueba estimó 9 y 48 casos, respectivamente. En segundo lugar, se ubicó la tetraciclina ($\chi^2 = 8.78$), con 17 aislamientos resistentes frente a los 9 esperados y 38 sensibles frente a los 46 esperados. De igual manera, ceftazidima-avibactam ($\chi^2 = 8.56$), ertapenem ($\chi^2 = 8.18$), imipenem ($\chi^2 = 7.80$) y ceftriaxona ($\chi^2 = 7.80$) presentaron un mayor número de aislamientos sensibles y un menor número de resistentes que los valores esperados según la prueba. Los antibióticos con mayor contribución estadística se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. Frecuencias observadas y esperadas de los antibióticos con mayor contribución al estadístico de chi-cuadrada para *Klebsiella pneumoniae* durante el periodo 2022–2024

Antibiótico	Sensibles observados	Sensibles esperados	Resistentes observados	Resistentes esperados	Contribución al χ^2
Ampicilina	1	48	56	9	282.9
Tetraciclina	38	46	17	9	8.78
Ceftazidima-Avibactam	55	47	1	9	8.56
Ertapenem	53	45	1	9	8.18
Imipenem	51	44	1	8	7.8
Ceftriaxona	51	44	1	8	7.8

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

En los casos con desarrollo de *proteus mirabilis*, ampicilina, aztreonam y tetraciclina, se registraron las mayores frecuencias de aislamientos resistentes, con siete casos cada una. Por el contrario, amicacina, ciprofloxacina y levofloxacina no presentaron aislamientos resistentes durante el periodo de estudio. La distribución del perfil de susceptibilidad de

proteus mirabilis frente a los antibióticos evaluados durante el periodo 2022–2024 se presenta en la figura 12.

Figura 12. Histograma de frecuencia de casos debidos a *Proteus mirabilis* durante 2022-2024

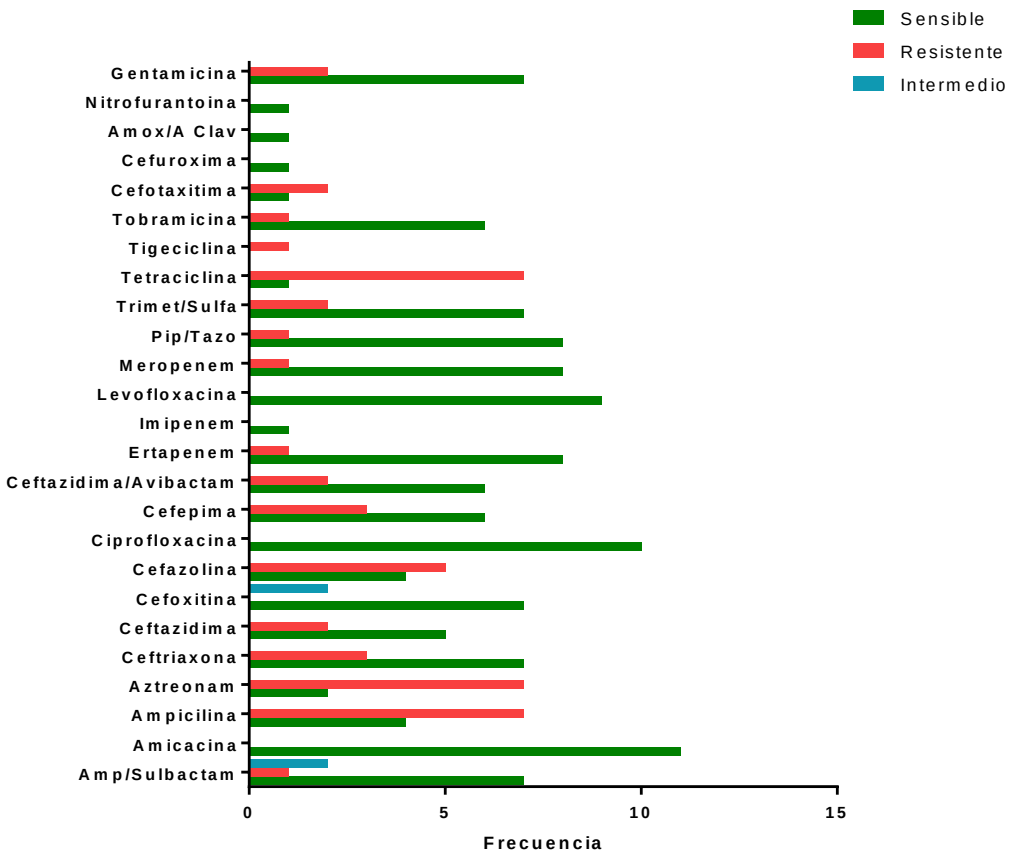


Gráfico de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

La prueba de chi-cuadrada mostró una asociación estadísticamente significativa entre el antibiótico evaluado y el perfil de susceptibilidad de *Proteus mirabilis* (tabla 13).

Tabla 13. Análisis estadístico de la relación entre resistencia y sensibilidad de *Proteus mirabilis* (2022-2024)

Estadístico	Valor
Chi-cuadrada	63.05
Grados de libertad	24
Valor p	< 0.00002

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

La mayor contribución correspondió a tetraciclina ($\chi^2 = 14.63$), para la cual se observaron siete aislamientos resistentes y un sensible, mientras que la prueba estimó dos y seis casos, respectivamente. En segundo lugar se ubicó aztreonam ($\chi^2 = 11.57$), con siete aislamientos resistentes frente a los dos esperados y dos sensibles frente a los siete esperados. De igual forma, ampicilina ($\chi^2 = 7.33$) presentó siete aislamientos resistentes y cuatro sensibles, mientras que la prueba estimó tres y ocho casos, respectivamente. En contraste, amicacina ($\chi^2 = 4.13$), ciprofloxacina ($\chi^2 = 3.75$) y levofloxacina ($\chi^2 = 3.37$) registraron un mayor número de aislamientos sensibles y un menor número de resistentes que los valores esperados por la prueba. Los antibióticos con mayor contribución al estadístico global se presentan en la tabla 14.

Tabla 14. Frecuencias observadas y esperadas de los antibióticos con mayor contribución al estadístico de chi-cuadrada para *Proteus mirabilis* durante el periodo 2022–2024

Antibiótico	Sensibles observados	Sensibles esperados	Resistentes observados	Resistentes esperados	Contribución al χ^2
Tetraciclina	1	6	7	2	14.63
Aztreonam	2	7	7	2	11.57
Ampicilina	4	8	7	3	7.33
Cefazolina	4	7	5	2	3.63
Ciprofloxacina	10	7	0	3	3.75
Levofloxacina	9	7	0	2	3.37
Amicacina	11	8	0	3	4.13

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

Susceptibilidad antimicrobiana de patógenos grampositivos

En el análisis de resistencia a antibióticos, se registraron menos casos de bacterias grampositivas (74 casos) que de gramnegativas (467 casos) durante los 3 años. Se observaron las mayores frecuencias de sensibilidad a nitrofurantoína, cefoxitina, linezolid, levofloxacina, rifampicina, vancomicina y tetraciclina. En contraste, eritromicina, tetraciclina, clindamicina, ampicilina y penicilina presentaron un mayor número de aislamientos resistentes que el resto. La figura 13 presenta la distribución de las respuestas de los

patógenos grampositivos frente a los diferentes antibióticos evaluados durante el periodo 2022–2024.

Figura 13. Histograma de frecuencia de casos en función de la efectividad de diferentes antibióticos contra patógenos grampositivos entre 2022-2024

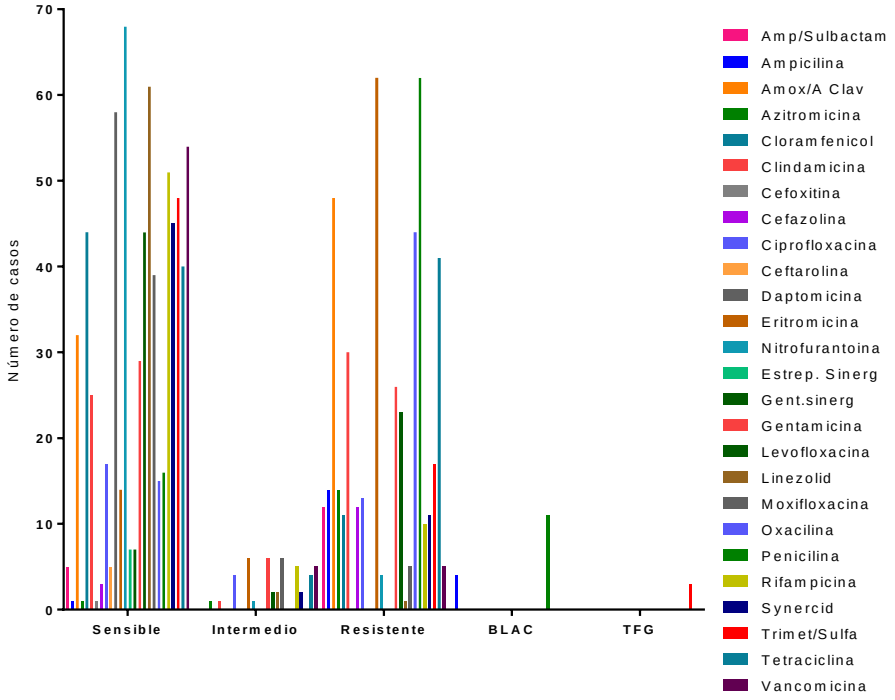


Gráfico de elaboración propia, con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®, en el que se muestra la frecuencia de casos positivos para la betalactamasa (BLAC), así como las cepas dependientes de timidina (TFG).

Durante 2022 se identificaron 28 casos de bacterias grampositivas, equivalentes al 16.5% del total de aislamientos registrados ese año. La penicilina presentó el mayor número de aislamientos resistentes (37 casos), seguida de eritromicina (35 casos), amoxicilina-ácido clavulánico (24 casos) y oxacilina (23 casos). De la misma manera, la tetraciclina registró 20 aislamientos resistentes, mientras que la gentamicina presentó 15 y la clindamicina 12.

Respecto a la sensibilidad, los mayores números de aislamientos se observaron para cloramfenicol (28 casos), trimetoprima-sulfametoxazol (27 casos), linezolid (24 casos), daptomicina (23 casos), rifampicina (21 casos) y vancomicina, synercid, moxifloxacina y tetraciclina, con 20 casos cada una. También se registraron 19 aislamientos sensibles a

levofloxacina, 18 a nitrofurantoína y 17 a gentamicina. La distribución general de los resultados del antibiograma de patógenos grampositivos durante este año se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias grampositivas durante 2022

	S	I	R	ESBL	BLAC	TFG
Ampicilina-Sulbactam	0	0	0	0	0	0
Ampicilina	0	0	0	0	0	0
Amoxicilina-ácido clavulánico	16	0	**24**	0	0	0
Azitromicina	0	0	0	0	0	0
Cloramfenicol	28	0	7	0	0	0
Clindamicina	13	0	12	0	0	0
Cefoxitina	1	0	0	0	0	0
Cefazolina	0	0	0	0	0	0
Ciprofloxacina	11	1	1	0	0	0
Ceftarolina	0	0	0	0	0	0
Daptomicina	23	0	0	0	0	0
Eritromicina	6	2	**35**	0	0	0
Nitrofurantoína	18	1	3	0	0	0
Gentamicina	17	0	15	0	0	0
Levofloxacina	19	0	7	0	0	0
Linezolid	24	0	0	0	0	0
Moxifloxacina	20	5	1	0	0	0
Oxacilina	5	0	**23**	0	0	0
Penicilina	2	0	**37**	0	4	0
Rifampicina	21	1	5	0	0	0
Synercid	20	0	7	0	0	0
Trimetoprima-Sulfametoxazol	27	0	8	0	0	1
Tetraciclina	20	3	20	0	0	0
Vancomicina	20	1	4	0	0	0

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

Durante 2023 se identificaron 14 casos de bacterias grampositivas, equivalentes al 6.6% del total de aislamientos registrados ese año. Los mayores números de aislamientos resistentes se registraron para tetraciclina (7 casos), seguida de penicilina (6 casos), eritromicina (5 casos) y amoxicilina-ácido clavulánico y oxacilina, con 4 casos cada una. Los mayores números de aislamientos sensibles se observaron para linezolid, rifampicina y vancomicina, con 12 casos cada uno, seguidos de daptomicina y levofloxacina, con 10 casos cada uno. La

distribución general de los resultados del antibiograma para patógenos grampositivos durante 2023 se resume en la tabla 16.

Tabla 16. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias grampositivas durante 2023

	S	I	R	ESBL	BLAC	TFG
Ampicilina-Sulbactam	1	0	0	0	0	0
Ampicilina	0	0	0	0	0	0
Amoxicilina-ácido clavulánico	8	0	**4**	0	0	0
Azitromicina	0	0	0	0	0	0
Cloramfenicol	0	0	0	0	0	0
Clindamicina	7	0	3	0	0	0
Cefoxitina	0	0	0	0	0	0
Cefazolina	0	0	0	0	0	0
Ciprofloxacina	1	1	0	0	0	0
Ceftarolina	0	0	0	0	0	0
Daptomicina	10	0	0	0	0	0
Eritromicina	7	2	**5**	0	0	0
Nitrofurantoína	47	0	1	0	0	0
Estrepto-sinergia	3	0	0	0	0	0
Gentamicina-sinergia	3	0	0	0	0	0
Gentamicina	5	3	2	0	0	0
Levofloxacina	10	1	1	0	0	0
Linezolid	12	0	0	0	0	0
Moxifloxacina	9	0	1	0	0	0
Oxacilina	6	0	**4**	0	0	0
Penicilina	7	0	**6**	0	3	0
Rifampicina	12	1	1	0	0	0
Synercid	7	1	2	0	0	0
Trimetoprima-Sulfametoxazol	8	0	1	0	0	1
Tetraciclina	10	0	**7**	0	0	0
Vancomicina	12	2	0	0	0	0

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

Durante 2024 se identificaron 32 casos de bacterias grampositivas, equivalentes al 17.2% del total de aislamientos registrados ese año. La distribución general de los resultados del antibiograma de patógenos grampositivos durante 2024 se resume en la tabla 17.

Figura 14. Frecuencias de resistencia y sensibilidad a diferentes antibióticos dirigidos a bacterias grampositivas durante 2024

	S	I	R	ESBL	BLAC	TFG
Ampicilina-Sulbactam	4	0	12	0	0	0
Ampicilina	1	0	**14**	0	4	0
Amoxicilina-ácido clavulánico	8	0	**20**	0	0	0
Azitromicina	1	1	**14**	0	0	0
Cloramfenicol	16	0	4	0	0	0
Clindamicina	5	1	**15**	0	0	0
Cefoxitina	0	0	0	0	0	0
Cefazolina	3	0	12	0	0	0
Ciprofloxacina	5	2	12	0	0	0
Ceftarolina	5	0	0	0	0	0
Daptomicina	25	0	0	0	0	0
Eritromicina	1	2	**22**	0	0	0
Nitrofurantoína	3	0	0	0	0	0
Estrepto-sinergia	4	0	0	0	0	0
Gentamicina-sinergia	4	0	0	0	0	0
Gentamicina	7	3	9	0	0	0
Levofloxacina	15	1	**15**	0	0	0
Linezolid	25	2	1	0	0	0
Moxifloxacina	10	1	3	0	0	0
Oxacilina	4	0	**17**	0	0	0
Penicilina	7	0	**19**	0	4	0
Rifampicina	18	3	4	0	0	0
Synercid	18	1	2	0	0	0
Trimetoprima-Sulfametoxazol	13	0	8	0	0	1
Tetraciclina	10	1	**14**	0	0	0
Vancomicina	22	2	1	0	0	0

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

La mayor frecuencia de aislamientos resistentes se registró para eritromicina (22 casos), seguida de amoxicilina-ácido clavulánico (20 casos), penicilina (19 casos), oxacilina (17 casos), clindamicina (15 casos), levofloxacina (15 casos) y ampicilina y azitromicina (14 casos cada una). Respecto a la sensibilidad, los mayores números se observaron para daptomicina y linezolid, con 25 casos cada una, seguidas de vancomicina (22 casos), rifampicina y synercid (18 casos cada una), cloramfenicol (16 casos), levofloxacina (15 casos) y trimetoprima-sulfametoxazol (13 casos).

Para identificar el comportamiento específico de cada microorganismo, se analizaron los perfiles de susceptibilidad de las bacterias grampositivas con mayor frecuencia de aislamiento durante el periodo de estudio.

En los aislamientos de *Enterococcus faecalis*, se observó que la mayor frecuencia de sensibilidad fue a la penicilina, con 6 aislamientos sensibles, seguida de ampicilina, levofloxacina, linezolid y tetraciclina, con 5 casos cada una. En contraste, los mayores números de aislamientos resistentes fueron a ampicilina, eritromicina, rifampicina y tetraciclina con 3 casos resistentes para cada uno de estos antimicrobianos. La Figura 15 muestra el perfil de susceptibilidad antimicrobiana de los aislamientos de *Enterococcus faecalis* obtenidos durante el periodo 2022–2024.

Figura 15. Histograma de frecuencia de casos debidos a Enterococcus faecalis durante 2022-2024

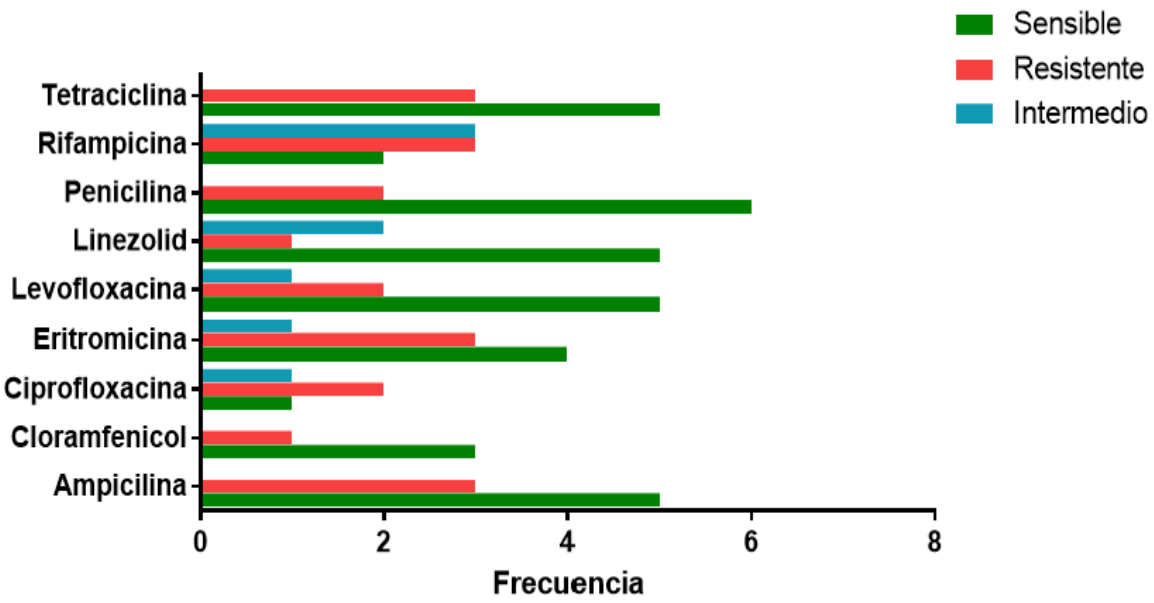


Gráfico de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

La prueba de chi-cuadrada no mostró una asociación estadísticamente significativa entre el antibiótico evaluado y el perfil de susceptibilidad de *Enterococcus faecalis* (tabla 17). Debido a la ausencia de significancia estadística, las contribuciones individuales de los antimicrobianos al estadístico global de chi-cuadrada se redujeron.

Tabla 17. Análisis estadístico de la relación entre resistencia y sensibilidad de *Enterococcus faecalis* (2022-2024)

Estadístico	Valor
Chi-cuadrada	4.42
Grados de libertad	8
Valor p	0.82

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

Las mayores contribuciones correspondieron a rifampicina ($\chi^2 = 1.29$), ciprofloxacina ($\chi^2 = 1.25$) y linezolid ($\chi^2 = 0.95$), seguidas por penicilina ($\chi^2 = 0.40$) y tetraciclina ($\chi^2 = 0.02$); sin embargo, ninguna de estas diferencias fue suficiente para modificar el resultado global de la prueba.

Figura 16. Histograma de frecuencia de casos debidos a *Staphylococcus saprophyticus* durante 2022-2024

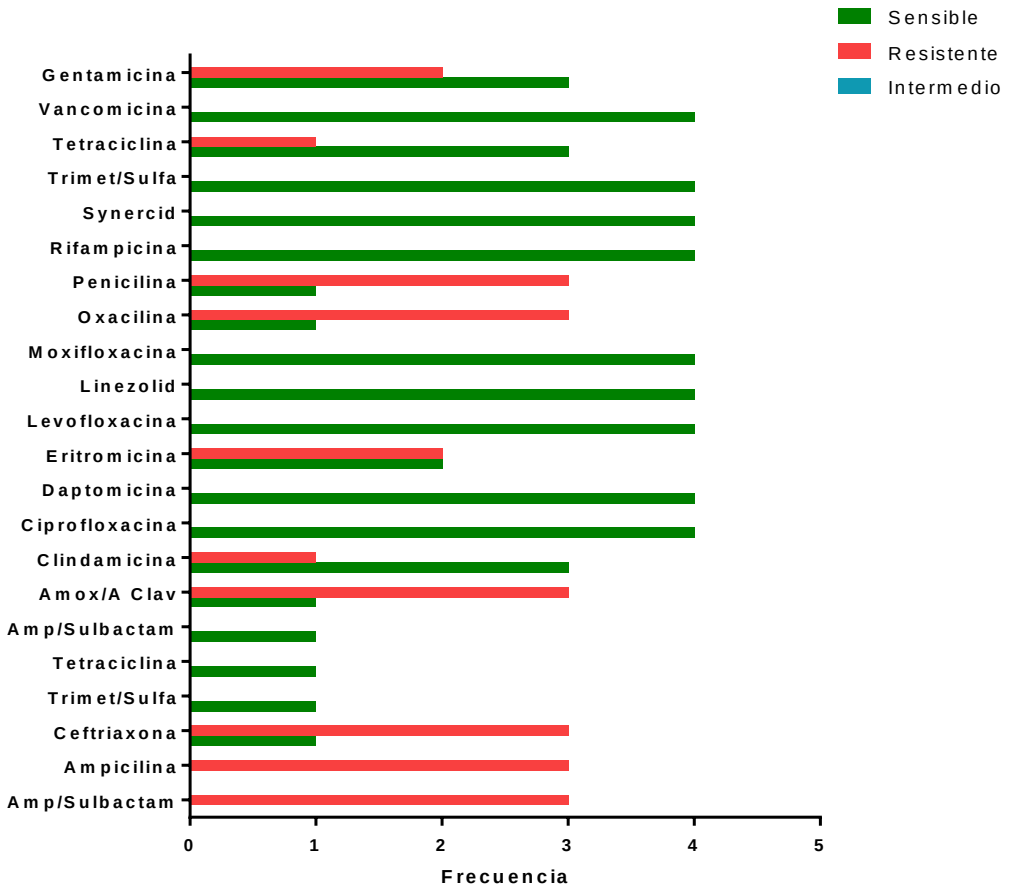


Gráfico de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio y generado con GraphPad Prism 6 ®.

En los aislamientos correspondientes a *Staphylococcus saprophyticus* se observó que las mayores frecuencias de sensibilidad fueron para levofloxacina, linezolid, moxifloxacina, rifampicina, synercid, trimetoprima-sulfametoxazol y vancomicina, con 4 aislamientos sensibles cada una. En la resistencia, las mayores frecuencias se observaron para ampicilina-sulbactam, amoxicilina-ácido clavulánico, ceftriaxona, oxacilina y penicilina, con 3 aislamientos resistentes a cada uno de estos antimicrobianos. La figura 16 muestra el perfil de susceptibilidad antimicrobiana de los aislamientos de *Staphylococcus saprophyticus* obtenidos durante el periodo 2022–2024.

La prueba de chi-cuadrada no mostró una asociación estadísticamente significativa entre el antibiótico evaluado y el perfil de susceptibilidad de *Staphylococcus saprophyticus* (tabla 18). Las contribuciones individuales al estadístico de chi-cuadrada fueron bajas, y las mayores fueron por ceftriaxona, amoxicilina-ácido clavulánico, oxacilina y penicilina, con una contribución aproximada de 1.84 cada una; seguidas por clindamicina y tetraciclina, que presentaron contribuciones aproximadas de 1.03 cada una.

Tabla 18. Análisis estadístico de la relación entre resistencia y sensibilidad de *Staphylococcus saprophyticus* (2022-2024)

Estadístico	Valor
Chi-cuadrada	4.52
Grados de libertad	21
Valor p	0.9999

Análisis de elaboración propia con información obtenida del instrumento de recolección de datos del estudio.

DISCUSIÓN

Debido a cambios anatómicos, fisiológicos e inmunológicos que favorecen la colonización y ascenso de microorganismos al tracto urinario, las infecciones del tracto urinario siguen siendo una de las complicaciones infecciosas comunes del embarazo. Por lo tanto, la distribución de los uropatógenos más comunes junto con sus respectivos perfiles locales de susceptibilidad antimicrobiana son esenciales para caracterizar la actividad microbiológica de esta entidad en las unidad de salud estudiada.

En nuestra población analizada, el microorganismo aislado predominante *fue Escherichia coli*, seguido de *Klebsiella pneumoniae*, mientras que *Proteus mirabilis, Enterococcus faecalis, Staphylococcus saprophyticus, Candida spp*. y algunos otros microorganismos representaron una proporción considerablemente menor de los aislamientos. Este patrón se mantuvo durante el período de tres años del estudio, indicando una distribución microbiana constante.

Aunque el análisis de chi-cuadrada presentó una diferencia estadística entre los años, esta diferencia se correlacionó principalmente con el frecuencia relativa de aislamiento de algunos microorganismos menos prevalentes, independientemente del papel que jugó el principal agente etiológico. Esta observación es significativa ya que muestra que, aunque la composición relativa de varios patógenos puede variar, la composición microbiológica general de las infecciones urinarias en gestantes sigue caracterizándose en gran medida por la presencia de enterobacterias, particularmente *E. coli*.

Los resultados reportados son consistentes con los encontrados por Ali y su equipo de trabajo (2022) que incluyeron a mujeres embarazadas en Somalilandia, y mostraron que *Escherichia coli* fue el aislamiento microbiano predominante aislado en cultivos de orina positivos, seguido de especies del género *Klebsiella*. Los autores atribuyen este comportamiento a la capacidad de *E. coli* uropatógena para colonizar el área perineal y ascender hacia el tracto urinario mediante la expresión de factores de virulencia como las fimbrias tipo 1 y tipo P, mecanismos que facilitan la adhesión al epitelio urinario y favorecen el establecimiento de la infección durante el embarazo. Aunque la población representada por Ali y colaboradores refleja un entorno geográfico diferente al de México, nuestra identificación de los principales

uropatógenos es consistente con un patrón microbiológico internacional reportado para infecciones urinarias en gestantes (Ali et al., 2022).

Barnawi y sus colegas (2024) reportaron hallazgos similares en un estudio de mujeres embarazadas en Arabia Saudita. *Escherichia coli* fue una vez más el microorganismo predominante, seguido de *Klebsiella pneumoniae*, y los otros agentes bacterianos fueron relativamente menos significativos en los aislamientos. Los autores señalan que esta distribución ha permanecido relativamente constante durante los últimos años, a pesar de las diferencias existentes entre los sistemas sanitarios y las características demográficas de las poblaciones estudiadas. Esta congruencia con los resultados del estudio actual refuerza el hecho de que la predominancia de *E. coli* constituye un comportamiento epidemiológico ampliamente representativo en mujeres embarazadas independientemente de las ubicaciones geográficas en las que se lleva a cabo el estudio (Barnawi et al., 2024).

De manera similar, Anton y su equipo (2024) concluyeron que los microorganismos multirresistentes son capaces de causar infecciones urinarias preparto y posparto, confirmando nuevamente a *Escherichia coli* como un organismo etiológico prominente, seguido de *Klebsiella pneumoniae*. Sin embargo, a diferencia de nuestro estudio, se trataron exclusivamente pacientes con aislamientos multirresistentes, atendidas en un hospital terciario, posiblemente explicando el mayor número de cepas con perfiles de resistencia complejos reportados por estos autores. Este enfoque diferente debe tenerse en cuenta al comparar los resultados de ambos estudios, ya que la población incluida en este estudio estuvo constituida por mujeres gestantes atendidas en entornos de atención primaria, donde el espectro microbiológico emula más de cerca el patrón típico de infecciones urinarias adquiridas en la comunidad (Anton et al., 2024).

Los resultados de nuestro estudio también se relacionan con los del estudio dirigido por Derebe (2025), cuyos autores confirmaron que las enterobacterias seguían siendo el grupo microbiano dominante encontrado en mujeres embarazadas y que los aislamientos predominantes eran principalmente *Escherichia coli*, aunque *Klebsiella pneumoniae, Proteus mirabilis* y otros bacilos gramnegativos no estaban significativamente presentes. A pesar de que los datos de frecuencia de infección varían entre los dos estudios, los autores coinciden en que la composición microbiológica de las infecciones urinarias durante el embarazo

muestra una distribución similar, con una pequeña concentración de los aislamientos positivos debido a un pequeño número de microorganismos (Derebe et al., 2025).

Una observación similar fue realizada por Mohamed et al. (2024), quienes centraron su investigación en *Escherichia coli* uropatógena y describieron que este microorganismo continúa siendo el principal responsable de las infecciones urinarias en mujeres embarazadas debido a la combinación de factores bacterianos de virulencia y cambios fisiológicos propios de la gestación. Los autores destacan que el embarazo favorece la estasis urinaria, la dilatación pielocalicial inducida por progesterona y las modificaciones inmunológicas maternas, que incrementan la probabilidad de colonización por este microorganismo sin modificar sustancialmente la distribución etiológica descrita en mujeres no gestantes. Esta explicación fisiopatológica resulta congruente con el predominio observado en la presente investigación y ayuda a comprender por qué *E. coli* mantiene un papel central como agente causal de infección urinaria durante la gestación en diferentes contextos epidemiológicos (Mohamed et al., 2024).

La distribución de los microorganismos aislados constituye únicamente uno de los componentes necesarios para comprender el comportamiento epidemiológico de las infecciones urinarias durante el embarazo. La utilidad clínica de estos hallazgos adquiere mayor relevancia cuando se analizan conjuntamente con los perfiles de susceptibilidad antimicrobiana, ya que la selección del tratamiento inicial depende tanto del microorganismo predominante como de la probabilidad de respuesta frente a los antibióticos disponibles. El análisis realizado en la presente investigación mostró un comportamiento diferenciado entre los distintos grupos farmacológicos, observándose una elevada frecuencia de resistencia frente a algunos antimicrobianos de uso tradicional y una adecuada conservación de la susceptibilidad para otros antibióticos de espectro más amplio.

Uno de los hallazgos importantes fue el comportamiento observado para la ampicilina, que concentró la mayor proporción de aislamientos resistentes dentro de los bacilos gramnegativos durante los tres años analizados. Aunque el presente estudio no fue diseñado para investigar los mecanismos moleculares responsables de este fenómeno, la evidencia reciente permite contextualizar este comportamiento. Ali y colaboradores (2022) señalaron

que la resistencia elevada a ampicilina constituye uno de los patrones más frecuentes en los uropatógenos aislados de gestantes, atribuyéndola al incremento progresivo de cepas productoras de betalactamasas y a la presión selectiva generada por el uso prolongado de aminopenicilinas en la práctica clínica (Ali et al., 2022).

De manera similar, Anton y su equipo documentaron que la resistencia frente a este antibiótico fue prácticamente constante entre los aislamientos multirresistentes incluidos en su investigación, observación que los autores relacionan con la amplia difusión de mecanismos de resistencia adquirida entre bacterias enterobacterales. Aunque ambos estudios corresponden a poblaciones diferentes, sus resultados respaldan el comportamiento identificado en la presente investigación y sugieren que la disminución de la actividad de la ampicilina constituye un fenómeno ampliamente documentado en la literatura reciente (Anton et al., 2024).

Un comportamiento semejante se observó para trimetoprima-sulfametoxazol y tetraciclina, antimicrobianos que también mostraron una frecuencia importante de aislamientos resistentes. Esta tendencia coincide con lo reportado por el estudio liderado por Barnawi (2024), quienes describieron porcentajes elevados de resistencia para ambos antibióticos en gestantes con infección urinaria. Los autores plantean que esta situación probablemente refleja la utilización acumulada de estos fármacos durante varias décadas para el tratamiento de infecciones urinarias tanto en el ámbito hospitalario como ambulatorio, favoreciendo la selección progresiva de cepas resistentes (Barnawi et al., 2024).

En el estudio de Derebe y colegas (2025) también se documentó una disminución de la susceptibilidad frente a trimetoprima-sulfametoxazol y tetraciclina en los principales uropatógenos aislados durante el embarazo, que permitió a los autores concluir que ambos antimicrobianos presentan una actividad microbiológica considerablemente menor respecto a otros grupos farmacológicos actualmente disponibles (Derebe et al., 2025).

En contraste, la elevada susceptibilidad observada para amicacina, así como para los carbapenémicos —particularmente meropenem, imipenem y ertapenem—, mostró una estrecha concordancia con la literatura internacional. Tanto en el estudio dirigido por Ali (2022) como por Anton (2024) describieron que estos antimicrobianos conservaron una elevada actividad frente a la mayoría de los bacilos gramnegativos aislados en gestantes, incluso en presencia de cepas con perfiles de resistencia complejos. Los autores señalan que este comportamiento puede relacionarse con un uso más restringido de estos antibióticos dentro de los programas de optimización de antimicrobianos, lo que disminuye la presión selectiva sobre los microorganismos circulantes (Ali et al., 2022; Anton et al., 2024). Aunque la presente investigación no evaluó directamente los patrones institucionales de prescripción, la similitud de los perfiles de susceptibilidad observados con los reportados en estos estudios refuerza la consistencia de este hallazgo.

Otro aspecto que merece atención es el comportamiento de nitrofurantoína, cuya actividad permaneció favorable, particularmente frente a varios de los microorganismos evaluados. Este hallazgo coincide con lo descrito por Mohamed et al. (2024), quienes resaltan que este antimicrobiano continúa mostrando una elevada eficacia frente a Escherichia coli uropatógena, situación que los autores atribuyen a que los mecanismos de resistencia frente a nitrofurantoína permanecen relativamente poco frecuentes en comparación con otros antibióticos utilizados de forma más extensa (Mohamed et al., 2024). De manera semejante, Barnawi et al. (2024) identificaron que nitrofurantoína mantuvo niveles elevados de susceptibilidad en la mayoría de los aislamientos estudiados, respaldando su permanencia como una de las alternativas terapéuticas con mejor actividad microbiológica en gestantes cuando su indicación clínica resulta apropiada (Barnawi et al., 2024).

En el ámbito nacional la tesis de realizada por Amir Trejo en el Hospital General Dr. Manuel Gea González de la Ciudad de México que incluyó 357 urocultivos positivos de pacientes del servicio de Ginecología y Obstetricia identificó a *Escherichia coli* como el principal uropatógeno (83.75%), seguida por *Klebsiella pneumoniae* (5.04%) y *Enterococcus faecalis* (3.92%). Además, documentó mayores tasas de resistencia para amoxicilina (60.0%), ampicilina (52.8%), ampicilina/sulbactam (42.9%), trimetoprima-sulfametoxazol (40.8%),

tetraciclina (42.1%), ciprofloxacino (33.7%) y cefalotina (36.4%), mientras que nitrofurantoína (6.9%), fosfomicina (9.0%), amicacina (3.1%) y los carbapenémicos conservaron elevados niveles de sensibilidad. Este comportamiento coincide con el patrón observado en nuestro estudio, donde las penicilinas, las sulfonamidas y las fluoroquinolonas mostraron una eficacia limitada, en contraste con la actividad preservada de nitrofurantoína, fosfomicina y carbapenémicos, reafirmando la necesidad de ajustar el tratamiento empírico de acuerdo con los antibiogramas locales.

En conjunto, estos hallazgos ponen de manifiesto que los perfiles de susceptibilidad antimicrobiana observados en la presente investigación siguen una tendencia ampliamente documentada por la literatura internacional. Mientras algunos antibióticos de uso tradicional muestran una disminución progresiva de su actividad frente a los principales uropatógenos, otros grupos farmacológicos continúan conservando una elevada eficacia microbiológica. No obstante, esta interpretación debe realizarse con cautela, considerando que los patrones de susceptibilidad pueden modificarse con el tiempo y presentan variaciones entre instituciones y regiones geográficas, razón por la cual diversos autores coinciden en señalar la importancia de mantener programas permanentes de vigilancia microbiológica que permitan actualizar periódicamente la información local sobre resistencia antimicrobiana y respaldar la toma de decisiones terapéuticas fundamentadas en evidencia.

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió la caracterización de la distribución de microorganismos aislados en cultivos de orina positivos obtenidos de gestantes atendidas en la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social en San Luis Potosí y la descripción de los perfiles de susceptibilidad antimicrobiana durante el período de estudio.

Esto permitió abordar la necesidad de generar información microbiológica específica sobre la población de estudio basada en registros clínicos y de laboratorio obtenidos bajo condiciones reales de atención. Debido a que esto proporciona una visión actualizada de los agentes etiológicos identificados y los perfiles de susceptibilidad, la información recopilada contribuye a la comprensión del comportamiento microbiológico de las infecciones del tracto urinario en esta unidad médica.

Este tipo de evidencia resulta relevante porque la distribución de los microorganismos y sus patrones de sensibilidad pueden variar entre instituciones y regiones, por lo que disponer de información local constituye un elemento de apoyo para la vigilancia microbiológica y para la evaluación continua de las estrategias terapéuticas implementadas en cada contexto.

Además, los hallazgos enfatizan la necesidad de sistemas de vigilancia epidemiológica y microbiológica que permitan actualizar periódicamente la información sobre los uropatógenos circulantes y su susceptibilidad antimicrobiana. La generación sistemática de estos datos apoya la disponibilidad de evidencia local que puede complementar las recomendaciones nacionales e internacionales sobre el tratamiento de infecciones urinarias durante el embarazo.

Sin embargo, también se debe señalar que las conclusiones deben interpretarse de acuerdo con el alcance metodológico del estudio. Dado que es un estudio observacional, retrospectivo, descriptivo, realizado solo con gestantes que tuvieron cultivos de orina positivos en una unidad de atención primaria, los resultados solo permiten describir las características de la población estudiada y no permiten establecer relaciones causales ni generalizar los hallazgos a otras poblaciones o instituciones con características diferentes.

Este trabajo sirve como base para desarrollar estudios adicionales que integren datos clínicos, obstétricos y perinatales, así como períodos de seguimiento más amplios y estudios

multicéntricos, en un intento de ampliar la comprensión de la distribución de uropatógenos y la evolución de la susceptibilidad antimicrobiana entre mujeres embarazadas. También contribuye a generar evidencia para apoyar la vigilancia epidemiológica y la toma de decisiones clínicas informadas.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Folio del expediente:

Fecha de captura:

DATOS GENERALES

- Edad de la paciente (años cumplidos):
- Año de realización del urocultivo positivo:

IDENTIFICACIÓN MICROBIOLÓGICA

Microorganismo aislado en el urocultivo:

☐ *Escherichia coli*

☐ *Klebsiella pneumoniae*

☐ *Proteus mirabilis*

☐ *Enterococcus faecalis*

☐ *Staphylococcus saprophyticus*

☐ *Pseudomonas aeruginosa*

☐ *Candida spp.*

☐ Otro: _____

Clasificación microbiológica del aislamiento:

☐ Bacteria gramnegativa
☐ Bacteria grampositiva
☐ Hongo (levadura)

PERFIL DE SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA

Para cada antimicrobiano reportado en el antibiograma, registrar el resultado correspondiente.

Antimicrobiano	**Sensible**	**Intermedio**	**Resistente**	**No reportado**
Ampicilina	☐	☐	☐	☐
Ampicilina/Sulbactam	☐	☐	☐	☐
Amoxicilina/Ácido clavulánico	☐	☐	☐	☐
Cefazolina	☐	☐	☐	☐
Cefuroxima	☐	☐	☐	☐
Ceftriaxona	☐	☐	☐	☐
Cefotaxima	☐	☐	☐	☐
Ceftazidima	☐	☐	☐	☐
Cefepima	☐	☐	☐	☐
Aztreonam	☐	☐	☐	☐
Piperacilina/Tazobactam	☐	☐	☐	☐
Ertapenem	☐	☐	☐	☐
Imipenem	☐	☐	☐	☐
Meropenem	☐	☐	☐	☐
Amicacina	☐	☐	☐	☐
Gentamicina	☐	☐	☐	☐
Tobramicina	☐	☐	☐	☐
Ciprofloxacina	☐	☐	☐	☐
Levofloxacina	☐	☐	☐	☐
Nitrofurantoína	☐	☐	☐	☐

Antimicrobiano	Sensible	Intermedio	Resistente	No reportado
Trimetoprim/Sulfametoxazol	☐	☐	☐	☐
Tetraciclina	☐	☐	☐	☐
Otro	☐	☐	☐	☐

MECANISMOS DE RESISTENCIA REPORTADOS

¿El reporte microbiológico documenta algún mecanismo especial de resistencia?

☐ No reportado

☐ BLEE (betalactamasas de espectro extendido)

☐ Carbapenemasa

☐ Otro mecanismo de resistencia: _____

Anexo 2. Carta de no inconveniencia institucional para la realización del proyecto de investigación en la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del IMSS, San Luis Potosí

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Órgano de Operación Administrativa Desconcentrada de San Luis Potosí
Unidad de Medicina Familiar Nº 47
Coordinación de Educación e Investigación en Salud

PREMIO IMSS A LA COMPETITIVIDAD 2020

San Luis Potosí, S.L.P, 03 de diciembre del 2024

Al: Dra. Mercedes Lucía Sandoval Gallegos
Directora de la UMF 47
Presente

AT´N:
Mtra. María Antonieta Villalobos Alba
Jefa de Laboratorio de la UMF No. 47

Por medio de la presente hago de su conocimiento que no existe inconveniente por parte de esta Dirección y Jefatura de Laboratorio de la Unidad de Medicina Familiar No. 47 a mi cargo, para otorgar las facilidades para la realización de la investigación titulada: ***"DETERMINACION DE LA PREVALENCIA DE PATÓGENOS RELACIONADOS A INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS Y SU PERFIL DE SENSIBILIDAD A ANTIMICROBIANOS EN MUJERES EMBARAZADAS ATENDIDAS EN LA UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR No 47 DEL INSTITUTO DEL SEGURO SOCIAL (IMSS) DE SAN LUIS POTOSÍ"*** ; en las características que ostenta la Unidad.

Una vez obtenga su número de registro ante el Comité local de Investigación y ética en salud 2024-2025.

Sin más por el momento, agradezco la atención prestada.

A T E N T A M E N T E

Solicita

Lic. Q.F.B Diego Morales Gutiérrez
Laboratorista (98259828), UMF No. 47

Autoriza

Dra. Mercedes Lucía Sandoval Gallegos.
Directora, UMF No. 47

Autoriza

Mtra. María Antonieta Villalobos Alba
Jefe Laboratorio, UMF No. 47

Autoriza

Dra. María del Pilar Arredondo Cuellar
CCEIS, UMF No. 47

Anexo 3. Solicitud de autorización para la realización del protocolo de investigación en la Unidad de Medicina Familiar No. 47 del IMSS, San Luis Potosí

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Órgano de Operación Administrativa Desconcentrada de San Luis Potosí
Unidad de Medicina Familiar Nº 47
Coordinación de Educación e Investigación en Salud

PREMIO IMSS A LA COMPETITIVIDAD 2020

San Luis Potosí, S.L.P, 03 de diciembre del 2024

Al: Dra. Mercedes Lucía Sandoval Gallegos
Directora de la UMF 47
Presente

AT´N:
Mtra. María Antonieta Villalobos Alba
Jefa de Laboratorio de la UMF No. 47

Por medio de la presente, solicitó su autorización para llevar a cabo el protocolo de investigación con el título: ***"DETERMINACION DE LA PREVALENCIA DE PATÓGENOS RELACIONADOS A INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS Y SU PERFIL DE SENSIBILIDAD A ANTIMICROBIANOS EN MUJERES EMBARAZADAS ATENDIDAS EN LA UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR NO. 47 DEL INSTITUTO DEL SEGURO SOCIAL (IMSS) DE SAN LUIS POTOSÍ".***

El cual llevará a cabo el **Lic. Q.F.B Diego Morales Gutiérrez, con categoría de Laboratorista y con matrícula 98259828.**

Cabe destacar que la estructura de esta investigación será documental, observacional y descriptiva, por lo que se llevará a cabo mediante el análisis retrospectivo de datos de pacientes que han sido atendidas en la unidad en un periodo determinado. Instrumento validado para medir el nivel de conocimiento de la prevalencia de patógenos relacionados a infecciones de vías urinarias en el embarazo y su perfil de sensibilidad dentro del laboratorio de análisis clínicos de la unidad de medicina familiar No. 47 de San Luis Potosí "Atención y cuidados multidisciplinarios en el embarazo".

Por lo anterior agradecería las facilidades otorgadas para la realización de dicho protocolo.
Sin más por el momento reciban un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Solicita

Lic. Q.F.B Diego Morales Gutiérrez
Laboratorista (98259828), UMF No. 47

Autoriza

Dra. Mercedes Lucía Sandoval Gallegos.
Directora, UMF No. 47

Autoriza

Mtra. María Antonieta Villalobos Alba
Jefe Laboratorio, UMF No. 47

Autoriza

Dra. María del Pilar Arredondo Cuellar
CCEIS, UMF No. 47

Anexo 4. Carta compromiso de confidencialidad del investigador principal

CARTA COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD

San Luis Potosí, S.L.P, 03 de diciembre del 2024

A los Comités de Ética e Investigación en Salud:
Instituto Mexicano del Seguro Social
Presente

Por el medio de la presente, el que suscribe hago constar, bajo protesta de decir la verdad lo siguiente:

1. Que se realizará el Proyecto de Investigación titulado: **'DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE PATÓGENOS RELACIONADOS A INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS Y SU PERFIL DE SENSIBILIDAD A ANTIMICROBIANOS EN MUJERES EMBARAZADAS ATENDIDAS EN LA UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR No. 47 DEL INSTITUTO DEL SEGURO SOCIAL (IMSS) DE SAN LUIS POTOSÍ''.**

2. Que el objetivo del proyecto es: se hace aquí una breve descripción del objetivo y justificación del estudio es:
   "Determinar la prevalencia de patógenos relacionados a infecciones de vías urinarias (IVU) y su perfil de sensibilidad a antimicrobianos en mujeres embarazadas atendidas en la Unidad de Medicina Familiar (UMF) No. 47 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en San Luis Potosí, con el fin de mejorar la efectividad de los tratamientos y prevenir complicaciones maternas y fetales".

   La importancia de realizar esta investigación está en la necesidad de generar datos específicos sobre la prevalencia de los patógenos más comunes en las ITU y su perfil de sensibilidad a los antimicrobianos en mujeres embarazadas atendidas en la UMF No. 47 del IMSS en San Luis Potosí, si bien, existen estudios previos sobre ITU en poblaciones generales, la falta de investigaciones centradas en mujeres embarazadas en esta área geográfica limita nuestra comprensión de la problemática local y sus particularidades ya que cada población puede presentar variaciones en la frecuencia de patógenos y patrones de resistencia hace que este análisis sea imprescindible pues realizar investigaciones específicas pueden guiar el tratamiento y la prevención del grupo vulnerable en esta comunidad.

   Los resultados de esta investigación servirán para establecer un perfil epidemiológico de las IVU en mujeres embarazadas en la UMF No. 47, permitiendo la identificación de las bacterias más prevalentes y sus respectivos patrones de resistencia. Esta información será invaluable para los profesionales de la salud, ya que facilitará la selección de tratamientos más efectivos y seguros, contribuyendo a la mejora de la atención prenatal y la salud materno-infantil. Además, los hallazgos del estudio podrán ser utilizados para actualizar los protocolos de tratamiento en la UMF, asegurando que se alineen con la realidad local de la resistencia antimicrobiana.

Cabe destacar que la estructura de esta investigación será documental, observacional y descriptiva, por lo que se llevará a cabo mediante el análisis retrospectivo de datos de pacientes que han sido atendidas en la unidad en un periodo determinado.

Al finalizar, se espera que este estudio no solo contribuya a un mejor entendimiento de las ITU en mujeres embarazadas en esta región, sino que también se convierta en un referente para futuras investigaciones y políticas de salud que aborden este problema crítico en la entidad

3. Me comprometo a respetar y hacer cumplir: Declaración Universal de Derechos Humanos, Normas Éticas Internacionales para las investigaciones biomédicas con sujetos humanos, OMS-CIOMS/1992, Conferencia Internacional de Armonización Lineamientos para la Buena Práctica Médica (GPC), Declaración de Helsinki 52° Asamblea General Edimburgo, escocia Octubre 2000, Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

4. La información se manejará de forma confidencial, los datos colectados para este proyecto, no se harán públicos de manera individual o particular, sino de manera estadística y representaciones gráficas de los datos.

5. La información se resguardará en el Departamento de Educación e Investigación en Salud en la Unidad de Medicina Familiar No 47, del Instituto Mexicano del Seguro Social en San Luis Potosí.

6. Los resultados obtenidos de dicho proyecto de investigación podrán ser divulgados en congresos, reuniones y publicaciones científicas salvaguardando siempre la confidencialidad de los datos personales.

ATENTAMENTE

Solicita

Lic. Q.F.B Diego Morales Gutiérrez
Laboratorista (98259828), UMF No. 47

Autoriza

Comités de Ética e Investigación en Salud
Instituto Mexicano del Seguro Social

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

"Dictamen de Reaprobación"

JEFATURA DE MEDICINA FAMILIAR, U MED FAMILIAR NUM 47
Comité de Ética e Investigación **2402**

Jueves, 27 de agosto de 2026

CONBIOETICA 24 CEI 003 2018072

LICENCIADO (A) DIEGO MORALES GUTIERREZ

P R E S E N T E

En atención a su solicitud de evaluación de documentos del protocolo de investigación con título: **DISTRIBUCIÓN DE PATÓGENOS URINARIOS Y SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA EN GESTANTES ATENDIDAS EN UNA UNIDAD DE PRIMER NIVEL EN SAN LUIS POTOSÍ**, y número de registro institucional **R-2025-2402-092**; me permito informarle que el Comité de Ética e Investigación revisó y aprobó la solicitud de reaprobación del **27 de Agosto de 2026** al **27 de Agosto de 2027**

ATENTAMENTE

DOCTOR (A) PEDRO REYES LARIS
Presidente del Comité de Ética e Investigación No. 2402

Ciudad Valles, S.L.P., a 14 de agosto de 2026

Diego Morales Gutiérrez
Alumno (a) de la Maestría en Análisis Clínicos
P r e s e n t e

En relación con la solicitud de registro de tema de tesis y la conformación del Comité Tutorial le comunico que la Comisión de Mejora Continua del PMAC el día 13/08/2026, aprobó:

1. **Su propuesta del tema de tesis:**
   "Distribución de patógenos urinarios y susceptibilidad antimicrobiana en gestantes atendidas en una unidad de primer nivel en San Luis Potosí"

2. **Su propuesta del Comité Tutorial conformado por:**

   Director: **Dra. María Eugenia Sánchez Briones**
   Codirector: **Dr. Juan Manuel Vargas Morales**
   Asesor: **Dr. Fidel Martínez Gutiérrez**

Sin otro particular por el momento, le envió un saludo cordial.

Atentamente

M.E. Juan del Toro Herrera
Coordinador de la Maestría en Análisis Clínicos

c.c.p. Dr. Jorge Enrique Wong Paz– Jefe de Posgrado
c.c.p. Comité Tutorial aprobado
c.c.p. Archivo

REFERENCIAS

Acuña Ruiz, A. M., y Molina Torres, F. A. (2022). Associated epidemiologic factors with recurring infection of the lower urinary tract in pregnant women. *Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social*, *60*(4), 411–417. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10395911/

Alhadlaq, M. A., Aljurayyad, O. I., Almansour, A., Al-Akeel, S. I., Alzahrani, K. O., Alsalman, S. A., Yahya, R., Al-Hindi, R. R., Hakami, M. A., Alshahrani, S. D., Alhumeed, N. A., Al Moneea, A. M., Al-Seghayer, M. S., AlHarbi, A. L., AL-Reshoodi, F. M., & Alajel, S. (2024). Overview of pathogenic Escherichia coli, with a focus on Shiga toxin-producing serotypes, global outbreaks (1982–2024) and food safety criteria. *Gut Pathogens, 16*(1), 57. https://doi.org/10.1186/s13099-024-00641-9

Ali, A. H., Reda, D. Y., & Ormago, M. D. (2022). Prevalence and antimicrobial susceptibility pattern of urinary tract infection among pregnant women attending Hargeisa Group Hospital, Hargeisa, Somaliland. *Scientific Reports, 12*, Article 1419. https://doi.org/10.1038/s41598-022-05452-z

Amir Trejo, R. (2025). *Frecuencia de resistencia antimicrobiana en reportes de urocultivos positivos en el Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital General Dr. Manuel Gea González durante 2020–2023* [Tesis de especialidad, Universidad Nacional Autónoma de México]. https://ru.dgb.unam.mx/items/d051b42b-91a0-4396-8d00-89e5317be51f

Anton, G.-I., Gheorghe, L., Radu, V.-D., Scripcariu, I.-S., Vasilache, I.-A., Carauleanu, A., Condriuc, I.-S., Socolov, R., Onofrei, P., Pruteanu, A.-I., Ursu, R.-G., Gisca, T., & Socolov, D. (2024). Multidrug-resistant urinary tract infections in pregnant patients and their association with adverse pregnancy outcomes: A retrospective study. Journal of Clinical Medicine, 13(22), 6664. https://doi.org/10.3390/jcm13226664

Avilés, C., Betancour, P., Velasco, C. L., Godoy, R., Barthel, E., y Martínez, F. (2016). Factores asociados a infecciones urinarias producidas por enterobacterias productoras de β-lactamasas de espectro extendido: una cohorte prospectiva. *Revista Chilena de Infectología*, *33*(6), 628–634. https://doi.org/10.4067/s0716-10182016000600004

Barnawi, Y., Alghamdi, A., Ibrahim, A., Al-Anazi, L., Alhumaida, G., Alotaibi, R., Khan, M., Baz, D., Alraey, M., Alkazemi, A., Alqhatani, H., & Waggas, H. (2024). Prevalence of urinary tract infections in pregnant women and antimicrobial resistance patterns in women in Riyadh, Saudi Arabia: A retrospective study. BMC Infectious Diseases, 24, Article 502. https://doi.org/10.1186/s12879-024-09385-y

Betrán, A., Lavilla, M. J., Cebollada, R., Calderón, J. M., y Torres L. (2020). Resistencia antibiótica de Escherichia coli en infecciones urinarias nosocomiales y adquiridas en la comunidad del Sector Sanitario de Huesca 2016-2018. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, *13*(3), 198–202. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2020000300198

Bolado-Martínez, E., Valenzuela-Arvizu, A. S., Álvarez-Ainza, M. L., Álvarez-Hernández, G., Cano-Rangel, M. A., Bolado-Martínez, E., Valenzuela-Arvizu, A. S., Álvarez-Ainza, M. L., Álvarez-Hernández, G., & Cano-Rangel, M. A. (2022). Vigilancia de la resistencia bacteriana en unidades de salud de Hermosillo y Ciudad Obregón, Sonora, México. *Biotecnia*, *24*(3), 132–139.

Brito Rojas, E., Lovelle Jiménez, C., Almeida Guerra, D. Z., Ramírez Castillo, R. A., Castillo Álvarez, L. L., Brito Rojas, E., Lovelle Jiménez, C., Almeida Guerra, D. Z., Ramírez Castillo, R. A., & Castillo Álvarez, L. L. (2021). Resistencia antimicrobiana en pacientes con Infección del Tracto Urinario. *Multimed*, *25*(6). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-48182021000600002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

CENETEC. (2021). Prevención, abordaje y manejo de bacteriuria asintomática e infección de vías urinarias durante el embarazo. Guía de Práctica Clínica: Evidencias y Recomendaciones. https://www.cenetec-difusion.com/CMGPC/GPC-SS-831-21/ER.pdf

Crider, K. S., Cleves, M. A., Reefhuis, J., Berry, R. J., Hobbs, C. A., & Hu, D. J. (2009). Antibacterial medication use during pregnancy and risk of birth defects: National Birth Defects Prevention Study. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, *163*(11), 978–985. https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2009.188

DATAtab Team (2024). DATAtab: Online Statistics Calculator. DATAtab e.U. https://datatab.es

Delgado Mallen, P., & Ortega González, Y. (2022). Infecciones de las vías urinarias y de transmisión sexual. *Nefrología al día*. ISSN: 2659-2606. https://www.nefrologiaaldia.org/462

Derebe, M. M., Paladhi, U. R., Workneh, F., Munshea, A., Yismaw, G., Yibeltal, K., Fasil, N., Worku, A., Gebreyesus, T., Tafere, W., Tsega, A., Christian, P., Molina, R. L., Wylie, B. J., Berhane, Y., & Lee, A. C. C. (2025). Prevalence, bacterial etiology, and antimicrobial susceptibility patterns of urinary tract infections among pregnant women in rural West Amhara, Ethiopia. *Scientific Reports, 15,* Article 39040. https://doi.org/10.1038/s41598-025-25655-4

Diorio de Souza, H., Hase, E. A., Galletta, M. A. K., Mota Diorio, G. R., Waissman, A. L., Vieira Francisco, R. P., & Zugaib, M. (2021). *Urinary bacterial profile and antibiotic susceptibility in pregnant adolescents and pregnant low obstetric risk adult women*. *Infection and Drug Resistance, 14,* 2829–2841. https://doi.org/10.2147/IDR.S310696

El Teacher de Econometría. (2016, mayo 1). Estimación Máximo Verosímil en Excel [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=1FU2JHuxL34

Elabbar, F., Elgtani, W., Bodalal, F., Mansur, K., & Elzahaf, R. (2024). Urinary bacterial profile and antibiotic susceptibility pattern among pregnant women in Eastern Libya. *Alq J Med App Sci*, *7*(4), 945–954. https://doi.org/10.54361/ajmas.247407

Escandell Rico, F. M., & Pérez Fernández, L. (2022). Infecciones del tracto urinario: etiología y susceptibilidades antimicrobianas. *Pediatría Atención Primaria, 24*(96), e355-e362. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1139-76322022000400006&script=sci_arttext

European Centre for Disease Prevention and Control. (2024). Rapid risk assessment—Emergence of hypervirulent Klebsiella pneumoniae ST23 carrying carbapenemase genes in EU/EEA countries—First update. https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/risk-assessment-emergence-hypervirulent-klebsiella-pneumoniae-eu-eea

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5ª ed.). SAGE edge. http://repo.darmajaya.ac.id/5678/1/Discovering%20Statistics%20Using%20IBM%20SPSS%20Statistics%20%28%20PDFDrive%20%29.pdf

Flores Mireles, A. L., Walker, J.N., Caparon, M., y Hultgren, S. J. (2015). Urinary tract infections: epidemiology, mechanisms of infection and treatment options. *Nature Reviews Microbiology, 13*, 269–284. https://doi.org/10.1038/nrmicro3432

Garza-González, E., Camacho-Ortiz, A., Ponce-de-León, A., Ortiz-Brizuela, E., López-Jácome, L. E., Colin, C., Rojas-Larios, F., Newton-Sánchez, O. A., Echaniz-Aviles, G., Carnalla-Barajas, M. N., Soto, A., Bocanegra-Ibarias, P., Hernández-Dueñas, A. M. del R., Velázquez-Acosta, M. del C., Avilés-Benítez, L. K., Mena-Ramírez, J. P., Romero, D., Mora-Jiménez, I., Alcaraz-Espejel, M., … Morfin-Otero, R. (2023). Bacterial incidence and drug resistance from pathogens recovered from blood, cerebrospinal and pleural fluids in 2019–2020. Results of the Invifar network. *PeerJ, 11*, e14411. https://doi.org/10.7717/peerj.14411

Goldberg, O., Koren, G., Landau, D., Lunenfeld, E., Matok, I., & Levy, A. (2013). Exposure to nitrofurantoin during the first trimester of pregnancy and the risk for major malformations. *Journal of Clinical Pharmacology, 53*(9), 991–995. https://doi.org/10.1002/jcph.139

Grey, B., Upton, M., & Joshi, L. T. (2023). Urinary tract infections: A review of the current diagnostics landscape. *Journal of Medical Microbiology, 72*(11), 001780. https://doi.org/10.1099/jmm.0.001780

Guerra, M. E. S., Destro, G., Vieira, B., Lima, A. S., Ferraz, L. F. C., Hakansson, A. P., Darrieux, M., & Converso, T. R. (2022). Klebsiella pneumoniae Biofilms and Their Role in Disease Pathogenesis. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 12*, 877995. https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.877995

Gupta, K., Grigoryan, L., & Trautner, B. (2017). Urinary Tract Infection. *Annals of Internal Medicine, 167*(7), ITC49–ITC64. https://doi.org/10.7326/AITC201710030

Guzmán, N., & García Perdomo, H. A. (2020). Novedades en el diagnóstico y tratamiento de la infección de tracto urinario en adultos. *Revista mexicana de urología, 80*(1). https://doi.org/10.48193/rmu.v80i1.546

Habak, P. J., Carlson, K., & Griggs, J. (2025). Urinary Tract Infection in Pregnancy. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537047/

Imam, T. H. (2021). Introducción a las infecciones urinarias. *Manual MSD*. https://www.msdmanuals.com/es-mx/professional/trastornos-urogenitales/infecciones-urinarias/introducci%C3%B3n-a-las-infecciones-urinarias

Instituto Mexicano del Seguro Social. (2016). Prevención, diagnóstico y tratamiento de la infección del tracto urinario bajo durante el embarazo en el primer nivel de atención. Guía de Práctica Clínica: Evidencias y Recomendaciones. https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/078GER.pdf

Jacobo Gallardo, A. K., Báez Barraza, J., Quevedo Castro, E., Morgan Ruiz, F., López Manjarrez, G., Gutiérrez Arzapalo, P. Y., & Morgan Ortiz, F. (2023). Impacto materno y perinatal de la infección de vías urinarias en el embarazo: una revisión. *Rev Med UAS, 13*(2). http://dx.doi.org/10.28960/revmeduas.2007-8013.v13.n2.010

JMP Statistical Discovery LLC. (s.f.). La prueba de ji cuadrado. *Portal de formación estadística*. https://www.jmp.com/es_ar/statistics-knowledge-portal/chi-square-test.html

Jones Freeman, B., Chonwerawong, M., Marcelino, V. R., Deshpande, A. V., Forster, S. C., & Starkey, M. R. (2021). The microbiome and host mucosal interactions in urinary tract diseases. *Mucosal Immunology*, *14*(4), 779-792. https://doi.org/10.1038/s41385-020-00372-5

Kaur, R., & Kaur, R. (2021). Symptoms, risk factors, diagnosis and treatment of urinary tract infections. *Postgraduate medical journal*, *97*(1154), 803-812. https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2020-139090

Kenneally, C., Murphy, C. P., Sleator, R. D., & Culligan, E. P. (2022). The urinary microbiome and biological therapeutics: Novel therapies for urinary tract infections. *Microbiological Research*, *259*, 127010. https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127010

Kzar Shammari, A. J. (2020). Isolation, Identification, and Characterization of Microbial That Caused Urinary Tract Infection in Pregnant Women/Iraq. *International Journal of Pharmaceutical Research*, *12*(1), 724–731. https://doi.org/10.31838/ijpr/2020.12.01.094

Lee, H., Thompson, K., & Miller, J. (2025). Trends in uropathogen resistance in high-risk

pregnancies: A multi-center international study. Journal of Infection and Chemotherapy, 31(2), 145-152.

Li, Y., Kumar, S., Zhang, L., Wu, H., & Wu, H. (2023). Characteristics of antibiotic resistance mechanisms and genes of Klebsiella pneumoniae. *Open Medicine*, *18*(1). https://doi.org/10.1515/med-2023-0707

Managing urinary tract infections in pregnancy. (2011). *Best Practice Journal, 35*, 20-23. https://bpac.org.nz/bpj/2011/april/docs/bpj_35_utis_in_pregnancy_pages_20-23.pdf

Mareș, C., Petca, R.-C., Popescu, R.-I., Petca, A., Mulțescu, R., Bulai, C. A., Ene, C. V., Geavlete, P. A., Geavlete, B. F., & Jinga, V. (2024). Update on Urinary Tract Infection Antibiotic Resistance—A Retrospective Study in Females in Conjunction with Clinical Data. *Life*, *14*(1), 106. https://doi.org/10.3390/life14010106

Martínez Cruz, L. (2021). Guía para la elaboración de protocolos e informes de investigación. Maestría en Análisis Clínicos, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Martínez-Delgado, G. H., Garza-Gangemi, A. M., Castillejos-Molina, R. A., Martínez-Delgado, G. H., Garza-Gangemi, A. M., & Castillejos-Molina, R. A. (2020). Urinary tract infections after transurethral resection of the bladder: Microbiology, antibiotic resistance, and associated risk factors. *Revista Mexicana de Urología*, *80*(4). https://doi.org/10.48193/revistamexicanadeurologa.v80i4.640

Matalka, A., Al-Husban, N., Alkuran, O., Almuhaisen, L., Basha, A., Eid, M., Elmuhatseb, M. S., & Al Oweidat, K. (2021). Spectrum of uropathogens and their susceptibility to antimicrobials in pregnant women: A retrospective analysis of 5-year hospital data. *Journal of International Medical Research, 49*(5), 1–14. https://doi.org/10.1177/03000605211006540

Mejía Ramírez, J. L., Contreras Robles, K. V., Valero Rodríguez, A. D., Del Pelayo Preciado, M., & Tawney Serrano, C. R. (2023). Infecciones de vías urinarias en el embarazo, revisión de la literatura. *Revista Homeostasis*, *6*(2). https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=113177

Melchor Marcos, J. C., y Ucieda Somoza R. (2013). Infección urinaria en la gestante. Pigrau

Serrallach C. en Infección del tracto urinario. (pp. 73-84). SALVAT. https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/otrosdeinteres/seimc-dc2013-LibroInfeccionDeltractoUrinario.pdf

Mendieta Astudillo, V., Gallegos Merchan, J. D., Peña Cordero, S. J., Mendieta Astudillo, V., Gallegos Merchan, J. D., & Peña Cordero, S. J. (2021). Frecuencia de (BLEE) (AmpC) y CARBAPENÉMICOS en muestras de urocultivo, en cepas de Escherichia Coli de origen comunitario. *Vive Revista de Salud*, *4*(11), 275–284. https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i11.101

Mera Lojano, L. D., Mejía Contreras, L. A., Cajas Velásquez, S. M., Guarderas Muñoz, S. J. (2023). Prevalencia y factores de riesgo de infección del tracto urinario en gestantes. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, *61*(5), 590. https://doi.org/10.5281/zenodo.8316437

Meštrović, T., Matijašić, M., Perić, M., Čipčić Paljetak, H., Barešić, A., & Verbanac, D. (2021). The Role of Gut, Vaginal, and Urinary Microbiome in Urinary Tract Infections: From Bench to Bedside. *Diagnostics, 11*(1), 7. https://doi.org/10.3390/diagnostics11010007

Minitab LLC. (s.f.). Interpretar los resultados clave para Prueba chi-cuadrada para asociación. *Soporte de Minitab*. https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/statistics/tables/how-to/chi-square-test-for-association/interpret-the-results/key-results/

Mohamed, F. Y., Dahie, H. A., Mohamoud, J. H., Adam, M. H., & Dirie, H. M. (2024). Prevalence, antimicrobial susceptibility profile, and associated risk factors of uropathogenic *Escherichia coli* among pregnant women attending Dr. Sumait Hospital Mogadishu, Somalia. *Frontiers in Public Health, 11*, Article 1203913. https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1203913

Mudey, G., Devi, A. N., Sahu, G., Mahajan, S., & Meshram, S. (2023). Bacteriological profile and antibiogram of uropathogens isolated from obstetrics and gynaecology patients in a tertiary care hospital. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology*, *12*(6), 1604–1609. https://doi.org/10.18203/2320-1770.ijrcog20231522

Muñoz, J. L. (2024). Infecciones urinarias en el embarazo. *Manual MSD*. https://www.msdmanuals.com/es/professional/ginecolog%C3%ADa-y-obstetricia/abordaje-

de-la-mujer-gestante-y-atenci%C3%B3n-prenatal/infecciones-urinarias-en-el-embarazo

Muñoz, J. L. (2025, noviembre 25). Infecciones urinarias en el embarazo—Ginecología y obstetricia. *Manual MSD versión para profesionales*. https://www.msdmanuals.com/es/professional/ginecología-y-obstetricia/abordaje-de-la-mujer-gestante-y-atención-prenatal/infecciones-urinarias-en-el-embarazo

Neugent, M. L., Hulyalkar, N. V., Nguyen, V. H., Zimmern, P. E., & De Nisco, N. J. (2020). Advances in understanding the human urinary microbiome and its potential role in urinary tract infection. *MBio*, *11*(2), 10-1128. https://doi.org/10.1128/mbio.00218-20

Organización Mundial de la Salud. (2021). Resistencia a los antimicrobianos. OMS. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance

Organización Panamericana de la Salud. (2024). Informe anual de la Red Latinoamericana de Vigilancia de la Resistencia a los Antimicrobianos (ReLAVRA+). Washington, D.C.: OPS.

Ovalle, A., y Oyarzun, E. (2024). Microbiota y perfil inmunológico vaginal de la gestante propensa a parto prematuro por infección bacteriana ascendente. Revisión narrativa. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, *89*(3), 164-181. https://doi.org/10.24875/rechog.23000039

Öztürk, R., & Murt, A. (2020). Epidemiology of urological infections: a global burden. *World journal of urology*, *38*, 2669-2679. https://link.springer.com/article/10.1007/s00345-019-03071-4

Pérez Carrasco, V., Soriano Lerma, A., Soriano, M., Gutiérrez Fernández, J., & Garcia Salcedo, J. A. (2021). Urinary microbiome: yin and yang of the urinary tract. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, *11*, 617002. https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.617002

Pinguil Yugsi, M. E., Estevez Montalvo, E., Andrade Campoverde, D., Alvarado, M. F., Pinguil Yugsi, M. E., Estevez Montalvo, E., Andrade Campoverde, D., & Alvarado, M. F. (2022). Escherichia coli productora de BLEE de origen comunitario e intrahospitalario. *Vive Revista de Salud*, *5*(14), 518–528. https://doi.org/10.33996/revistavive.v5i14.165

Preminger, G. M. (2025). Efectos del envejecimiento en las vías urinarias. *Manual MSD*. https://www.msdmanuals.com/es/hogar/trastornos-renales-y-del-tracto-

urinario/biolog%C3%ADa-de-los-ri%C3%B1ones-y-de-las-v%C3%ADas-urinarias/efectos-del-envejecimiento-en-las-v%C3%ADas-urinarias?ruleredirectid=757

Quevedo Ricardi, F. (2011). La prueba de ji-cuadrado. *Revista Médica Revisada por Pares*. https://doi.org/10.5867/medwave.2011.12.5266

Ramirez, M. S., Traglia, G. M., Lin, D. L., Tran, T., & Tolmasky, M. E. (2014). Plasmid-Mediated Antibiotic Resistance and Virulence in Gram-Negatives: The Klebsiella pneumoniae Paradigm. *Microbiology Spectrum*, *2*(5). https://doi.org/10.1128/microbiolspec.PLAS-0016-2013

Rodrigues, F., Coelho, P., Mateus, S., Eideh, H., Gonçalves, T., Caseiro, A., & Castelo Branco, M. (2025). Rising trends of urinary infections among pregnant women: Insights from a Portuguese hospital (2018–2022). *Bacteria*, *4*(1), 10. https://doi.org/10.3390/bacteria4010010

Rodríguez Parrales, D. H., Vergara Álava V. A., Zambrano Rodríguez K. G., y Cedeño Zambrano K. N. (2023). Infecciones del tracto urinario y complicaciones en mujeres en estado de gestación. *Polo del conocimiento*, *8*(3), 2193-2208. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9292079.pdf

Salame-Khouri, L., Contreras-Pichardo, B., Arias-Rodríguez, S., Mondragón-Soto, M., Cataneo-Serrato, J. L., Núñez-Martínez, M., & Valente-Acosta, B. (2018). Epidemiología de las bacteriemias por Escherichia coli en dos hospitales de tercer nivel de la Ciudad de México. *Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC*, *63*(2), 91–95.

Secretaría de Salud. (2016). *Norma Oficial Mexicana NOM-007-SSA2-2016, para la atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio, y de la persona recién nacida*. Diario Oficial de la Federación. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/512098/NOM-007-SSA2-2016.pdf

Secretaría de Salud. (2023). Veinte principales causas de enfermedad nacional por grupos de edad. *Dirección General de Epidemiología*. https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/2023/principales/nacional/grupo_edad.pdf

Shah, C., Baral, R., Bartaula, B., & Shrestha, L. B. (2019). Virulence factors of uropathogenic Escherichia coli (UPEC) and correlation with antimicrobial resistance. *BMC Microbiology*, *19*(1), 204. https://doi.org/10.1186/s12866-019-1587-3

Shahzad, M., Khan, E. M., Khan, O. Q., Tariq, U. B., & Sabahat, A. (2022). Urinary tract infections: Epidemiology, mechanisms of infection, and treatment. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, *16*(10), 810-810. https://doi.org/10.53350/pjmhs221610810

SIREVA, O. (2020). Programa de Vigilancia de los Serotipos y Resistencia Antimicrobiana de Streptococcus pneumoniae y Haemophilus influenzae. https://www.paho.org/es/sireva

Smith, J. R., & Garcia, M. (2024). Microbiome shifts during gestation and their impact on enteric pathogen colonization. Nature Communications, 15(1), 882-895.

Sorboni, S. G., Moghaddam, H. S., Jafarzadeh-Esfehani, R., & Soleimanpour, S. (2022). A Comprehensive Review on the Role of the Gut Microbiome in Human Neurological Disorders. *Clinical Microbiology Reviews*, *35*(1), e00338-20. https://doi.org/10.1128/CMR.00338-20

Suárez, C., & Gudiol, F. (2009). Antibióticos betalactámicos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, *27*(2), 116–129. https://doi.org/10.1016/j.eimc.2008.12.001

Taha, A. B. (2024). Bacteriological profile, antimicrobial susceptibility, and factors associated with urinary tract infection in pregnant women. *Journal of Infection in Developing Countries*, *18*(3), 391–398. https://doi.org/10.3855/jidc.18239

Torres Lestrade, O. D., Orozco Muñoz, J. G., & Valencia Arias, A. (2020). Infección urinaria como factor de riesgo para parto pretérmino espontáneo. *Journal of Negative and No Positive Results*, *5*(11), 1426–1437. https://doi.org/10.19230/jonnpr.3912

Víquez Víquez, M., Chacón González, C., y Rivera Fumero, S. (2020). Infecciones del tracto urinario en gestantes. *Revista Médica Sinergia*, *5*(5), e482. https://doi.org/10.31434/rms.v5i5.482

Wagenlehner, F. M., Bjerklund Johansen, T. E., Cai, T., Koves, B., Kranz, J., Pilatz, A., & Tandogdu, Z. (2020). Epidemiology, definition and treatment of complicated urinary tract infections. *Nature Reviews Urology*, *17*(10), 586-600. https://doi.org/10.1038/s41585-020-0362-4

World Health Organization. (2024). Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report: 2024 edition. Ginebra, Suiza: WHO.

Zúñiga Martínez, M. L., López Herrera, K., Vértiz Hernández, A. A., Loyola Leyva, A., & Terán Figueroa, Y. (2019). Prevalencia de infecciones de vías urinarias en el embarazo y factores asociados en mujeres atendidas en un centro de salud de San Luis Potosí, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, 27*(77), 47-55. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7163185.pdf