



# **BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA**

**“DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE  
INFECCIONES DE VÍAS URINARIAS EN  
MUJERES QUE ASISTEN AL LABORATORIO  
DE UN HOSPITAL DE SEGUNDO NIVEL”**

## **T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
LICENCIADO EN QUÍMICO  
FARMACOBIOLOGO**

**P R E S E N T A:**

**JULIO CÉSAR COLOTLA GARCÍA**

**DIRECTOR Y ASESOR DE TESIS:**

**M.C. PATRICIA GUADALUPE SUÁREZ ALBORES**

**H. PUEBLA DE ZARAGOZA**

**JUNIO, 2022**



## **Agradecimientos**

*Agradezco...*

*... A Dios por darme la oportunidad de poder culminar una de las metas que más anhelaba en mi vida y por permitirme disfrutar todos los momentos que pase en la universidad y en cada uno de los salones de clase de mi hermosa facultad.*

*... A mis padres el poder darme la oportunidad de estudiar, por siempre creer en mí, por brindarme incondicionalmente su amor y su apoyo en los momentos buenos y difíciles que pase durante la universidad. Este logro también es de ustedes.*

*... A mis hermanos, por su apoyo, compañía y toda la ayuda que me brindaron cuando más lo necesitaba.*

*... A la M.C. Patricia Guadalupe Suárez Albores por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo bajo su dirección, por compartirme sus conocimientos, por su paciencia para poder resolver cada una de mis dudas y por confiar en mí. Admiro mucho su inteligencia y su manera de ser como persona, siempre estaré agradecido con usted.*

*... A todos los profesores por compartirme sus conocimientos y valiosos consejos, nunca los olvidare.*

*...A mis sinodales por compartirme sus opiniones e ideas, por su valioso tiempo y por aceptar formar parte de este proyecto, muchas gracias.*

## CONTENIDO

Resumen.....	i	
1	Introducción .....	1
2	Marco teórico .....	3
2.1	Clasificación de las infecciones del tracto urinario (ITU).....	5
2.1.1	Por su localización anatómica .....	5
2.1.2	Por su gravedad y factores asociados .....	8
2.1.3	Clínica del paciente.....	10
2.2	Etiología bacteriana y fúngica .....	12
2.3	Signos y síntomas .....	14
2.4	Patogenia.....	15
2.4.1	Factores de virulencia bacteriana.....	15
2.5	Factores de riesgo.....	17
2.6	Diagnóstico microbiológico.....	18
3	Marco de referencia.....	20
4	Planteamiento del problema.....	23
5	Justificación .....	24
6	Objetivos .....	25
7	Diseño de estudio .....	26
8	Materiales y métodos .....	28
9	Esquema general de trabajo para urocultivo .....	29
10	Toma de muestra .....	30
10.1	Toma de muestra para el estudio de urocultivo en pacientes mujeres:.....	31
10.2	Pasos del procedimiento para la muestra del paciente.....	32
10.3	Identificación de bacterias gramnegativas mediante el uso de pruebas bioquímicas.....	33
10.4	Identificación de bacterias grampositivas mediante el uso pruebas convencionales.....	34
10.5	Determinación del perfil de sensibilidad antimicrobiana para bacterias gramnegativas y grampositivas por el método de Kirby-Bauer.....	35
10.6	Identificación de especies de <i>Candida</i> mediante la prueba de filamentación.....	36

11	Resultados y discusión.....	37
	11.1 Determinación del género y especie de las cepas de estudio .....	37
	11.2 Frecuencia de los agentes causantes de infecciones de vías urinarias de la población estudiada.....	38
	11.3 Determinación de la frecuencia de infecciones de vías urinarias en diferentes grupos de edad.....	40
	11.4 Pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos utilizados en infecciones de vías urinarias .....	42
12	Conclusiones .....	48
13	Recomendaciones.....	49
14	Bibliografía.....	50
15	Anexos .....	54
	15.1 Resultados de las pruebas bioquímicas para la identificación de enterobacterias aisladas en el estudio.....	54
	15.2 Resultados de las pruebas para la identificación de cocos grampositivos aislados en el estudio .....	56
	15.3 Resultados de las pruebas bioquímicas y pruebas para la identificación de cocos grampositivos reportados en la bibliografía.....	58

## Resumen

Las infecciones de vías urinarias son una de las principales causas de consulta médica que afecta en mayor proporción a las mujeres que a los hombres debido a la diferencia anatómica del tracto urinario y por su cercanía a la zona perianal. La gravedad de la infección dependerá directamente del estado general y de la edad del paciente. Los principales agentes etiológicos de las ITU son *Escherichia coli*, el uropatógeno que se presenta con mayor frecuencia en los cultivos positivos (80% de los casos), seguido de *Klebsiella spp*, *Enterobacter spp*, *Enterococcus spp*, etc. El objetivo de este estudio fue determinar la frecuencia de las infecciones de vías urinarias específicamente en mujeres que asistieron a un hospital de segundo nivel, así como la frecuencia de los bacterias causantes de ITU; y determinar la susceptibilidad de los patógenos aislados frente a los diferentes tipos de antimicrobianos. En este estudio se trabajaron 625 muestras de orina de pacientes femeninas con sospecha de infección del tracto urinario que acudieron a un hospital de segundo nivel. Las muestras fueron inoculadas en los medios de cultivo CLED y Gelosa Sangre de Carnero (GSC), y posteriormente los microorganismos aislados fueron identificados mediante el uso de técnicas convencionales. De las 625 muestras de orina para urocultivo, el 25.6% (160/625) resultaron positivas y el otro 74.4% (465/625) resultaron negativas. Se comprobó que *Escherichia coli* fue el agente etiológico aislado con mayor frecuencia en los urocultivos positivos con un 81.25% (130/160), seguido por *Klebsiella pneumoniae* en un 6.25% (10/160), *Streptococcus agalactiae* en un 5% (8/160), *Proteus mirabilis* en un 1.25% (2/160), y *Staphylococcus saprophyticus* en un 0.63% (1/160). El rango de edad donde se presentaron el mayor número de casos fue desde los 56 hasta los 70 años con un total de 67 episodios (42%). *E. coli* presentó sensibilidad ante la Nitrofurantoína y la Cefotaxima. *K. pneumoniae* mostró sensibilidad únicamente a la Nitrofurantoína y *E. faecalis* mostró sensibilidad ante la Nitrofurantoína, Penicilina, Ampicilina, Levofloxacino y Ciprofloxacino.

## 1 Introducción

La infección del tracto urinario consiste en la colonización y multiplicación microbiana, habitualmente bacteriana, a lo largo del tracto urinario. Le denominamos pielonefritis cuando los microorganismos afectan al riñón y a la pelvis renal. Una cistitis implica afectación a la vejiga y uretritis cuando existe una afección en la uretra. Este tipo de infección es un problema por el cual un gran número de personas asisten al médico para poder ser tratadas, ya que la frecuencia de esta enfermedad es casi similar a las del aparato respiratorio. Los síntomas más comunes en una infección de vías urinarias van desde el dolor lumbar, náuseas, vómitos, disuria, orina turbia o con olor fétido y fiebre. Un dato importante es que la fiebre suele aparecer en una infección de vías urinarias altas. La importancia de conocer si es una infección de vías urinarias altas o bajas radica en el tipo de tratamiento con antibióticos que se le debe aplicar al paciente.

*Escherichia coli* es el uropatógeno más aislado en las infecciones del tracto urinario, el 80% de ellas son causadas por este patógeno. Algunas de las características que le confieren a *E. coli* ser el principal agente causal son la capacidad para poder moverse hacia el interior del tracto urinario gracias a la presencia de flagelos. Otras estructuras como las adhesinas funcionan de manera similar a los flagelos y algunas enzimas son las responsables de romper las mucosas que recubren diferentes puntos del tracto urinario para poder entrar al interior de las células.

Las mujeres son las que presentan infecciones de vías urinarias de manera más frecuente que los hombres, debido a que la longitud de la uretra es menor y por su proximidad a la zona perianal. La incidencia anual en mujeres adultas es de hasta un 15% y por lo menos el 50% de las mujeres van a presentar una infección de vías urinarias a lo largo de su vida, las relaciones sexuales, el uso de métodos anticonceptivos, los embarazos, la poca producción de estrógenos y la edad son algunos de los factores que propician que esta infección se presente.

Las infecciones recurrentes en mujeres pueden llegar a aparecer de 3 o más veces repentinas al año. Los estrógenos propician un ambiente ácido a la vagina ya que genera la producción de glucógeno, lo que favorece la colonización vaginal de lactobacilos; los lactobacilos a su vez metabolizan la glucosa y producen ácido láctico, el cual disminuye el pH vaginal y hace disminuir la cantidad de los uropatógenos. La disminución estrogénica altera completamente el pH vaginal dándole a los patógenos un ambiente apto para su reproducción.

En este estudio se realizaron urocultivos con el objetivo de determinar infección en vías urinarias y posteriormente identificar el agente patógeno que la está causando en pacientes femeninos de consulta externa de un hospital de segundo nivel.

## 2 Marco teórico

Las infecciones del tracto urinario son la primera causa de consulta médica y uno de los estudios más solicitados en el laboratorio de microbiología para su diagnóstico. La prevalencia de las infecciones de las vías urinarias varía con el género y la edad del paciente. (Fernández, 2021).

Este tipo de infecciones afecta a los bebés, principalmente a los varones, donde la prevalencia a nivel mundial oscila al 1% en los últimos años. Las anomalías anatómicas del tracto urinario pueden ser unos de los principales factores para poder contraer infección de vías urinarias. En la etapa infantil, las niñas son las que presentan el mayor número de casos de ITU que en los niños. Desde la edad infantil hasta la vejez, la población femenina será la más afectada por este tipo de infecciones. Los problemas causados por los patógenos desaparecen con el tiempo o no tienen consecuencias, pero un 20-30% de los pacientes logran padecer hipertensión e insuficiencia renal en la edad adulta. (Koneman, 2017)

En ciertas condiciones, como el embarazo o la diabetes, se observan altas tasas de incidencia de infecciones urinarias. En los ancianos, se puede esperar un aumento de infecciones urinarias tanto en mujeres (20%) como en hombres (10%), en los cuales existe condiciones predisponentes, por ejemplo, uropatías obstructivas en la próstata, escaso vaciamiento de la vejiga por prolapso uterino y por procedimientos quirúrgicos en las vías urinarias. Sin embargo, las mujeres sexualmente activas son por mucho la población con mayor riesgo de contraer una infección del tracto urinario sintomática o una bacteriuria asintomática. (Koneman, 2017)

Una de las principales razones por la que las mujeres son más susceptibles a este tipo de infecciones, es por la longitud corta de la uretra. Los patógenos usuales son la flora bacteriana perineal que se origina en el tubo digestivo, sobre todo si la bacteria tiene factores que facilitan su unión al epitelio urinario. Las relaciones sexuales facilitan la introducción de las bacterias en el tracto urinario. Otra población que se encuentra en riesgo de infección urinaria son los pacientes con sonda. La presencia de un cuerpo extraño, como la sondas, garantiza su colonización a los 5 días de su colocación. (Luna-Pineda, 2018)



El aparato urinario se divide en una porción superior compuesta por los riñones, pelvis renal, y los uréteres, y una porción inferior, compuesta por la vejiga y la uretra. Las infecciones urinarias altas suelen ser ascendentes, es decir, se originan en la vejiga y ascienden a través de los uréteres hasta llegar a los riñones. Normalmente, la válvula vesicouretral evita el reflujo de orina desde la vejiga hacia los uréteres. Las infecciones de la pelvis renal (pielitis) y del riñón (pielonefritis) son las complicaciones más frecuentes (Jawetz, Melnick & Adelberg, 2020).

La aparición de las infecciones de vías urinarias altas puede presentarse mediante la formación de abscesos renales o por la aparición de pielonefritis supurativa. Es común que una infección de vías urinarias altas sea originada por una ITU baja no tratada, sin embargo, existen otros factores como la septicemia que también pueden llegar a causar daño renal, pues la presencia de bacterias en el torrente sanguíneo aumenta la probabilidad de que logren internalizarse dentro del parénquima renal. (Koneman, 2017)

El embarazo también es un factor asociado a estas infecciones dado que, en el proceso de la gestación, existen muchas modificaciones fisiológicas como la disminución de la progesterona, la cual es la responsable de mantener el tono muscular de la uretra para evitar el ascenso de microorganismos y la otra es la variación en el pH. (Autún, et al., 2015).

## **2.1 Clasificación de las infecciones del tracto urinario (ITU)**

Las infecciones del tracto urinario se definen como un proceso invasivo y de multiplicación de microorganismos en el tracto urinario que pueden causar inflamación en alguna de las diferentes partes de este sistema. Los síntomas que se presentan son disuria, dolor en la espalda baja, fiebre y urgencia miccional, aunque también puede ser normal que no se presente sintomatología. (Oregon-Marin, et al.,2014).

La clasificación de estas infecciones son las siguientes:

### **2.1.1 Por su localización anatómica**

#### **2.1.1.1 Infección de vías urinarias altas**

Los microorganismos que logran ascender a los riñones pueden llegar a causar pielonefritis, una infección que no se trata llega a originar insuficiencia renal o cicatrices en el parénquima renal. La sintomatología va desde fiebre, náuseas, vomito, dolor renal entre otros. En este punto los uropatógenos pueden circular a otros órganos como el hígado provocando fallo renal o bien pasar al sistema circulatorio causando sepsis. (Rané & Dasgupta, 2013). La pielonefritis a menudo está asociada a otras patologías como son los cálculos renales, tumores en los riñones y obstrucciones en la uretra. Por obvia razón, existen modificaciones en la presión sanguínea de los pacientes que padecen pielonefritis. Los diabéticos pueden llegar a presentar pielonefritis en mayor porcentaje que los no diabéticos. (Lozano, 2001). Es difícil poder diagnosticar pielonefritis en el laboratorio ya que existen muchas variantes por parte del paciente que lo impiden como la necesidad de querer orinar de manera urgente, esto hace que no se pueda concentrar la orina en la vejiga, los microorganismos no podrán multiplicarse porque inmediatamente son desechados al orinar. La disminución del pH proporciona un ambiente no apto para la reproducción del microorganismo.

Otro punto es cuando los microorganismos que causan una infección a nivel renal son muy exigentes, poder aislarlos será algo complicado ya que requieren de condiciones muy especiales.

Los síntomas de una infección de vías urinarias altas son casi similares a las de vías urinarias bajas, la importancia de diferenciar una de otra es importante, ya que la mayoría de los pacientes que padecen pielonefritis deben ser hospitalizados de manera rápida para que se les administren antibióticos por vía intravenosa. (Cediel, 2012)

#### **2.1.1.2 Infecciones de vías urinarias bajas**

Las infecciones de vías urinarias bajas son una de las razones por las que las personas acuden al médico para recibir atención primaria. Estas infecciones son la segunda causa de enfermedades infecciosas atendidas en el ámbito comunitario e intrahospitalario. La cistitis aguda es una de las infecciones del tracto urinario que se caracteriza por presentar disuria, tenesmo vesical, polaquiuria, y dolor suprapúbico. En casos extremos podría generarse hematuria, de hecho, es específico de cistitis aguda grave. Sin duda alguna, la detección temprana ayudará a que el médico proporcione tratamiento al paciente disminuyendo el tiempo y los costes. Los patógenos van a generar inflamación en la vejiga o en la uretra donde *Escherichia coli* (80%) y *Staphylococcus saprophyticus* (15-20%) son los microorganismos aislados con mayor frecuencia en este tipo de infecciones. (Grabe, 2010).

### 2.1.1.3 Por su origen

Las infecciones de vías urinarias pueden ser de origen nosocomial o comunitario que por sí mismas son un problema de salud pública que pueden ser originadas por la aplicación de sondaje vesical o por procedimientos quirúrgicos urinarios. Los pacientes con una infección de vías urinarias de origen comunitario suelen ser menos difíciles de tratar que las nosocomiales, casi la mayoría de las personas presentan uretritis o cistitis y el agente etiológico casi siempre será *E. coli*, por lo que la terapia con antibióticos para infecciones de vías urinarias tendrá un porcentaje de eficacia significativo.

La aparición de la infección nosocomial suele presentarse a las 48 horas de haber ingresado a un hospital y en el caso de haber aplicado sondaje vesical la aparición de los síntomas en el paciente suele presentarse a las 18 horas. En la manipulación de la zona genitourinaria pueden introducirse microorganismos patógenos, *E. coli*, *Staphylococcus aureus* y *levaduras* son los más frecuentes. (Medina, et al., 2015)

La gravedad de la infección dependerá del estado de salud del paciente, comorbilidades como la diabetes, insuficiencia renal crónica o cáncer hacen que la infección sea más difícil de tratar. (Medina, et al., 2015).

Existen datos donde la bacteriuria asintomática se presenta en el 1% de las niñas de edad escolar que oscilan entre los 5 y 14 años. Al momento de que las mujeres inician su vida sexual, existe una incidencia del 4% de padecer un episodio de ITU que con el paso de los años este porcentaje aumenta entre un 1 y 2% por cada década de vida. Entre los 65-70 años, se puede presentar bacteriuria asintomática en el 20% de los casos, para mayores de 80 años el porcentaje aumenta a un 30-50%. (Valdevenito & Álvarez, 2018)

Las mujeres pueden contraer una infección de vías urinarias en mayor proporción que los hombres, por lo menos el 60% de ellas cursa con un episodio al año y un 20-30% de que se repita. La recurrencia de infección en la mujer representa un punto importante para discutir, por lo regular pueden surgir de 2 a 3 recurrencias al año debido a la generación de mecanismos de protección ante el sistema inmune como la formación de biofilms o su resguardo en el interior de las células del tracto urinario y a los procesos de selección de agentes altamente resistentes a los antimicrobianos. (Valdevenito & Álvarez, 2018)

## **2.1.2 Por su gravedad y factores asociados**

### **2.1.2.1 ITU no complicada**

Es la forma más sencilla de una ITU que afecta principalmente las vías urinarias bajas, los síntomas que se presentan son disuria, polaquiuria, aumento de la frecuencia de la micción y ocasionalmente tenesmo vesical, dolor suprapúbico, hematuria y nicturia. La población que afecta son mujeres embarazadas y ancianos. La vejiga y la uretra no van más allá de una inflamación ya que la mayoría de los pacientes que la padecen no contienen anomalías en el tracto urinario además de la ausencia de comorbilidades como diabetes, inmunosupresión y enfermedades renales. La terapia con antibióticos será corta y eficiente. (Calderón J., et al., 2013).

### **2.1.2.2 ITU complicada**

La ITU complicada se presenta cuando existen factores que facilitan la entrada de un microorganismo al tracto urinario y pueden disminuir la eficacia del tratamiento. Entre los factores predisponentes se encuentran las anomalías anatómicas o funcionales del tracto genitourinario, pacientes inmunocomprometidos, obstrucciones por cálculos renales, mujeres embarazadas, alteraciones neurológicas que afectan el vaciado vesical, bacterias con un alto grado de virulencia o con alto grado de resistencia a los antimicrobianos. Los síntomas que se presentan son fiebre, náuseas, vomito, dolor lumbar y desequilibrio del estado general del paciente. (Calderon, 2013)

Los cálculos renales por lo general pueden llegar a disminuir la actividad antimicrobiana hacia los microorganismos patógenos puesto que estos llegan a alojarse dentro de los litos. Las complicaciones pueden ser shock séptico, pielonefrosis o formación de abscesos renales. No debe olvidarse la eliminación definitiva de los cálculos renales para que la terapia antimicrobiana sea efectiva. Los antibióticos que se administran serán de amplio espectro y el tiempo del tratamiento será prolongado. (Guzmán & García, 2020).

### **2.1.2.3 ITU recurrente**

Se pueden clasificar en recaídas y reinfecciones. Las infecciones recurrentes recaídas son aquellas que van a aparecer debido a la persistencia de la cepa original que causó un foco de infección anteriormente. La aparición se hace a las pocas semanas de haber terminado el tratamiento debido a que los antibióticos recetados no fueron capaces de eliminar la infección o bien el periodo de aplicación fue corto. Las reinfecciones son generadas por una cepa diferente o bien por la misma cepa.

La población más afectada serán las mujeres y los ancianos ya que existen varios factores como la menopausia en mujeres, personas con sondaje vesical permanente y varones con adenoma de próstata. Sin embargo, existen casos en donde las personas que cursan con una IU recurrente pueden pasar de ser sintomáticas a silentes sin sospecha de afectación. (Andreu, Cacho, Coira, & Lepe, 2010)

### **2.1.3 Clínica del paciente**

Una ITU pueden clasificarse como sintomática o asintomática, donde la asintomática toma mayor importancia debido a la ausencia de síntomas clínicos que pueden condicionar la vida del paciente. El diagnóstico microbiológico de una ITU asintomática confiere la presencia de más de 100,000 UFC/ml en dos muestras de orina consecutivas, sin que se presenten síntomas, sus orígenes aún siguen siendo controversiales por lo que las personas que la padecen pueden vivir por mucho tiempo sin que se desarrollen síntomas. Los factores que propician una ITU asintomática son las relaciones sexuales, uso de espermicidas y malos hábitos higiénicos. (Ardila, et al., 2015).

La población afectada son las mujeres embarazadas, pacientes diabéticos, pacientes con sondaje vesical permanente, pacientes con trasplante renal reciente y los ancianos. Los niños que tienen reflujo vesicouretral pueden sufrir sepsis complicándose el problema con insuficiencia renal, debido a la presencia de anormalidades en el tracto urinario. Las manipulaciones quirúrgicas son algo peligrosas ya que existe un alto porcentaje de aparición de bacteriemia a las pocas horas de la intervención, esto puede explicar cuando un trasplante renal no puede llegar a ser efectivo debido a la presencia de microorganismos en el interior de los órganos renales ,consecuencia de una mala asepsia del personal médico.

En mujeres embarazadas los problemas son más graves ya que existe un aumento del riesgo de parto prematuro o la disminución del peso en bebés. Todas estas circunstancias son de mucha importancia, por obvia razón se opta el monitoreo de una ITU asintomática antes y después del parto. Es importante considerar el estado clínico de los pacientes, la mayoría de ellos tienen diversos factores como anomalías del tracto urinario y enfermedades previas y aunque sea poco común, saber a qué se dedica el paciente es de mucha importancia porque los microorganismos que llegan a causar infección son totalmente diferentes en cada persona (Rosado, 2015).



## 2.2 Etiología bacteriana y fúngica

La mayoría de las infecciones urinarias son causadas por las bacterias que forman parte de la familia Enterobacteriaceae, el sitio anatómico en donde albergan este tipo de microorganismos es en la zona entérica o perianal y debido a su cercanía con el tracto urinario es como se logran alojar dentro de él para generar infecciones. Los principales uropatógenos causantes de ITU son *Escherichia coli* con un 69-90% de los casos, después esta *Klebsiella* spp, *Staphylococcus saprophyticus* y *Proteus* spp (Castrillón et al., 2019). Los microorganismos aislados con mayor frecuencia en las infecciones de vías urinarias se enumeran a continuación:

1. *Escherichia coli*, esta bacteria se presenta con mayor frecuencia en los cultivos positivos, aproximadamente en 80% de los casos

En menor proporción encontramos:

2. *Klebsiella* spp
3. *Enterobacter* spp
4. *Enterococcus* spp
5. *Pseudomonas* spp
6. *Proteus* spp
7. *Morganella morganii*
8. *Staphylococcus aureus*
9. *Staphylococcus saprophyticus*
10. *Streptococcus agalactiae*

(Triantafilo, 2001).

El género de *Candida* spp, son un tipo de levaduras causantes de ITU que cobran importancia debido a que el número de casos causados por este género han ido incrementado siendo la estancia hospitalaria prolongada, el uso de catéteres y el uso de antibióticos de manera irracional, algunos de los factores que posibilitan la presencia de *Candida* spp. La diabetes facilita el desarrollo de ITU por *Candida* spp, presentándose entre el 10 y 15% de los pacientes que presenten esta comorbilidad. (Duque et al., 2020).

Entre las especies aisladas con mayor frecuencia se encuentran:

1. *Candida albicans*
2. *Candida glabrata*
3. *Candida tropicalis*
4. *Candida krusei*

Microorganismos que pueden ser uropatógenos, pero que no son frecuentes de aislar:

- *Gardnerella vaginalis*
- *Haemophilus influenzae*
- *Haemophilus parainfluenzae*
- *Corynebacterium urealyticum*

(Triantafilo, 2001).

### 2.3 Signos y síntomas

Las principales manifestaciones clínicas de las infecciones urinarias son fiebre, escalofríos, disuria, frecuencia y urgencia para orinar. Los síndromes clínicos asociados a las infecciones de vías urinarias son:

- **Bacteriuria asintomática:** Existe piuria en el 30% de los casos de mujeres jóvenes, el 25-50% de las embarazadas, el 78% de las diabéticas y en el 90% de los ancianos. Su significado clínico es totalmente confuso, los recuentos muy elevados de leucocitos pueden persistir durante muchos años sin que el paciente desarrolle síntomas urinarios pero la necesidad de tratamiento de la bacteriuria se presenta solo en algunas situaciones clínicas como el embarazo, mujeres que son sometidas a procedimientos genitourinarios invasivos y en pacientes con trasplantes renales (Murray, 2009).
- **Cistitis:** Se caracteriza por la presencia de disuria, polaquiuria y micción imperiosa y que, además pueden estar acompañados por dolor suprapúbico, orina maloliente y hematuria. La incontinencia urinaria es un síntoma común en las mujeres de edad adulta.
- **Síndrome uretral agudo:** Inflamación causada por una infección de la uretra, se observa con mayor frecuencia en mujeres y requiere de tratamiento.
- **Pielonefritis:** Infección del riñón que causa fiebre elevada, escalofríos, dolor lumbar y puñopercusión positiva, asociados habitualmente a síndrome miccional y con menor frecuencia a náuseas y vómitos. Otros síntomas como la confusión y deterioro del estado general son causa por la que los pacientes pediátricos y ancianos requieren atención médica, destacar que esta población no presenta los síntomas comunes de una ITU. (Wurgaft, 2010).

## 2.4 Patogenia

El grado de infección dependerá estrechamente del tipo de microorganismo, los factores predisponentes, el tratamiento con antibióticos y origen de la infección (comunitario o nosocomial). Los factores de virulencia son aquellos mecanismos por el que los patógenos logran causar daño al huésped, en este caso los uropatógenos tienen la capacidad de poder adherirse a las células del epitelio, para que con ello colonicen e infecten diferentes zonas del sistema urinario (Jiménez, 2002).

### 2.4.1 Factores de virulencia bacteriana

La mayoría de los microorganismos causantes de una ITU provienen de la microbiota intestinal, tienen la capacidad de poder adherirse a las células epiteliales mediante los pilis o fimbrias. Estas estructuras están en la periferia de las bacterias, existen tres tipos que están mejor estudiados: pili tipo 1, tipo P y el S. El pili tipo 1 está presente mayoritariamente en *E. coli* uropatógeno y no patógeno, está constituido por una barra helicoidal llamada FimA unida a otra estructura distal que contiene la adhesina FimH.

La mayoría de las bacterias aisladas en orina de pacientes con ITU, contienen el pili tipo 1, estructura que les confiere alto grado de virulencia. *E. coli* es una de las bacterias que presentan estas estructuras, de hecho, existen estudios donde se comprueba que la presencia del pili tipo 1 ayudaba a colonizar rápidamente diferentes partes del tracto urinario en ratones.

Los receptores por los que la adhesina FimH interacciona para poder unirse a las células vesicales son las uroplaquinas, complejos hexagonales constituidos por cuatro proteínas integrales. Existen dos tipos de uroplaquinas, UPIa y UPIb que pueden unirse a *E. coli* uropatógeno productora de pili 1.

El pili tipo P está presente en la mayoría de las cepas de *Escherichia coli* causantes de pielonefritis aguda en ausencia de reflujo vesicoureteral. En la punta del pili se encuentra la adhesina PapG que tienen la capacidad de unirse a los glucolípidos uroteliales.

La adhesina que está presente en el pili tipo S es la denominada adhesina SfaS, tienen afinidad a los residuos de ácido siálico, esta interacción está muy asociada en la generación de infecciones en la vejiga o en los riñones. (Valdevenito & Álvarez, 2018).

La interacción entre las adhesinas y sus receptores producen mecanismos que ayudan a los uropatógenos introducirse en el interior de las células para producir ITU. *Escherichia coli* tiene la capacidad de poder internalizarse en el interior de las células vesicales o renales, se reproducen rápidamente para formar comunidades bacterianas intracelulares (CBI) y después logran permanecer por mucho tiempo dentro de ellas gracias a la formación de biopelículas que pueden ayudar a mantenerlas protegidas del sistema inmune y de algunos antimicrobianos. La mayoría de las recurrencias suceden debido a que los microorganismos logran desprenderse de la biopelícula, atraviesan la membrana celular y salen al lumen de la vejiga para unirse a otra zona del urotelio donde se vuelven a formar las comunidades bacterianas intracelulares (CBI). (Valdevenito & Álvarez, 2018).

## 2.5 Factores de riesgo

Los factores de riesgo asociados a la infección del tracto urinario son cambiantes dependiendo fundamentalmente de la edad, los hábitos sexuales, y las condiciones fisiológicas y anatómicas del paciente. Desde los 15 hasta los 50 años se presenta el mayor número de casos de ITU en las mujeres como un resultado de los siguientes factores:

- Las relaciones sexuales aumentan el riesgo de infección debido a la introducción de microorganismos al sistema urinario.
- Usar condón o diafragmas vaginales con espermicidas alteran el pH vaginal, se reduce la cantidad de lactobacilos y deja totalmente desprotegida la zona.
- Automedicación con antibióticos de manera irracional.
- Tener antecedentes de ITU antes de los 15 años.
- Madre con historial de infección recurrente.
- Diferentes parejas sexuales. (Verde et al.,2017)

Entre los 50 y 70 años los factores predisponentes comprenden la depleción estrogénica, la cirugía urogenital, la incontinencia urinaria, el residuo postmiccional y la historia previa de infección urinaria. Después de los 70 años, los factores predisponentes que se presentan son: el sondaje permanente, las cirugías en la zona urogenital, el deterioro del estado mental, incontinencia urinaria y el uso irracional de los antibióticos. No existe evidencia para decir que el estilo de vida, el uso de ropa ajustada, uso de algún tipo de ropa interior, micción retardada o la manera de limpiar la zona genital produzcan ITU de forma recurrente (Sánchez, 2016).

## 2.6 Diagnóstico microbiológico

El diagnóstico de una infección del tracto urinario puede realizarse mediante el análisis de la orina y el recuento e identificación de los microorganismos patógenos aislados en orina de chorro medio para descartar posibles discordancias en ambos exámenes. El diagnóstico microbiológico de una infección de vías urinarias se fundamenta por el urocultivo, el cual permite identificar y cuantificar el agente causal de dicha infección junto con el perfil de sensibilidad a diferentes antimicrobianos, el examen general de orina, permite examinar los elementos formes de la orina, leucocitos activos que indican inflamación en alguna entidad del tracto urinario y la sintomatología del paciente, que puede ser más clara y precisa en pacientes jóvenes que en pacientes ancianos. (Andreu, et al., 2010).

Las pruebas de screening son exámenes estandarizados para la interpretación del urocultivo y diagnóstico de una posible infección de vías urinarias. Son los siguientes:

- **Examen microscópico del sedimento urinario:** este examen es muy común de solicitar, sin embargo, en el diagnóstico de las ITU es de gran ayuda. La técnica consiste en la lectura directa de la orina (en fresco) para detectar una posible bacteriuria (bacterias en orina) o detectar la presencia de más de 10 leucocitos/ $\mu$ l ó más de 6 leucocitos alterados por campo de 40x. La presencia de estas células implica inflamación. (Ruiz Angulo, 2016).
- **Tira reactiva de orina:** este examen consta en la determinación de una enzima llamada esterasa-leucocitaria para la cuantificación de los leucocitos presentes en la orina. La prueba de nitritos se fundamenta en determinar su presencia el cual se dio origen mediante la reducción de nitratos a nitritos por parte de los microorganismos. La mayoría de los uropatógenos reducen los nitratos a nitritos, a excepción de *Staphylococcus saprophyticus* y *Enterococcus* spp. (Ruiz Angulo, 2016).

- **Tinción de Gram:** es el método más ocupado por ser económico, rápido, sensible y específico en la detección de bacterias. La presencia de una bacteria/campo de inmersión en orina sin centrifugar tiene una correlación de más de 100,000 UFC/mL de orina en la mayoría de los casos.
- **Urocultivo:** la técnica consiste en la inoculación de la orina con un asa calibrada (0.001 mL) en placas con agar sangre y medio selectivo-diferencial para aislar a los microorganismos para su posterior cuantificación e identificación. Recuentos inferiores a 10,000 UFC/mL se consideran contaminación de flora bacteriana. Recuentos  $\geq$  a 10,000 UFC/mL y  $\leq$  a 100,000 UFC/mL se consideran sospechosos de infección, se requiere de otra muestra de orina para posteriores determinaciones. La dictaminación de una ITU asintomática se basa en los criterios de Kass (cuantificaciones  $\geq$ 100,000 UFC/mL positivos a ITU asintomática) (Ruiz Angulo, 2016).

Existen casos en donde los urocultivos resultan negativos, particularmente porque la causa de los síntomas no es generada por microorganismos, si no por otros factores. Por otra parte, los urocultivos positivos con lectura de sedimento urinario alterado y ausencia de síntomas son predictivo para bacteriuria asintomática (Triantafilo, 2001).



### 3 Marco de referencia

Las infecciones de vías urinarias son un problema de salud mundial, la mayoría de los casos son generados por un grupo denominado enterobacterias, contienen muchos factores por los cuales logran ascender hacia la vejiga y los riñones generando daño irreversible. La importancia de poder determinar la frecuencia de los microorganismos en las infecciones urinarias en las mujeres radica en encontrar con mayor precisión a los uropatógenos que causan el mayor número de casos, debido a que esta población presenta mayor susceptibilidad de infección por la anatomía del tracto urinario, en el embarazo y en algunas comorbilidades.

En un estudio realizado en el Centro de Salud Doctores de la ciudad de Granada, España por López y colaboradores entre el 2017 y el 2018, realizaron un seguimiento de 79 mujeres embarazadas para determinar la incidencia y microorganismos implicados en las infecciones de vías urinarias. Como resultado se obtuvo que el microorganismo más frecuente fue *Escherichia coli* con una incidencia mayor del 45% y *Klebsiella* con un 27%. *Streptococcus agalactiae* presentó persistencia y recurrencia en varios casos. (López, A. et al., 2019)

Un estudio realizado en el Hospital Regional de Tlanepantla, Edo de México, por Autún y colaboradores trabajaron en un lapso de 12 meses los urocultivos de 47 mujeres embarazadas como control de seguimiento. Las pacientes cumplieron con los criterios de inclusión y solo 9 de ellas tuvieron urocultivo positivo. *E. coli* fue el microorganismo aislado con mayor frecuencia; esta bacteria se aisló en 5 pacientes (55,6%), 2 embarazadas tuvieron un urocultivo positivo para *Candida albicans* (22,2%), en una paciente se aisló *Staphylococcus epidermidis* y en otra *Staphylococcus simulans*. De acuerdo con las cepas aisladas, el tratamiento se instauró de la siguiente manera: en 3 pacientes se administró ampicilina (33,3%), en otras 3 embarazadas se empleó cefuroxima (33,3%), 2 pacientes embarazadas se les administró clotrimazol vaginal junto con nitrofurantoína oral y otra paciente con nitrofurantoína. (Autún, R. et al., 2015).

Melgarejo y colaboradores realizaron un estudio entre enero de 2011 y diciembre de 2015 con datos del Laboratorio de Microbiología del Hospital de Clínicas de la Universidad Nacional de Asunción en Paraguay, sobre la susceptibilidad *in vitro* a los antibióticos de bacterias productoras de infecciones urinarias en mujeres. Se obtuvieron como resultados 1957 uropatógenos en mujeres. *Escherichia coli* fue la bacteria más frecuentemente aislada (57%), seguido de *Klebsiella pneumoniae* 11% y *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus saprophyticus* y *Proteus mirabilis* 2%. El promedio de resistencia de *Escherichia coli* fue para trimetoprim-sulfametoxazol 43 %, ciprofloxacina 32%, ampicilina-sulbactam 32%, cefotaxima 13%, piperacilina tazobactam 8%, nitrofurantoína 2% y meropenem no presentaba resistencia. (Melgarejo, et al., 2017).

En el Laboratorio de Microbiología del Hospital Privado Centro Médico de Córdoba, España, Federico Baenas y colaboradores realizaron un estudio analítico en septiembre de 2009 hasta septiembre del 2011 sobre la etiología y resistencia antimicrobiana de los microorganismos causantes de infecciones urinarias no complicadas. Los patógenos más frecuentes fueron: *Escherichia coli* 85.5%, *Klebsiella pneumoniae* 4.7%, *Staphylococcus saprophyticus* 3.1%, *Proteus mirabilis* 2.6%, *Enterococcus faecalis* 1%, *Staphylococcus aureus* 1%, *Staphylococcus coagulasa negativo* 0.5%, *Staphylococcus haemolyticus* 0.3%, *Enterobacter spp* 0.3%, *Citrobacter freundii*, 0.3%, *Klebsiella oxytoca* 0.2% *Enterobacter aerogenes* 0.2% y *Proteus vulgaris* 0.2%. Se encontró una resistencia de *E. coli* a trimetoprima-sulfametoxazol del 28.6%, a ciprofloxacina de 7.9% y a nitrofurantoína de 0.4%. (Baenas, et al., 2017).

Bertoni y colaboradores consultaron a 138 pacientes del sexo femenino premenopáusicas no embarazadas, con infección urinaria no complicadas en diferentes centros de salud públicos y privados de las ciudades de Buenos Aires y La Plata, Argentina desde el 2011 hasta el 2013 con el fin de definir la etiología y resistencia a antimicrobianos en episodios de infección urinaria no complicada en mujeres. La edad media de 138 pacientes fue de 28 años. Los diagnósticos fueron cistitis en un 70% y pielonefritis en un 30%. La frecuencia de los microorganismos aislados fue: *Escherichia coli* 70%, *Staphylococcus saprophyticus* 17%, *Proteus mirabilis* 7%, *Klebsiella* spp 4%, *Enterococcus* spp. 0.7% y *Pseudomonas aeruginosa* en un 0.7%. La frecuencia de resistencia a antimicrobianos fue: ampicilina-sulbactam 51 (37%), cefalexina 39 (28%), trimetoprima/sulfametoxazol 31 (22%), nitrofurantoína 17 (12%), gentamicina 10 (7%) y ciprofloxacina 7 (5%). (Bertoni, et al., 2017).

En un estudio realizado en el Hospital Central de Majes en Arequipa, Perú, Salazar y colaboradores determinaron la sensibilidad y resistencia de bacterias gramnegativas frente a antibióticos de uso común en 337 mujeres ambulatorias que cursaban con una infección de vías urinarias a partir del mes de enero a marzo de 2019. La incidencia de la ITU mostró un 45.4% de positividad (153 urocultivos positivos). Los microorganismos aislados fueron *E.coli*, *Klebsiella* spp, *Enterobacter* spp. *Escherichia coli* mostró sensibilidad ante cefotaxime, ceftriaxona, aztreonam, imipenem y ampicilina/sulbactam. *Klebsiella*, fue sensible a cefotaxime, ceftriaxona, imipenem y ceftazidima y *Enterobacter* presento sensibilidad ante cefotaxime, ceftriaxona, aztreonam, e imipenem. (Salazar, et al.,2019).

#### 4 Planteamiento del problema

Las infecciones del tracto urinario son una de las causas principales por las que la mayoría de las mujeres asisten a consulta médica. Presentan mayor susceptibilidad debido a ciertos factores como lo es: la longitud de la uretra, el uso de espermicidas que afectan el pH vaginal, tener antecedentes de infecciones urinarias, vida sexual activa y procedimientos quirúrgicos en la zona urinaria. Existen datos donde se describe que alrededor del 50% de las mujeres padecerá un episodio de infección de vías urinarias en su vida.

La presencia de microorganismos en la zona vaginal es considerado otro factor de importancia debido a que no existe alguna defensa para poder detenerlos por la variación del pH, ocasionado por la disminución en los niveles de estrógeno. El 80% de los episodios de ITU son causados por *Escherichia coli*, siendo este parte de la flora intestinal en forma habitual, seguido de *Klebsiella* spp. Las complicaciones de las ITU en las mujeres en la etapa fértil suelen ser peligrosas ya que la mayoría de los casos trascienden a pielonefritis y en las mujeres embarazadas existe el riesgo de parto prematuro. A menudo estas complicaciones no pueden ser evitadas a tiempo porque el proceso infeccioso se desarrolla de manera silente o asintomática sin que la paciente sospeche de algo. En el caso de las obstrucciones renales es importante realizar el seguimiento oportuno antes de que el problema se dificulte a tal grado de generar shock séptico o abscesos renales.

Tener datos como, ¿cuáles son los principales agentes etiológicos que causan infecciones de vías urinarias en las mujeres? y su susceptibilidad ante los antimicrobianos ayudarían a tener un mejor esquema del tratamiento para la mayoría de los casos, por lo que con este proyecto se pretende dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cuál es el agente infeccioso más frecuentemente aislado en infecciones de vías urinarias? Y, ¿cuál es su susceptibilidad ante los diferentes antimicrobianos en mujeres que llegaron al hospital de segundo nivel?

## 5 Justificación

Las infecciones urinarias en la mujer generan mucha preocupación a razón de que la incidencia es mayor en ellas a diferencia de los hombres, sumándole a que, si alguna de éstas padece de alguna comorbilidad como diabetes, insuficiencia renal crónica o inmunosupresión, la tasa de mortalidad es aún mayor. La aplicación de un tratamiento con antimicrobianos de manera empírica en este tipo de sucesos podría ser poco efectivo a causa de la variabilidad patógena y por la creciente tasa de resistencia antimicrobiana. Existe evidencia de que las cepas bacterianas de pacientes hospitalizados logran ser eliminadas fácilmente con terapia antimicrobiana de bajo espectro a diferencia de las cepas presentes en pacientes ambulatorios, de hecho, estos últimos, presentan cepas con un amplio espectro de resistencia mayor. El uso excesivo de antimicrobianos sin indicación médica o la aplicación de una terapia empírica antimicrobiana sin respaldo científico ha generado múltiple resistencia por parte de los microorganismos por lo que sería de gran ayuda difundir una guía para darle un mejor seguimiento a estos episodios basándose en dos puntos importantes como saber qué tipo de microorganismo es el que causa la mayoría de las infecciones aunado con qué tipo de antibiótico funciona de manera exitosa ante los diferentes uropatógenos.

El presente proyecto tiene como propósito investigar que bacterias son causantes de las infecciones urinarias en las mujeres que acuden al laboratorio de análisis clínicos para practicarles urocultivo, como técnica de diagnóstico. Teóricamente se menciona que la presencia de bacterias en la orina es siempre significativa y confirmativa en el diagnóstico de infecciones de vías urinarias. En este caso el urocultivo puede ser tomado como una prueba confiable en la detección de ITU de la población femenina en estudio.

## **6 Objetivos**

### **Objetivo general**

- Determinar la frecuencia de las infecciones de vías urinarias en mujeres que asisten al laboratorio de análisis clínicos de un hospital de segundo nivel.

### **Objetivos particulares**

- Aislamiento e identificación de patógenos de infecciones urinarias, mediante urocultivos.
- Determinar el grupo de edad más afectado por las infecciones de vías urinarias.
- Determinar la susceptibilidad de los patógenos aislados frente a los diferentes tipos de antimicrobianos.

## 7 Diseño de estudio

### Tipo de estudio

Observacional, descriptivo, transversal y prospectivo.

### Universo del estudio

Muestras de orina de pacientes femeninas con sospecha de infección del tracto urinario durante el periodo de Octubre-Diciembre de 2021.

### Tamaño de la muestra

625 muestras de orina.

### Sede y lugar de estudio

El estudio se realizará en la Ciudad de Puebla, en un laboratorio de análisis clínicos de un hospital de segundo nivel.

<b>Criterios de selección</b>
Criterios de inclusión
<ul style="list-style-type: none"><li>— Muestras de orina provenientes de pacientes femeninos</li><li>— Muestras de orina de pacientes embarazadas o con enfermedades crónicas</li><li>— Muestras de pacientes femeninos sin un rango de edad</li><li>— Muestras tomadas de manera correcta</li></ul>
Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"><li>— Urocultivos de pacientes con tratamiento previo de antibióticos</li><li>— Muestras tomadas con contenedores no aptos</li><li>— Muestras de orina contaminadas</li><li>— Muestras de orina de pacientes masculinos</li></ul>

## **Recursos humanos**

Director:

Asesor: M.C. Patricia Guadalupe Suarez Albores

Tesista: pQFB. Julio César Colotla García

## **Diseño estadístico**

Los resultados obtenidos se analizarán mediante la estadística paramétrica descriptiva. (gráficas y tablas).



## 8 Materiales y métodos

<b>Equipo:</b>	Estufa bacteriológica Dispensador automático de sensidiscos Microscopio óptico Campana de flujo laminar Incinerador eléctrico Jarra para tensión parcial de CO <sub>2</sub>
<b>Reactivos:</b>	Colorantes para tinción de Gram
<b>Medios de cultivo:</b>	CLED MacConkey Agar Sangre de Carnero Pruebas bioquímicas Sal y Manitol DNAsa Bilis Esculina BHI con NaCl al 6.5% Mueller-Hinton
<b>Consumibles:</b>	Sensidiscos Portaobjetos Gasas Cubreobjetos Asa bacteriológica mango rojo Asa bacteriológica mango negro
<b>Soluciones:</b>	Agua destilada

## 9 Esquema general de trabajo para urocultivo

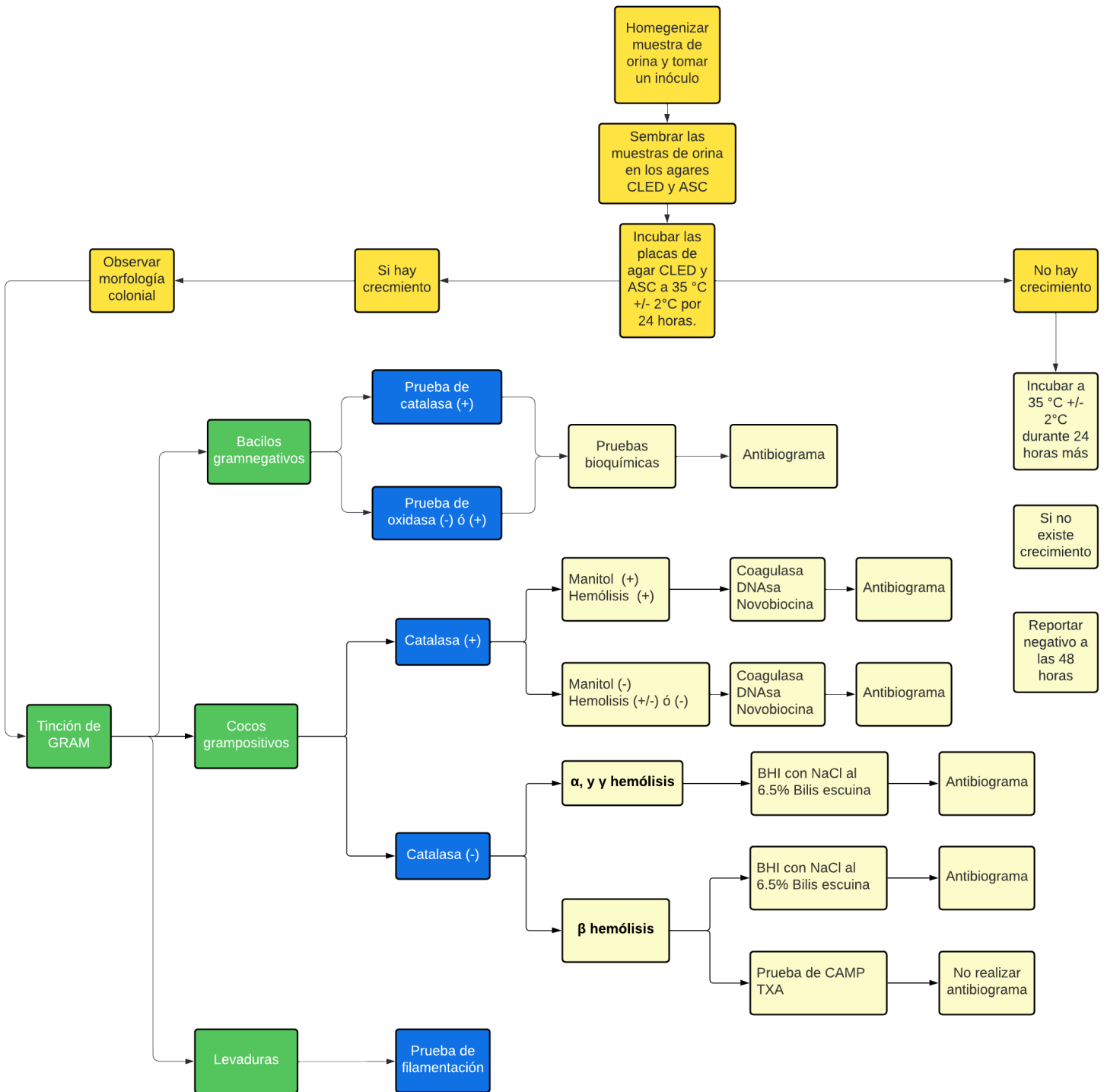


Figura 1. Diagrama de flujo: esquema general de trabajo para urocultivo

## 10 Toma de muestra

La toma de muestra se considera una etapa crucial en el procesamiento de los urocultivos ya que la posibilidad de contaminación con bacterias de la flora comensal de la piel, perineo y uretra distal, es muy alta e induce a la generación de resultados falsamente positivos. A continuación, se muestra una serie de recomendaciones para la correcta toma de muestra de orina para urocultivo en pacientes femeninas:

- El paciente debe recolectar la primera orina de la mañana (ya que se trata de una muestra más concentrada).
- De no ser posible, el paciente debe abstenerse a orinar durante las 3 horas previas al examen.
- No se debe forzar la ingestión de líquidos, ya que con ellos se diluye la orina, alterando el recuento.
- El volumen recomendado de orina a recolectar es de entre 25 a 50 mL. Puede aceptarse un volumen mínimo de 3 mL.

### **10.1 Toma de muestra para el estudio de urocultivo en pacientes mujeres:**

1. No estar tomando antibiótico 7 días antes del estudio.
2. Mujeres: no estar en periodo menstrual o evitar contaminación a la hora de recolectar la muestra.
3. Recolectar la primera orina de la mañana en frasco estéril o 3 horas después de haber orinado siguiendo las siguientes indicaciones.
4. Lavarse las manos con jabón y abundante agua.
5. Lavar los genitales externos con agua tibia y jabón. Separar los labios mayores con dos dedos de una mano y limpiar el área expuesta de adelante hacia atrás. Enjuagar el área de adelante hacia atrás, repetir si es necesario.
6. Finalmente secar el área de adelante hacia atrás con un trozo de gasa seca o torundas.
7. Mantener separados los labios mayores mientras la paciente empieza desechar el primer chorro de orina, colocar el frasco estéril para coleccionar el chorro medio y el chorro final se desecha.
8. Al terminar la recolección, tapar el frasco inmediatamente y limpiar la superficie.
9. La muestra se debe transportar lo antes posible al laboratorio para su procesamiento.

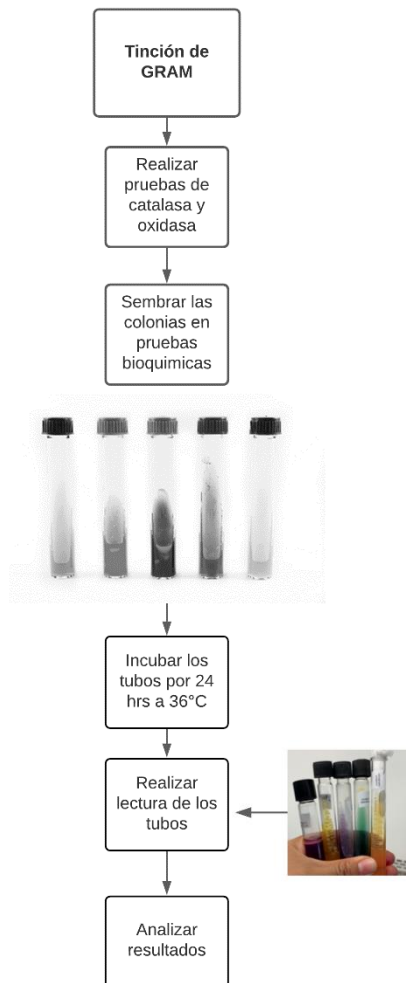
## 10.2 Pasos del procedimiento para la muestra del paciente

Proceso preanalítico de las muestras:

1. La muestra se recibe en el área por personal designado.
2. Se corroboran datos de la paciente en la etiqueta del frasco y en la etiqueta que se pegara en la libreta de urocultivos con el numero consecutivo correspondiente al día.
3. La muestra se anota en la libreta de muestras primarias. El número consecutivo que le haya tocado a la muestra se anota en el frasco y en ambas placas (ASC y CLED), se homogeniza la muestra y se siembra el inóculo en forma de zigzag en ambas placas con asa de platino calibrada.
4. Las placas ya inoculadas de agar CLED, se guardan en estufa bacteriológica, las placas de ASC se guardan en frasco con vela, se incuban en estufa bacteriológica por 18-24 horas a 35 °C+/-2°C.
5. Retirar las placas de la estufa de incubación para su lectura.
6. Cuantificar las colonias presentes en las placas.
7. Anotar en la bitácora de urocultivos los resultados de cada placa en el número consecutivo correspondiente a cada paciente.
8. Placas sin crecimiento se vuelven a incubar por 18-24 horas a 35 °C+/-2°C.
9. Las placas que tuvieron crecimiento se les procede realizar pruebas de identificación y antibiograma correspondiente.

### 10.3 Identificación de bacterias gramnegativas mediante el uso de pruebas bioquímicas

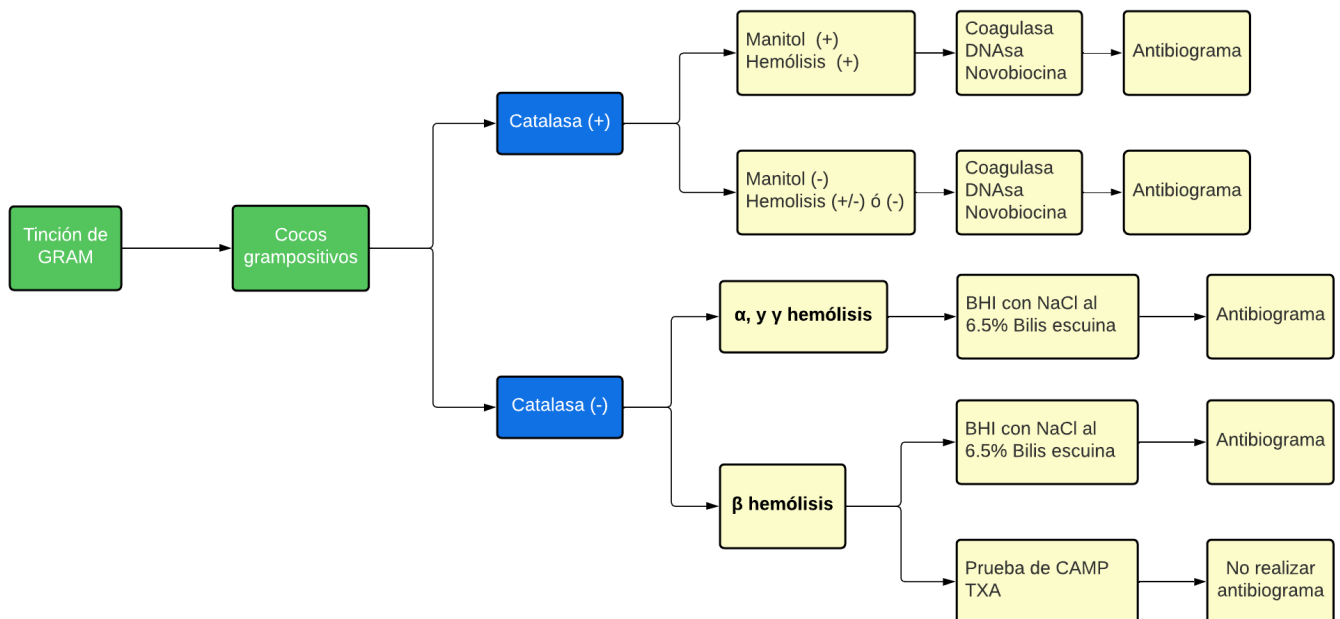
1. Realizar tinción de Gram de las cepas aisladas y observar al microscopio.
2. Realizar las pruebas de catalasa y oxidasa.
3. Inocular las cepas en las pruebas bioquímicas utilizando un asa recta.
4. Incubar las pruebas bioquímicas durante 24 horas a 37°C en estufa de incubación.
5. Transcurrido el tiempo identificar cada una de las cepas bacterianas capturando los resultados en la bitácora de urocultivos.



**Figura 2.** Diagrama de trabajo: identificación de bacterias gramnegativas mediante el uso de pruebas bioquímicas.

## 10.4 Identificación de bacterias grampositivas mediante el uso pruebas convencionales

1. Realizar las tinciones de Gram de las cepas aisladas en una laminilla y observar al microscopio en objetivo de inmersión para comprobar.
2. Montar las pruebas de catalasa a cada una de las cepas.
3. Las cepas de cocos grampositivos, catalasa positiva se sembrarán en agar Sal y Manitol, DNAsa, Coagulasa y Novobiocina.
4. Las cepas de cocos grampositivos catalasa negativa, con  $\alpha$  y  $\gamma$  hemólisis se les montarán pruebas de BHI con NaCl al 6.5% y Bilis Esculina.
5. Las cepas Gram (+), catalasa negativa, con  $\beta$  hemólisis se les montarán pruebas CAMP y Taxo A.
6. Todas las pruebas se colocarán en estufa de incubación por 18-24 horas a 35 °C $\pm$ 2°C.
7. Pasado este tiempo, realizar la identificación de cada uno de los microorganismos anotando los resultados en la bitácora de urocultivos.



**Figura 3.** Diagrama de trabajo: identificación de bacterias grampositivas mediante el uso de pruebas convencionales.

## 10.5 Determinación del perfil de sensibilidad antimicrobiana para bacterias gramnegativas y grampositivas por el método de Kirby-Bauer.

1. Realizar cada uno de los antibiogramas llevando a cabo una suspensión de cada una de las colonias llevándolas a 0.5 en la escala de MacFarland en caldo Mueller-Hinton. **Nota: no se le realiza antibiograma a *Streptococcus agalactiae* debido a su susceptibilidad conocida.**
2. Sembrar las suspensiones en placas de agar Mueller-Hinton con un hisopo estéril en 4 direcciones diferentes y en el contorno de la placa.
3. Colocar los sensidiscos de antimicrobianos con base a los criterios establecidos por el CLSI para cada tipo de microorganismo aislado.
4. Incubar los antibiogramas por 18-24 horas a 35 °C +/- 2°C.
5. Realizar la lectura de los antibiogramas y capturar los resultados en la bitácora de urocultivos.

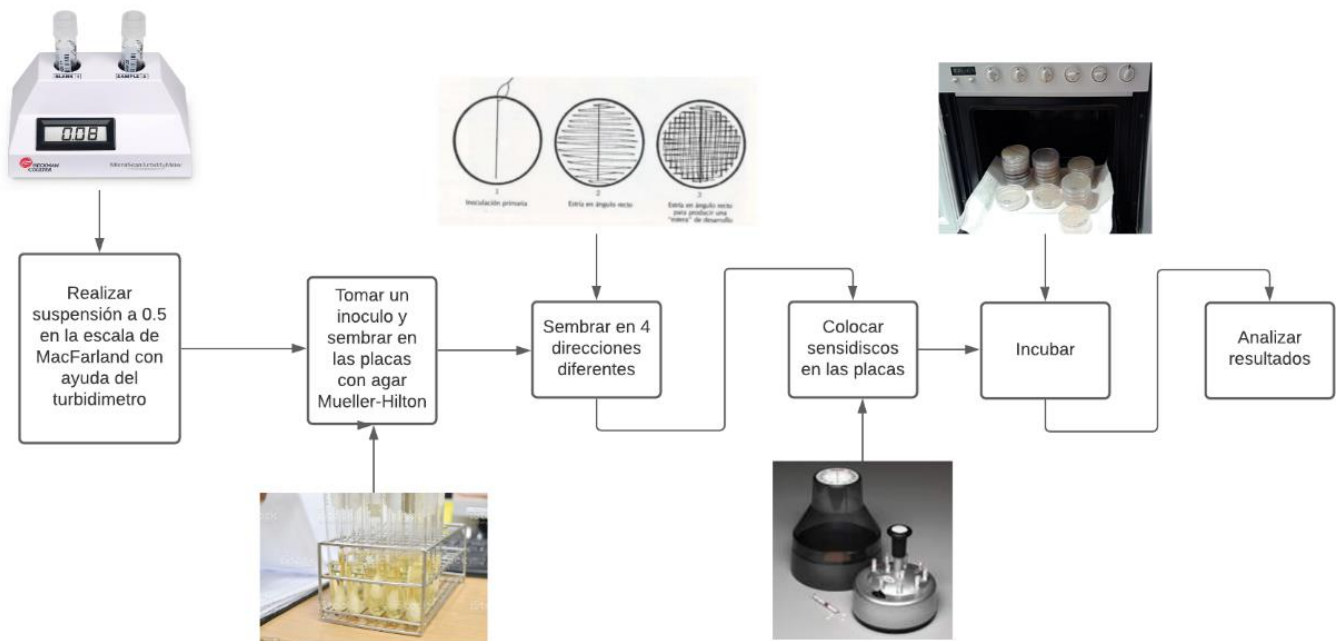


Figura 4. Diagrama de trabajo: determinación del perfil de sensibilidad antimicrobiana.

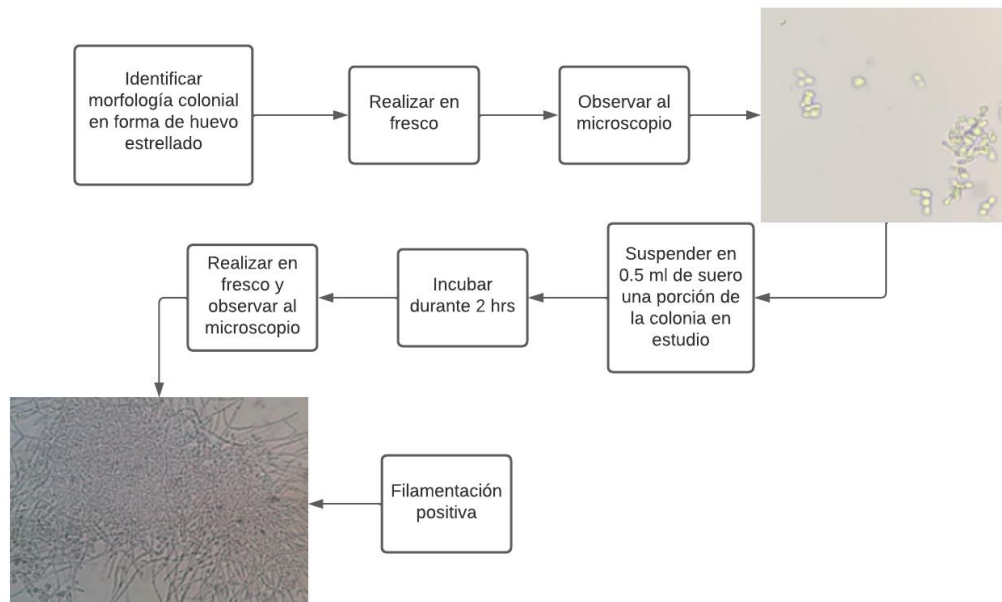


## 10.6 Identificación de especies de *Candida* mediante la prueba de filamentación.

*C. albicans* es capaz de producir los característicos tubos germinales, pero otras especies como *C. tropicalis* pueden producir pseudohifas similares a los tubos germinales. Esta prueba es de mucha utilidad para poder diferenciar *C. albicans* de otras especies de *Candida*.

Identificar la colonia de *Candida* mediante su característica morfología macroscópica en forma de huevo estrellado.

1. Realizar un en fresco de la colonia aislada.
2. Tomar una porción de la colonia aislada y las transferimos en un tubo con 0.5 ml de plasma.
3. Incubar a 35 °C+/-2°C en la estufa de incubación durante 2 horas.
4. Transcurrido el tiempo, depositar una gota de la emulsión sobre un portaobjetos, colocamos un cubreobjetos y observamos en el microscopio en objetivo de 40X.
5. Anotar los resultados en la bitácora de urocultivos.

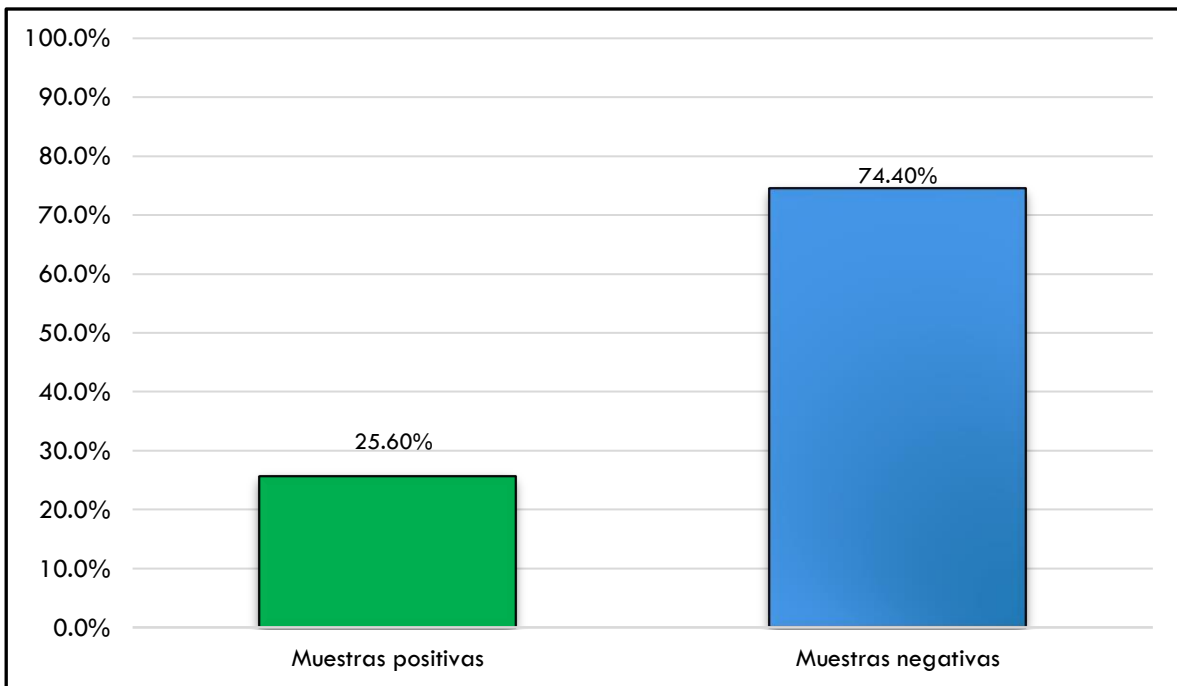


**Figura 5.** Diagrama de trabajo: prueba de filamentación

## 11 Resultados y discusión

### 11.1 Determinación del género y especie de las cepas de estudio

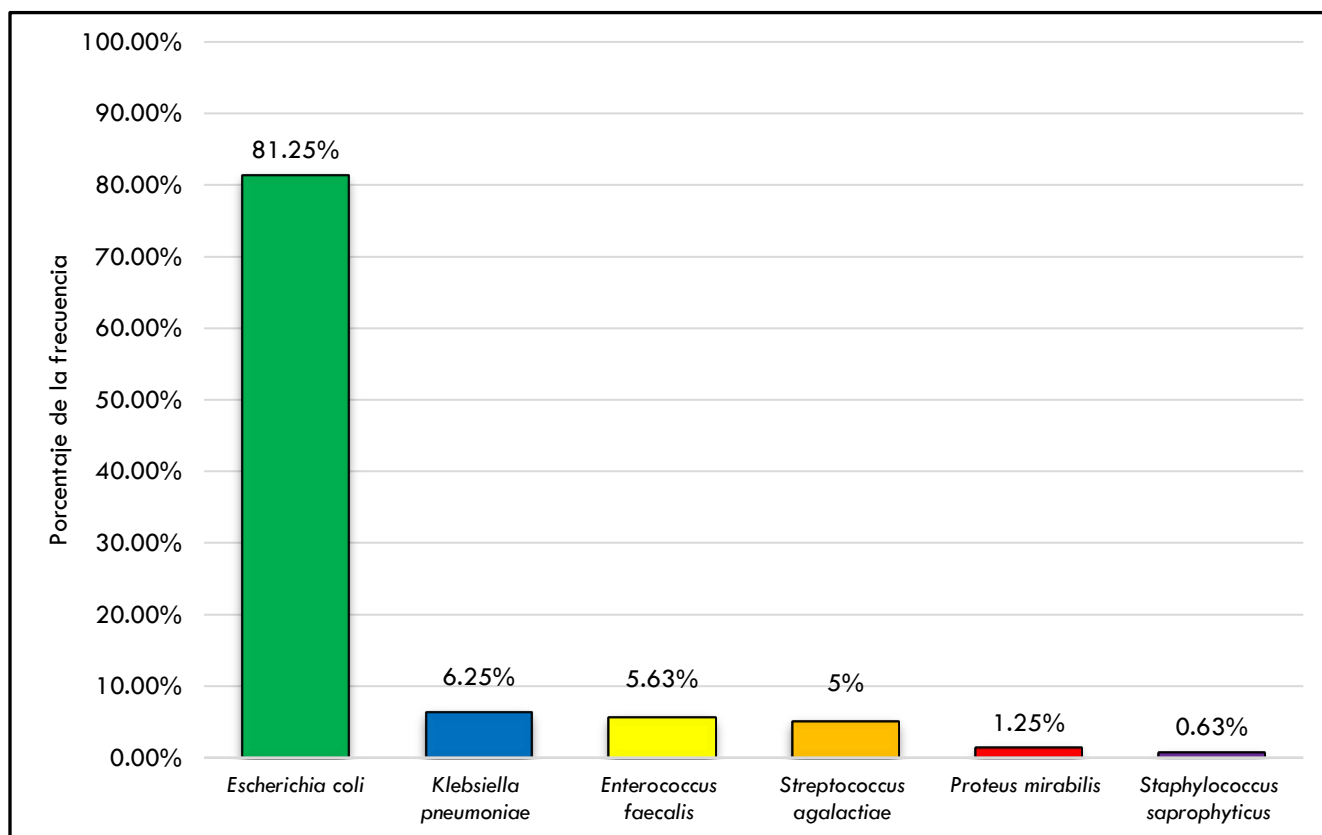
Dentro de los laboratorios de microbiología clínica, se procesan numerosos tipos de muestras, entre los cuales, la muestra de orina para urocultivo es la más recibida. Generalmente, el porcentaje de positividad de los urocultivos procesados dentro un laboratorio de microbiología clínica es del 20 al 30% (Triantafilo, 2001). En este caso, se realizó el análisis de 625 muestras de orina para urocultivo provenientes de pacientes femeninas que asistieron a un hospital de segundo nivel con sospecha de infección de vías urinarias, de las cuales el 25.6% (160/625) resultaron positivas y 74.4% (465/625) resultaron negativas. Fueron recolectadas en el periodo de Octubre-Diciembre de 2021 (Grafico 1). Estos resultados coinciden con los estudios realizados por Manrique *et al* (2014) y Bello *et al* (2018), los cuales obtuvieron como resultados que el 23% y el 22.51% de los urocultivos realizados en sus respectivos estudios fueron positivos.



**Gráfico 1.** Número de casos positivos y negativos al realizar urocultivo.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.

## 11.2 Frecuencia de los agentes causantes de infecciones de vías urinarias de la población estudiada



**Gráfico 2.** Frecuencia de los agentes causantes de infecciones urinarias de la población estudiada

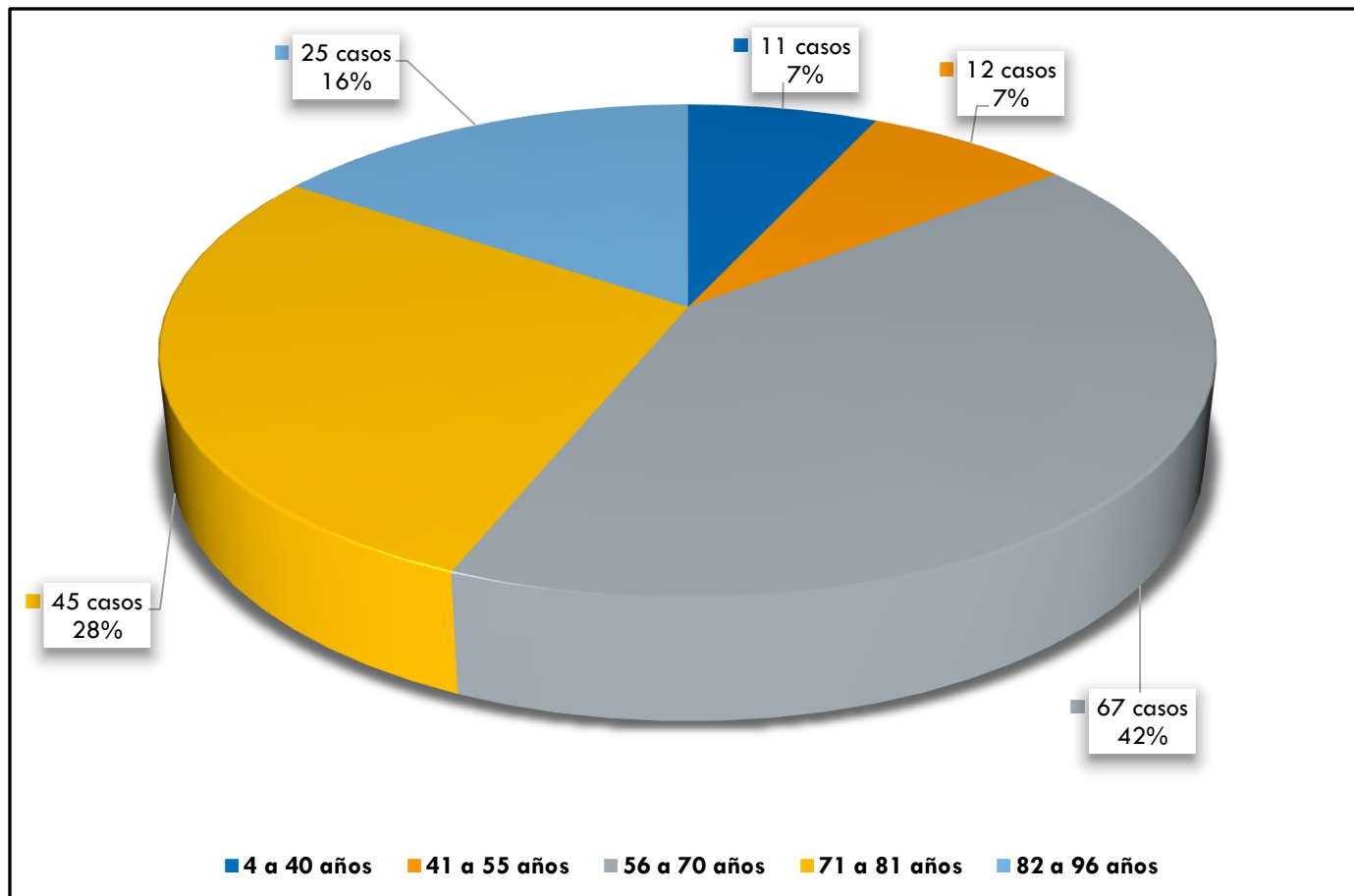
**Fuente:** Resultados de laboratorio.

En el gráfico 2 podemos observar la frecuencia en que se aislaron los agentes causantes de ITU siendo los siguientes: el 81.25% corresponden a *Escherichia coli* (130/160), el 6.25% a *Klebsiella pneumoniae* (10/160), el 5.63% a *Enterococcus faecalis* (9/160), 5% a *Streptococcus agalactiae* (8/160), 1.25% a *Proteus mirabilis* (2/160) y 0.63% *Staphylococcus saprophyticus* (1/160).

De esta manera se determinó que el patógeno más aislado fue *Escherichia coli*, la bacteria de vida libre más estudiada y que se presenta con mayor frecuencia en pacientes con infecciones urinarias, aproximadamente en el 80% de los casos (Triantafilo, 2001). Se encuentra con mayor frecuencia debido a que forma parte de la microbiota intestinal, la presencia de pilis que le proporcionan movilidad y a la cercanía con tracto urinario. *Escherichia coli* puede causar infecciones complicadas o no complicadas, siendo uno de los factores por lo que se puede complicar la obstrucción del flujo urinario o la presencia de un cuerpo extraño como el sondaje vesical. Las infecciones de vías urinarias causadas por *Escherichia coli* tienen gran relevancia sobre la generación de resistencia a los antibióticos debido a su alta incidencia y al empleo inapropiado de estos (Puerta & Mateos, 2010). Por otro lado, el segundo patógeno más aislado fue *Klebsiella pneumoniae*, bacterias inmóviles debido a la ausencia de flagelos. Su principal factor de virulencia es la presencia de cápsula, estructura que funciona como un factor antifagocitario y le confiere protección ante la acción de los antibióticos. Al igual que *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* forma parte de la microbiota intestinal y la mayoría de las infecciones pueden ser adquiridas en el hospital o en pacientes con el sistema inmune debilitado. Son capaces de producir infección de vías urinarias, infecciones en quemaduras, diarrea en neonatos y producción de abscesos pulmonares. (Romero, 2007).

Los resultados obtenidos coinciden a los presentados por Melgarejo *et al* (2011) quienes realizaron un estudio en Paraguay con urocultivos de pacientes femeninas de consulta externa donde obtuvieron que el principal patógeno aislado fue *Escherichia coli*, seguido de *Klebsiella pneumoniae*. En México, estudios como el de Autún *et al* (2015), demostraron que *E. coli* fue la bacteria aislada con mayor frecuencia en una ITU.

### 11.3 Determinación de la frecuencia de infecciones de vías urinarias en diferentes grupos de edad

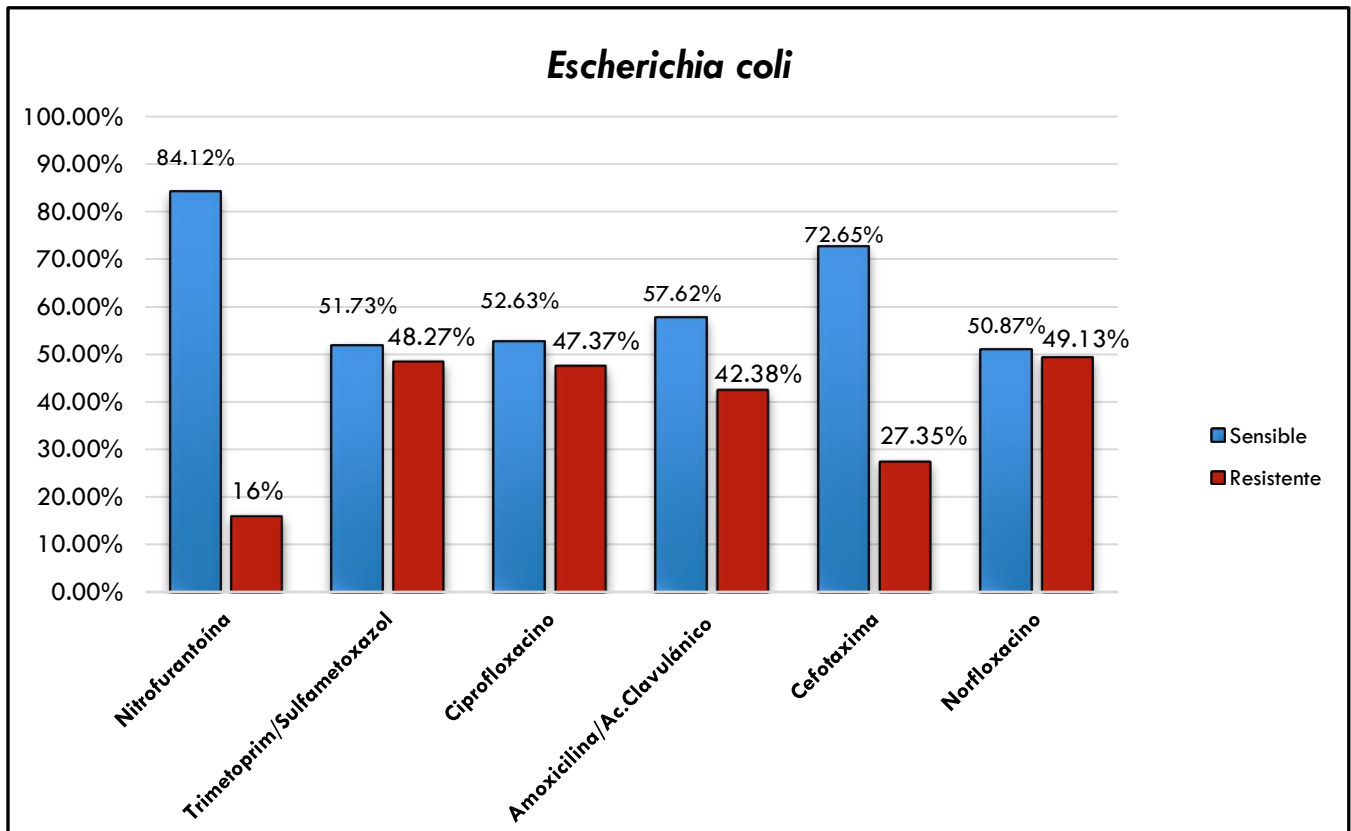


**Gráfico 3.** Grupos de edad de la población femenina estudiada.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.

En el gráfico 3 podemos observar los diferentes rangos de edad donde se presentaron numerosos casos de infección de vías urinarias obteniendo que el mayor número de episodios fue desde los 56 hasta los 70 años, con un total de 67 casos (42%) seguido desde los 71 a 81 años con un total de 45 casos (28%), posteriormente de los 82 a 96 años con un total de 25 casos (16%), continuando con los 41 a 55 años con un total de 12 casos (7%) y, por último, de los 4 a 40 años con un total de 11 casos (7%). Estos resultados coinciden con lo citado por Koneman (2017): La edad adulta de entre los 50 y los 70 años, se espera un aumento de ITU mayor en mujeres (20%) que en los hombres (10%). En esta misma población, las mujeres tienen una mayor frecuencia de ITU, dato que sigue constante hasta la vejez. Dicho anteriormente, conforme aumenta la edad, aumenta el deterioro del tracto urinario, uropatías obstructivas, poca producción de estrógenos, escaso vaciamiento de la vejiga y aumenta la probabilidad de que los pacientes sean sometidos a procedimientos quirúrgicos en la zona urogenital. La incidencia anual es de alrededor de un 1% hasta la adolescencia y aumenta al 10% hacia los 50 años en adelante. (Remington, 2003).

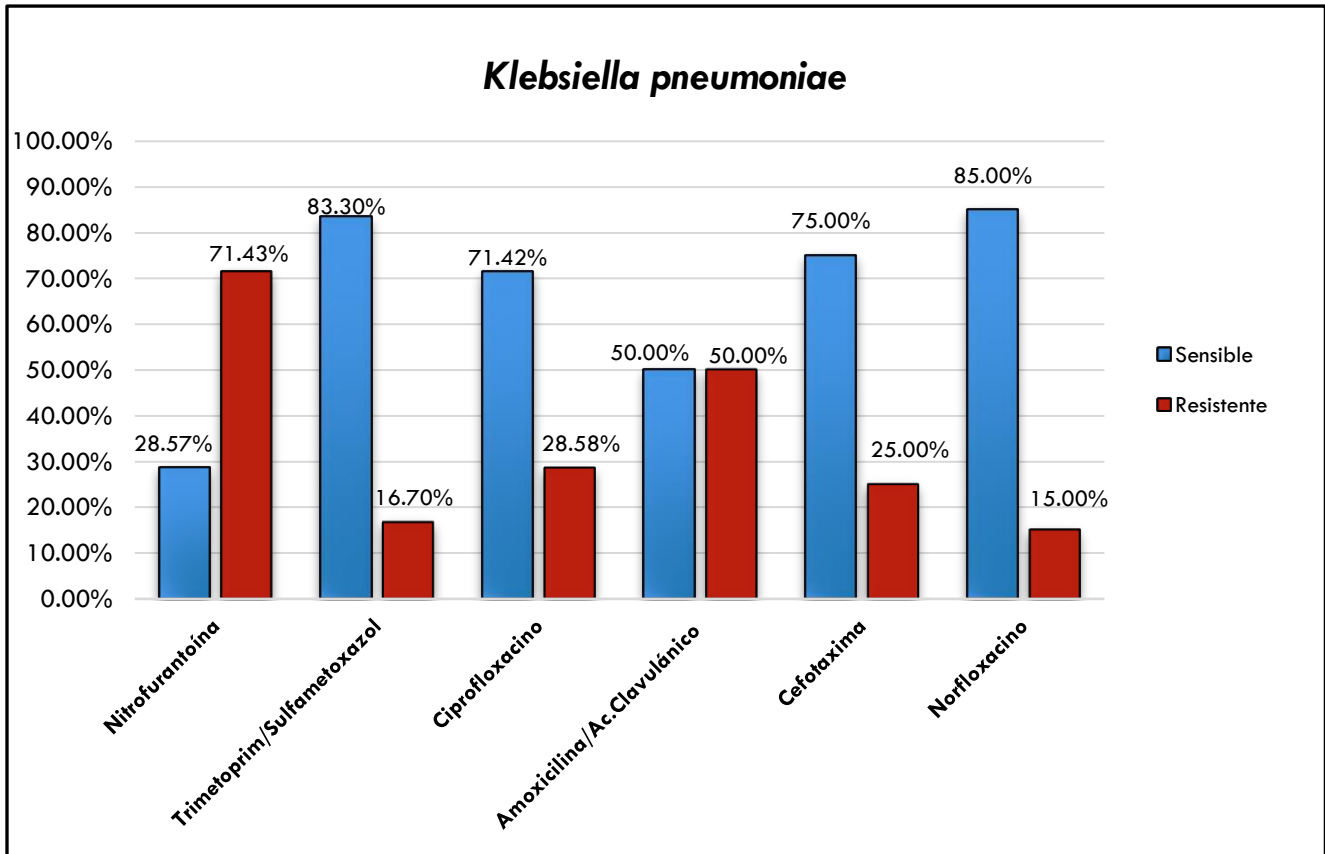
## 11.4 Pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos utilizados en infecciones de vías urinarias



**Gráfico 4.** Pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos de *Escherichia coli*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.

Gráfico 4. *Escherichia coli* presentó mayor sensibilidad a la Nitrofurantoína con un 84.12% y a la Cefotaxima con un 72.65%, seguido de Amoxicilina/Ac. Clavulánico con un 57.62%, Ciprofloxacino con 52.63%, Trimetoprim/Sulfametoxazol con 51.73% y Norfloxacino con 50.87%. Estos resultados nos indican que los antibióticos de elección para tratar infecciones de vías urinarias en la población estudiada son la Nitrofurantoína en primera instancia, seguido de Cefotaxima.

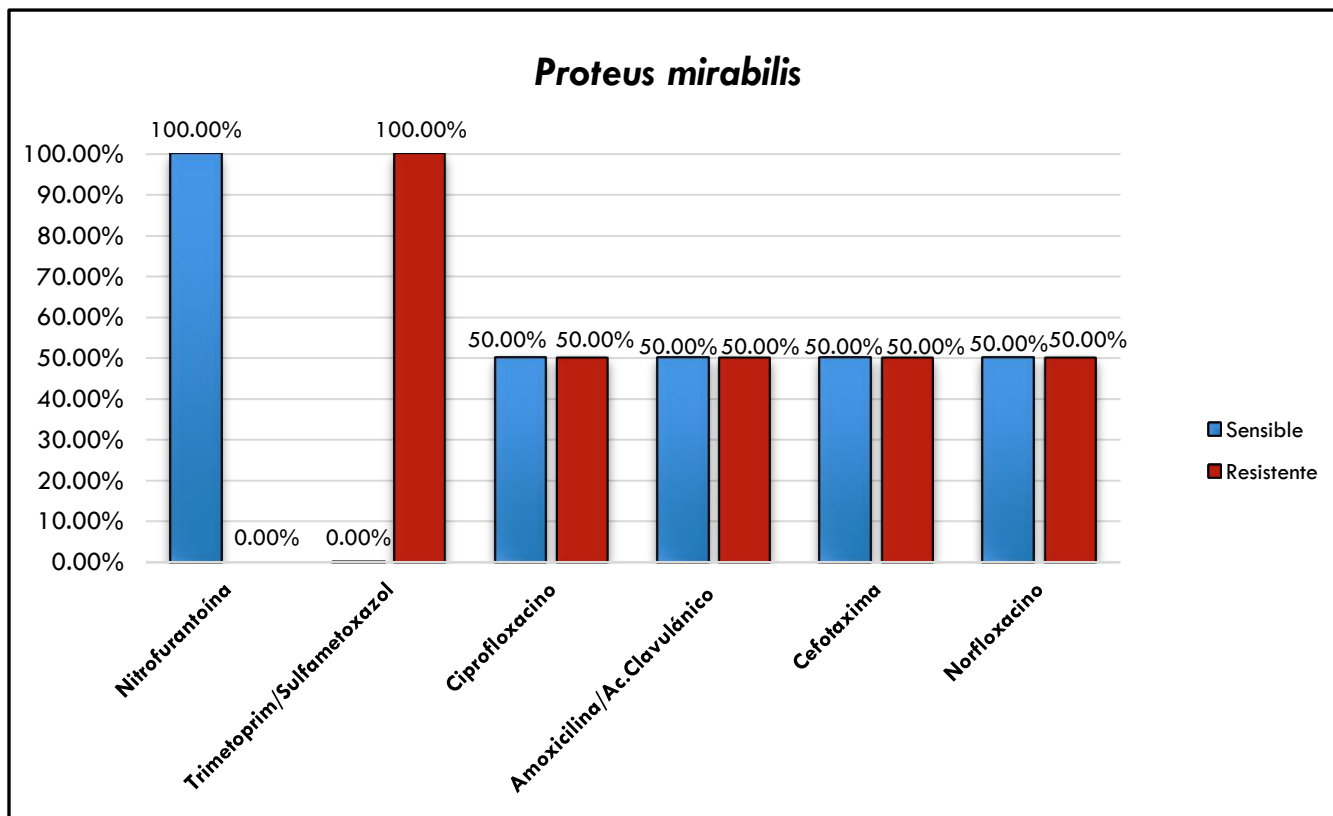


**Gráfico 5.** Pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos de *Klebsiella pneumoniae*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.

*Klebsiella pneumoniae* fue más susceptible al Norfloxacino con un 85% de susceptibilidad y al Trimetoprim/Sulfametoxazol con un 83.30% de susceptibilidad, seguido de Cefotaxima con un 75%, Ciprofloxacino con un 71.42%, Amoxicilina/Ac. Clavulánico con un 50% y Nitrofurantoína con un 28.57%. Estos resultados nos indican que los antibióticos de elección para tratar infecciones de vías urinarias en mujeres por este tipo de cepa son, Norfloxacino en primera instancia, seguido de Trimetoprim/Sulfametoxazol.



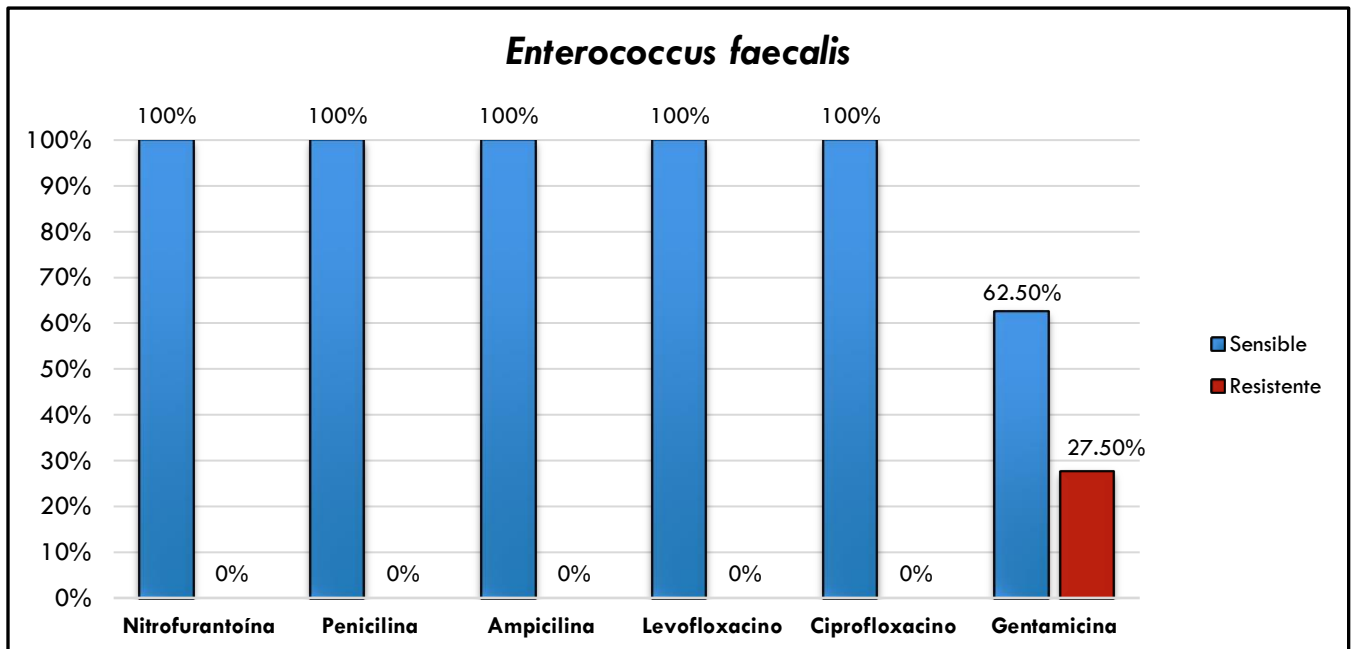


**Gráfico 6.** Pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos de *Proteus mirabilis*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.

Por último, con estos resultados *Proteus mirabilis* demostró ser más sensible a la Nitrofurantoina con un 100%, seguido de 4 antibióticos que presentaron 50% de efectividad sobre esta cepa los cuales son, Ciprofloxacino, Amoxicilina/Ac. Clavulánico, Cefotaxima y Norfloxacino. *Proteus mirabilis* mostró resistencia del 100% ante la Trimetoprim/Sulfametoxazol, prácticamente no funcionó.

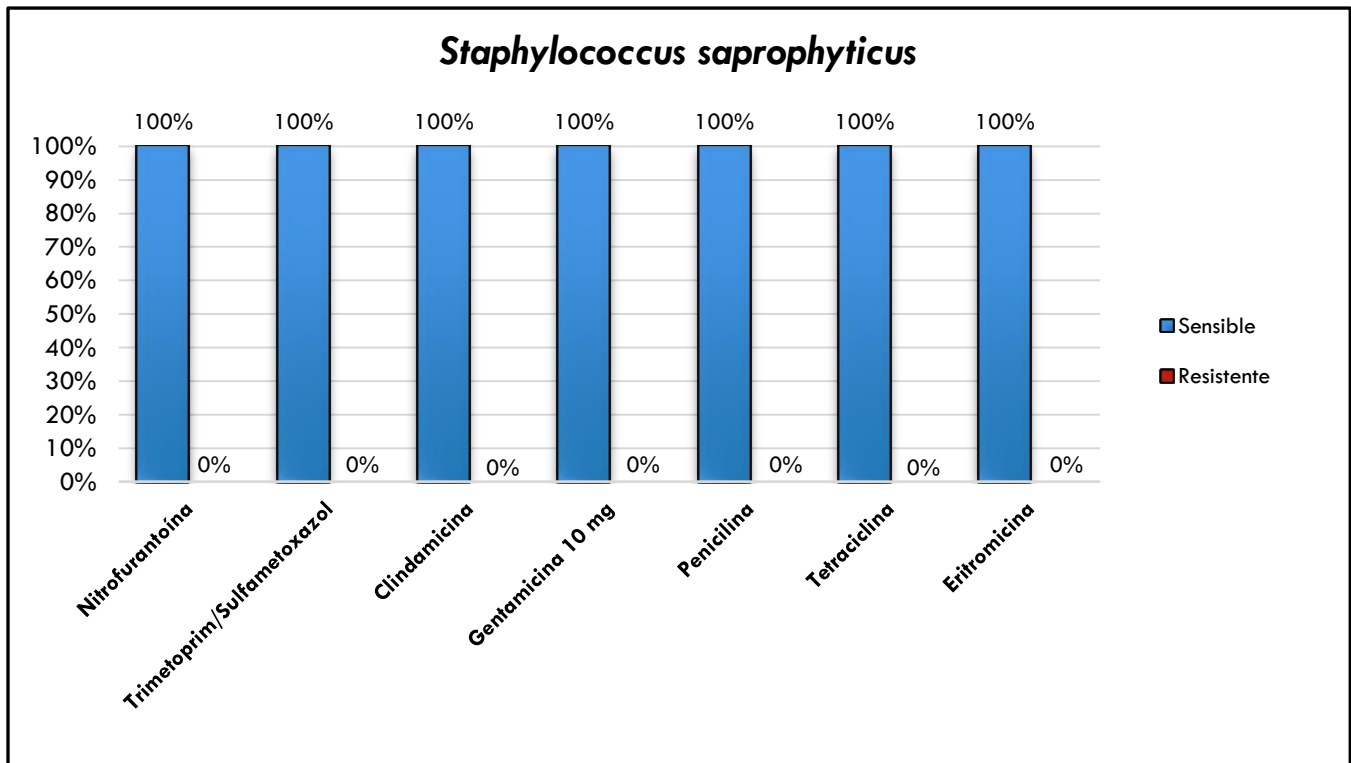
Existen pocos estudios de este tipo, pero en México Autún *et al* (2015), realizaron un estudio en el Hospital Regional de Tlanepantla, Estado de México, donde demostraron que el antibiótico de elección frente a una infección de vías urinarias es la Nitrofurantoína, ya que es un antimicrobiano específicamente utilizado para este tipo de infecciones. Los resultados de este estudio concuerdan con los de este trabajo, ya que las cepas analizadas presentaron sensibilidad a la Nitrofurantoína. Por otro lado, el porcentaje de resistencia que presentó *Escherichia coli* frente a la Nitrofurantoína en nuestro estudio fue del 16%, ante Trimetoprim-sulfametoxazol fue del 51.73%, ante Ciprofloxacino del 52.63% y frente a la Cefotaxima del 72.65%. Estos datos podrían coincidir con lo reportado por Melgarejo *et al* (2011), en el cual se encontraron que *Escherichia coli* presentó un promedio de resistencia de 2% frente a la Nitrofurantoína, Ciprofloxacino 32%, Trimetoprim-sulfametoxazol 43% y Cefotaxima 13%.



**Gráfico 7.** Pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos de *Enterococcus faecalis*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.

En el gráfico 7 podemos observar que *Enterococcus faecalis* mostró una sensibilidad del 100% ante la Nitrofurantoína, Penicilina, Ampicilina, Levofloxacino y Ciprofloxacino. La Gentamicina fue el único antibiótico a la cual la cepa en estudio presentó una sensibilidad del 62.50%. Estos datos fueron obtenidos mediante la aplicación del método manual de difusión en disco Kirby-Bauer. Los antibióticos utilizados se encuentran en forma de sensidiscos y son puestos en las placas con agar Mueller-Hinton previamente sembrando con la cepa en estudio. El tiempo de incubación de las placas es de 18-24 horas, transcurrido este tiempo se procede a la medición de los halos formados alrededor de cada uno de los sensidiscos. Esta etapa es muy importante pues a partir de aquí podemos saber si la cepa presentó sensibilidad o resistencia a los antibióticos. Comparando los resultados de nuestro estudio con el de Garcia *et al* (2018) sobre susceptibilidad antimicrobiana de *Enterococcus faecalis* en un Hospital de Tercer Nivel en el Laboratorio de Microbiología del Instituto Nacional de Pediatría, en la Ciudad de México, nos damos cuenta de que no existe mucha diferencia en cuanto a sensibilidad. Ellos reportaron que *Enterococcus faecalis* mostró sensibilidad del 95% ante la Nitrofurantoína, Penicilina del 96%, Ampicilina del 97.1% y Gentamicina del 62%.



**Gráfico 8.** Pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos de *Staphylococcus saprophyticus*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.

En el gráfico 8 se muestran los antibióticos utilizados para tratar la infección causada por *Staphylococcus saprophyticus*. Esta cepa mostró sensibilidad del 100% ante la Nitrofurantoína, Trimetoprim/Sulfametoxazol, Clindamicina, Gentamicina de 10 mg, Penicilina, Tetraciclina y Eritromicina, lo que nos indica que este tipo de antibióticos son los de elección para tratar infecciones de vías urinarias causadas por esta cepa.

Con base a la información contenida en las guías del CLSI, los cuales son resúmenes acumulativos y continuos de patrones de susceptibilidad de microorganismos clínicamente significativos, determinamos que la susceptibilidad que contiene *Streptococcus agalactiae* ante los antimicrobianos de bajo espectro como penicilina o ampicilina es del 100%, debido a esto no se procedió a la realización del antibiograma correspondiente (CLSI, 2021).

## 12 Conclusiones

Al finalizar el presente trabajo de investigación se llega a las siguientes conclusiones:

1. Del total de los 625 urocultivos procedentes de pacientes femeninas con sospecha de infección de vías urinarias que asistieron al laboratorio en el periodo de Octubre-Diciembre de 2021, el 25.6% (160/625) de los urocultivos resultaron positivos y el otro 74.4% (465/625) resultaron negativos.
2. *Escherichia coli* se aisló en 81.25%, *Klebsiella pneumoniae* en un 6.25%, *Proteus mirabilis* en un 1.25%, *Enterococcus faecalis* se aisló en 5.63%, *Streptococcus agalactiae* en un 5%, y finalmente *Staphylococcus saprophyticus* en un 0.63%. *Escherichia coli* en relación con otros estudios sigue siendo la principal cepa bacteriana presente en la mayoría de las infecciones de vías urinarias en mujeres.
3. El grupo de edad más afectado por las infecciones de vías urinarias fue desde los 56 hasta los 70 años con un total de 67 casos.
4. *Escherichia coli* presentó sensibilidad a la Nitrofurantoína y la Cefotaxima. *Klebsiella pneumoniae* mostró sensibilidad al Norfloxacino y Trimetoprim/Sulfametoxazol. *Proteus mirabilis* mostró sensibilidad únicamente a la Nitrofurantoína. *Enterococcus faecalis* fue sensible a la Nitrofurantoína, Penicilina, Ampicilina, Levofloxacino y Ciprofloxacino y, por último, *Staphylococcus saprophyticus* mostró sensibilidad a la Nitrofurantoína, Trimetoprim/Sulfametoxazol, Clindamicina, Gentamicina de 10 mg, Penicilina, Tetraciclina y Eritromicina.

### 13 Recomendaciones

- Las infecciones de vías urinarias son patologías que se presentan con mayor frecuencia en las mujeres, las complicaciones van a depender del estado de salud de la paciente, por lo que cuando exista sospecha de ITU en una mujer que pertenezca a la población vulnerable (diabetes, embarazo, cáncer, menopausia, insuficiencia renal, sondaje vesical), se debe acudir al médico de inmediato.
- El urocultivo debe ser solicitado de manera rutinaria cuando exista sospecha de infección de vías urinarias en pacientes femeninas que cursan con alguna enfermedad crónico-degenerativa, pacientes embarazadas y de edad adulta.
- La automedicación no es la solución para tratar una ITU, actualmente las tasas de resistencia de los uropatógenos han ido en aumento sumándole las complicaciones que trae consigo una infección de vías urinarias mal tratada (pielonefritis y shock séptico).
- Los tratamientos con antibióticos deben seguirse al pie de la letra, ya que la resistencia bacteriana no es un problema que solo afecta en las ITU, si no en cualquier infección causada por bacterias.
- Aun teniendo este tipo de información, la mejor manera de tratar una ITU es realizando el urocultivo y antibiograma correspondiente de cada paciente.

## 14 Bibliografía

- Andreu, A., Cacho, J., Coira, A., & Lepe, J. A. (2011). Diagnóstico microbiológico de las infecciones del tracto urinario. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 29(1), 52-57.
- Ardila, M., Rojas, M., Santisteban, G., Gamero, A., & Torres, A. (2015). Infección urinaria en pediatría. *Revista Repertorio de Medicina y Cirugía*, 24(2), 113-122.
- Autún, R., Sanabria, P., Cortes Figueroa, O., Rangel Villaseñor & M. Hernández-Valencia. (2015). Etiología y frecuencia de bacteriuria asintomática en mujeres embarazadas. *Perinatología y Reproducción Humana*, 29 (4), pp.148-151.
- Baenas, DF, Palmieri, HJ, Alomar, JM, Álvarez Garzón, JH, Berenguer, L., Vilaró, M., & Albertini, RA (2017). Infección urinaria no complicada en mujeres: etiología y resistencia a antimicrobianos (Infección urinaria no complicada en mujeres: etiología y resistencia a los antimicrobianos). *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas (Córdoba, Argentina)* , 74 (3), pp.180–185.
- Bello-Fernández, Z. L., Cozme-Rojas, Y., Pacheco-Pérez, Y., Gallart-Cruz, A., & Bello-Rojas, A. B. (2018). Resistencia antimicrobiana en embarazadas con urocultivo positivo. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta*, 43(4).
- Bertoni, G., Pessacq, P., Guerinni G., Calmaggi, A., Barberis, F., Jorge, L., & Mykietiuk, A. (2017). Etiología y resistencia a antimicrobianos de la infección no complicada del tracto urinario. *Medicina (Buenos Aires)*, 77(4), pp. 304-308.
- Castrillón Spitia, J. D., Machado-Alba, J. E., Gómez Idarraga, S., Gómez Gutierrez, M., Remolina León, N., & Ríos Gallego, J. J. (2019). Etiología y perfil de resistencia antimicrobiana en pacientes con infección urinaria. *Infectio*, 23(1), 45-51.
- Calderón-Jaimes, E., Casanova-Román, G., Galindo-Fraga, A., Gutiérrez-Escoto, P., Landa-Juárez, S., Moreno-Espinosa, S., ... & Valdez-Vázquez, R. (2013). Diagnóstico y tratamiento de las infecciones en vías urinarias: un enfoque multidisciplinario para casos no complicados. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 70(1), 3-10.
- Cediel, R. (2008). *Semiología Médica*. Bogotá, Colombia: Editorial Médica Celsus.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2021). *M100 Performance Standards for Antimicrobials Suscetibility Testing*. Clinical and Laboratory Standards Institute, Edición 31, pp. 98-101.

- Duque, C.M., Diana , Sánchez, M., Gaviria, A., Vallejo, A., Gómez, B., Mauricio, O., Rúa, A., O, Hernández. (2020). Caracterización de candida spp. Aisladas a partir de urocultivos en la ciudad de Medellín. *Infectio*; 24(4): 217-223
- Fernandez Caballero, L. G. (2021). Infección urinaria recurrente: prevalencia, características clínicas y factores de riesgo, en mujeres en edad fértil, en el Hospital Manuel Nuñez Butron de Puno, año 2020. (*Tesis de especialidad*). Universidad Nacional del Antiplano. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15144/Fernandez\\_Caballero\\_Jhon\\_Mauricio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15144/Fernandez_Caballero_Jhon_Mauricio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- García, J. L. A., Flores, A. M. E., Barbosa, P. A., & Cortina, J. H. M. (2018). Susceptibilidad antimicrobiana de *Enterococcus faecalis* y *faecium* en un hospital de tercer nivel. *Revista Latinoamericana de Infectología Pediátrica*, 31(2), pp. 56-61.
- Grabe, M., Bjerklund-Johansen, T. E., Botto, H., Çek, M., Naber, K. G., Tenke, P., & Wagenlehner, F. (2010). Guía clínica sobre las infecciones urológicas. *European Association of Urology*, 136(1), 1296-7.
- 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), 1-14.
- Jawetz, Melnick Y Adelberg. (2020). *Microbiología médica*. 28.a ed., Vol. 874. México: McGraw-Hill.
- Jiménez, J. F., Broseta, E., & Gobernado, M. (2002). Infección urinaria. *Actas Urol Esp*, 26(7), pp. 563-573.
- Koneman, E., Churchill, D., Hall, G., Janda, W., Woods, G., Schreckenberger, P. (2017) *Koneman diagnóstico microbiológico: texto y atlas en color* (7ma. ed.). España: Wolters Kluwer.
- López-López, A., Castillo-Rienda, A., López-Peña, C., González-Andrades, E., Espinosa-Barta, P. & Santiago-Suárez. (2019). Incidencia de la infección del trato urinario en embarazadas y sus complicaciones. *Actualidad médica*, 104, pp.8-11.
- Lozano, J. A. (2001). Infecciones urinarias: clínica, diagnóstico y tratamiento. *Offarm: farmacia y sociedad*, 20(3), pp. 99-108.



- Luna-Pineda V.M., Ochoa S., Cruz-Córdoba A., Cázares-Domínguez V., Vélez-González F., Hernández-Castro R., Xicohtencatl-Cortés J. (2018). Infecciones del tracto urinario y vacunación. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, Issue 75, pp. 67-78.
- Manrique-Abril, F. G., Rodríguez-Díaz, J., Ospina-Díaz, J.M. (2014). Rendimiento diagnóstico del parcial de orina como predictor de infección urinaria en pacientes de Tunja, Colombia. *CES Medicina*, 28(1), 21-34.
- Medina-Polo, J., Guerrero-Ramos, F., Pérez-Cadavid, S., Arrébola-Pajares, A., Sopena-Sutil, R., Benítez-Sala, R., ... & Tejido-Sánchez, Á. (2015). Infecciones urinarias adquiridas en la comunidad que requieren hospitalización: factores de riesgo, características microbiológicas y resistencia a antibióticos. *Actas Urológicas Españolas*, 39(2), pp. 104-111.
- Melgarejo, L., Walder, A., Ovando, F., Velázquez, G., Chirico, C., & Santa Cruz, F. (2017). Susceptibilidad in vitro a los antibióticos de bacterias productoras de infecciones urinarias en la mujer: evaluación retrospectiva de 5 años. *Revista de nefrología, diálisis y trasplante*, 37(2), pp. 96-103.
- Murray PR y col. (2009). *Microbiología Médica*. 6ª Edición. España: Editorial Elsevier Mosby.
- Orrego-Marin, C. P., Henao-Mejia, C. P. & Cardona-Arias, J. A. (2014). Prevalencia de infección urinaria, uropatógenos y perfil de susceptibilidad antimicrobiana. *Acta Médica Colombiana*, 39(4), pp. 352-358.
- Puerta, A. & Mateos, F. (2010). Enterobacterias. *Medicine*, 10(51), pp. 3426-3431.
- Rane, A & Dasgupta, R. (2013). *Urinary Tract Infection*. London, UK: Springer-Verlag London.
- Remington, G. (2003). *Farmacología*. (Edición 21). Argentina: Panamericana S. A.
- Romero, R. (2007). *Microbiología y parasitología humana*. (3ª edición). México, DF: Editorial Médica Panamericana.
- Rosado, D. A., Padrón, V. S., Figueroa, E. C., Villaseñor, O. R., & Hernández-Valencia, M. (2015). Etiología y frecuencia de bacteriuria asintomática en mujeres embarazadas. *Perinatología y Reproducción Humana*, 29(4), pp.148-151.
- Ruiz Angulo, M. F. (2016). Determinación de las cepas bacterianas asociadas a infecciones de vías urinarias en mujeres en edad fértil que asisten al Laboratorio de Análisis Clínico Solidario Machala 2014. *(Tesis de maestría)*. Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11540/1/BCIEQ-MBC-116%20Ruiz%20Angulo%20Mar%c3%ada%20Fernanda.pdf>

- Salazar Flores, M. A. (2019). Sensibilidad y resistencia de bacterias Gram negativas frente a antibióticos de uso común en mujeres ambulatorias con ITU que asisten al hospital central de Majes (*Arequipa*), enero–marzo 2019. (*Tesis de licenciatura*). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10252/Blsaflma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez Feijóo, F. V. (2016). Incidencia bacteriana en el tracto urinario como agente causal de infecciones urinarias en mujeres de 20 a 50 años. (*Tesis de licenciatura*). Universidad Tecnológica de Machala. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7765>
- Triantafilo, V. (2001). Recomendaciones para el diagnóstico microbiológico de la infección urinaria. *Revista Chilena Infectología*, 18(1), 57-63.
- Valdevenito, J. P., & Álvarez, D. (2018). Infección urinaria recurrente en la mujer. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 29(2), pp. 222-231.
- Verde, C., Belén, A., Centeno, O., Claudia, M., Burga, P., Elizabeth, M., ... & María, R. (2017). Aislamiento e identificación de bacterias uropatógenas en muestras urinarias de mujeres atendidas en una clínica particular de Lima, Perú. *Revista de investigación apuntes científicos estudiantiles de enfermería*, 1(1).
- Wurgaft, K. A. (2010). Infecciones del tracto urinario. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 21(4), pp.629-633.

## 15 Anexos

### 15.1 Resultados de las pruebas bioquímicas para la identificación de enterobacterias aisladas en el estudio



Medio TSI A/A sin producción de H<sub>2</sub>S y con producción de gas, medio LIA K/K, MIO con movilidad (+), Indol (+) y Ornitina (+). Medio Citrato (-) y Urea (-).

Pruebas bioquímicas pertenecientes a *Escherichia coli*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.



Medio TSI A/A sin producción de H<sub>2</sub>S y con mucha producción de gas, LIA K/K sin producción de H<sub>2</sub>S, MIO con movilidad (-), indol (-) y ornitina (-). Medio Citrato (+) y Urea (+) .

Pruebas bioquímicas pertenecientes a *Klebsiella pneumoniae*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.

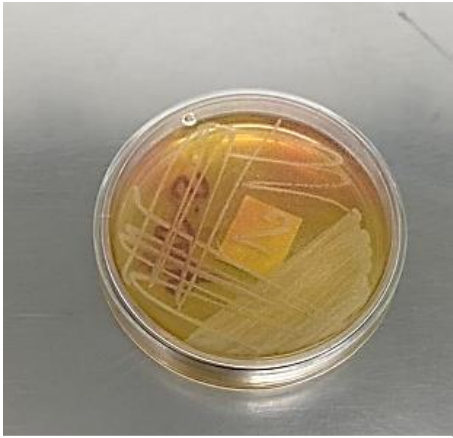


Medio TSI K/A con producción de  $H_2S$  y con poca producción de gas, LIA R/A con producción de  $H_2S$ , MIO con movilidad (+++), indol (-) y ornitina (+). Medio Citrato (+) y Urea (+++) con una coloración rosa mexicano característico de *Proteus mirabilis* .

Pruebas bioquímicas pertenecientes a *Proteus mirabilis*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.

## 15.2 Resultados de las pruebas para la identificación de cocos grampositivos aislados en el estudio



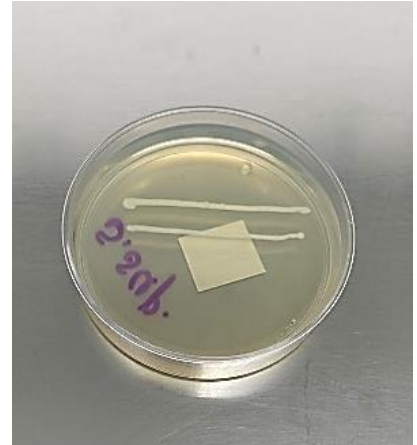
Sal y Manitol positivo perteneciente a *Staphylococcus saprophyticus*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.



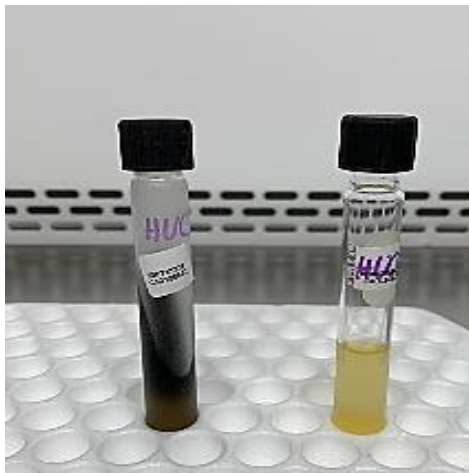
Prueba de coagulasa negativa perteneciente a *Staphylococcus saprophyticus*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.



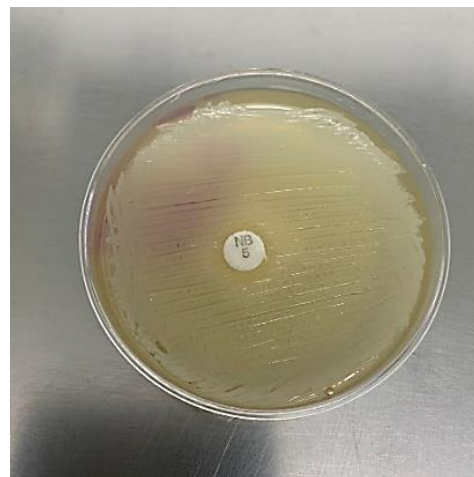
Prueba de DNasa negativa perteneciente a *Staphylococcus saprophyticus*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.



Prueba de susceptibilidad a la novobiocina. *Staphylococcus saprophyticus* muestra resistencia a la novobiocina.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.



Bilis Esculina y BHI 6.5% NaCl positivos. Existe crecimiento de colonias en los medios de cultivo.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.



Prueba de CAMP positiva a  
*Streptococcus agalactiae*.

**Fuente:** Resultados de laboratorio.

La prueba positiva de CAMP se basa en la presencia de hemolisis con forma de punta de flecha en el agar de gelosa sangre. Se realiza utilizando una asada de la cepa *S. aureus*. Perpendicularmente a esta, sembrar la cepa de estreptococo en estudio.

### 15.3 Resultados de las pruebas bioquímicas y pruebas para la identificación de cocos grampositivos reportados en la bibliografía

Microorganismo	TSI	LIA	MIO	CITRATO	UREA
<i>Escherichia coli</i>	Glucosa: (+)	Descarboxilación de la lisina: (+)	Movilidad: (+)	(-)	(-)
	Lactosa: (+)		Indol: (+)		
	Gas: (+)	Producción de H <sub>2</sub> S: (-)	Ornitina: (+)		
	H <sub>2</sub> S: (+)				
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Glucosa: (+)	Descarboxilación de la lisina: (-)	Movilidad: (-)	(+) (+)	(+) (+)
	Lactosa: (+)		Indol: (-)		
	Gas: (+++)	Producción de H <sub>2</sub> S: (-)	Ornitina: (-)		
	H <sub>2</sub> S: (-)				
<i>Proteus mirabilis</i>	Glucosa: (+)	Descarboxilación de la lisina: (-)	Movilidad: (+++)	(+) (+)	(++)
	Lactosa: (-)		Indol: (-)		
	Gas: (+)	Producción de H <sub>2</sub> S: (+)	Ornitina: (+)		
	H <sub>2</sub> S: (++)				

Tinción de GRAM	Tipo de hemolisis	Catalasa	Prueba de CAMP	TXA (bacitracina)
CGP	β	-	+	Resistente

Tinción de GRAM	Tipo de hemolisis	Catalasa	BHI 6.5% NaCl	Bilis Esculina
CGP	α	-	Crecimiento	Crecimiento de colonias negras

Tinción de GRAM	Catalasa	Coagulasa	DNAsa	Sal y manitol	Susceptibilidad a la novobiocina
CGP	+	-	-	Positivo	Resistente