



UNIVERSIDAD DE CUENCA
desde 1867

**UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“PREVALENCIA DE INFECCIÓN DEL TRACTO URINARIO EN MUJERES
EMBARAZADAS QUE ASISTEN AL CONTROL PRENATAL DEL SUBCENTRO DE
SALUD CARLOS ELIZALDE”**

AUTORES:

**ROBERTO ANTONIO RODRIGUEZ ARCE.
FERNANDO VINICIO SALGADO MOREJÓN.**

DIRECTORA:

DRA. MARÍA DE LOURDES JERVES ANDRADE. MSC

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

CUENCA - ECUADOR

2013 - 2014



RESUMEN.

La infección al tracto urinario (ITU), ocurre cuando las bacterias entran a la vejiga o al riñón y se multiplican en la orina. Se distinguen tres tipos de ITU: cistitis, pielonefritis y bacteriuria asintomática cuando no hay sintomatología previa

Este estudio sobre la prevalencia de ITU en mujeres embarazadas, fue realizado en el Subcentro de Salud Carlos Elizalde, ubicado en el sector Baños, Cuenca - Ecuador. La población analizada constó de 200 mujeres embarazadas, que acudieron a control prenatal y que cumplieron los criterios de inclusión. Se encontró que el 22.5 % de pacientes presentaron ITU, siendo el principal agente causal *Escherichia coli* (*E.coli*) con 71.11 %, en segundo lugar *Enterobacter agglomerans* (11.1 %), seguido de *Klebsiella ozaenae* (8.8 %), en menor porcentaje *Enterococcus faecalis* (4.4 %), finalmente *Citrobacter diversus* y *Streptococcus agalactie* con el 2.2 % cada uno.

La susceptibilidad a los antibióticos utilizados en el caso de *E. coli*, fue frente a ampicilina 40%; ampicilina + sulbactam sensible 93.33 %, amoxicilina + ácido clavulánico sensible 70 % y una sensibilidad intermedia del 20 %; para el caso de la cefalotina se obtuvo una sensibilidad del 66.67 % y una sensibilidad intermedio del 20 %; finalmente a la nitrofurantoína fue sensible en un 100 %

Concluyendo que para el patógeno de mayor prevalencia y agente causal de ITU que fue *E. coli* el tratamiento de elección sugerido en el período de gestación es ampicilina + sulbactam.

Palabras clave: ITU en embarazo, antibióticos para gestantes



ABSTRACT

Urinary tract infection (UTI), occurs when bacteria enters the bladder or kidney and multiplies in the urine. There are three types of distinguished UTI: cystitis, pyelonephritis and Asymptomatic bacteriuria which usually occurs when there are no previous symptoms.

This study was conducted in the Health Subcenter Carlos Elizalde, located in Baños, Cuenca - Ecuador. The study population consisted of 200 women in gestation, who were attended in prenatal care and met the criteria for exclusion. Found that 22.5 % of patients had UTI, be the main causal agent *Escherichia coli* (*E. coli*) with 71.11 %, second *Enterobacter agglomerans* (11.1 %), followed by *Klebsiella ozaenae* (8.8 %), *Enterococcus faecalis* smaller percentage (4.4 %), *Citrobacter diversus* and finally *Streptococcus agalactie* with 2.2 % each.

The susceptibility to antibiotics used in the case of *E. coli* , 40 % were ampicillin sensitive; ampicillin + sulbactam sensitive 93.33 %; amoxicillin + clavulanic acid, 70 % sensitive and 20 % intermediate sensitivity; for the case of cephalothin, 66.67 % of sensitivity and 20 % of intermediate sensitivity; finally nitrofurantoin was 100 % sensitive

It concluded that the most prevalent pathogen and causative agent of UTI was *E. coli* and the treatment choice suggested in the gestation period is ampicillin + sulbactam.

Keywords: UTI in pregnancy, antibiotics to pregnant



INDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
INDICE	4
DEDICATORIA	12
DEDICATORIA	13
AGRADECIMIENTOS	14
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I	16
1.1. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DEL TRACTO URINARIO.....	17
1.1.1. ANATOMÍA DE LOS RIÑONES	17
1.1.2. HISTOLOGÍA DE LOS RIÑONES	17
1.1.2.1 LA NEFRONA.....	19
1.1.2.2 URÉTERES	19
1.1.2.3 VEJIGA URINARIA Y URETRA	20
1.1.3. GENERALIDADES DE LA FISIOLÓGÍA RENAL	21
1.1.4. GENERALIDADES DE LA FUNCIÓN RENAL	22
1.1.5. CARACTERÍSTICAS DE LA ORINA NORMAL.....	23
1.1.6. CONSTITUYENTES ANORMALES DE LA ORINA	23
1.2. INFECCIÓN DE LAS VÍAS URINARIAS DURANTE EL EMBARAZO.....	24
1.2.1. DEFINICIÓN	24
1.2.2. EPIDEMIOLOGÍA.....	25
1.3. CAMBIOS FISIOLÓGICOS Y ANATÓMICOS DEL TRACTO URINARIO DURANTE EL EMBARAZO	25
1.4. ETIOLOGÍA.....	26
1.5. PATÓGENOS CAUSALES.....	27
1.5.1. ENTEROBACTERIACEAS	28
1.5.3. ESTREPTOCOCOS.....	32
1.5.3.1 Streptococcus agalactiae	32
1.6. DEFENSA DEL HUÉSPED	35
1.7. CLASIFICACIÓN	36



1.8. CUADRO CLÍNICO	36
1.8.1. BACTERIURIA ASINTOMÁTICA.....	36
1.8.2. CISTITIS.....	38
1.8.3. PIELONEFRITIS.....	38
1.9. TRATAMIENTO EN EMBARAZO	40
CAPÍTULO II	43
METODOLOGÍA	43
2.1. MATERIALES Y EQUIPOS	43
2.1.1. MATERIALES.....	43
2.1.2. EQUIPOS.....	45
2.2 REACTIVOS	45
2.3 POBLACIÓN, MUESTREO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	47
2.3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	47
2.3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	47
2.3.3. TIPO DE MUESTREO.....	47
2.3.4. TAMAÑO DE MUESTRA.....	47
2.3.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	47
2.3.5.1. Criterios de inclusión	48
2.3.5.2. Criterios de exclusión.....	48
2.4. METODOLOGÍA	48
2.4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	48
2.4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	48
2.5. TÉCNICAS.....	49
2.5.1. Recolección de muestras	49
2.5.1.1. Muestra limpia del chorro medio	49
2.5.2. Transporte de Muestra	49
2.6. OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA DEL SEDIMENTO URINARIO.....	50
2.6.1. Hematuria.....	50
2.6.2. Leucocituria.....	51
2.6.3. Células Epiteliales.....	51



2.6.4. Cilindros.....	51
2.6.5. Cristales.....	52
2.7. TIRA REACTIVA.....	52
2.7.1. Fundamento de las reacciones.....	52
2.7.2. Interpretación y significado clínico.....	53
2.8. UROCULTIVO.....	53
2.8.1. SIEMBRA.....	53
2.9. FUNDAMENTOS DE TÉCNICAS DE SIEMBRA.....	53
2.9.1. AGAR SANGRE.....	53
2.9.2. AGAR CLED (BROLACIN).....	53
2.9.3. AGAR MANITOL SALADO.....	54
2.9.4. AGAR EMB (EOSINA – AZUL DE METILENO – LACTOSA – SACAROSA).....	54
2.10. TINCIÓN DE GRAM.....	55
2.11. PRUEBAS DE IDENTIFICACIÓN.....	55
2.11.1. PRUEBA DE LA CATALASA.....	55
2.11.2. PRUEBA DE LA OXIDASA.....	56
2.11.3. PRUEBA DE CAMP.....	57
2.11.4. PRUEBA DE COAGULASA.....	57
2.11.5. PRUEBA DE SUSCEPTIBILIDAD A LA NOVOBIOCINA.....	58
2.12. PRUEBAS BIOQUÍMICAS.....	59
2.12.1. TOLERANCIA AL NaCl.....	59
2.12.2. PRUEBA DE HIDRÓLISIS DE BILIS Y ESCULINA.....	59
2.12.3. PRUEBA DEL CITRATO.....	59
2.12.4. LISINA – HIERRO – AGAR (LIA).....	61
2.12.5. PRUEBA EN AGAR CON HIERRO DE KLIGLER (KIA).....	62
2.12.6. UREA.....	63
2.12.7. SIM.....	64
2.12.8. PRUEBA DE ROJO DE METILO.....	65
2.12.9. PRUEBA DE VOGES – PROSKAUER.....	65
2.10. FORMAS DE CONTROL Y ANÁLISIS DE DATOS.....	66



2.10.1. Técnicas de recolección de datos.	66
2.10.2. Instrumentos de recolección de datos.	66
2.10.3. Cuadro de Resultados	66
2.11. ANÁLISIS DE DATOS.....	67
CAPÍTULO III	67
3.1. RESULTADOS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN.	68
3.1.1. Prevalencia de ITU en mujeres embarazadas.	68
3.1.2. Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y sintomatología.....	70
3.1.3. Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la edad.	72
3.1.4. Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la procedencia	74
3.1.5. Relación entre prevalencia de ITU en mujeres gestantes y período de gestación.....	75
3.1.6. Porcentajes de las cepas recuperadas causantes de ITU.....	78
3.1.7. Resultados de la sensibilidad a antibióticos según la cepa patógena aislada.	80
3.2. CONCLUSIONES.....	87
3.3. RECOMENDACIONES.....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	90
ANEXOS	93



Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Yo, Roberto Antonio Rodríguez Arce, autor de la tesis "PREVALENCIA DE INFECCIÓN DEL TRACTO URINARIO EN MUJERES EMBARAZADAS QUE ASISTEN AL CONTROL PRENATAL DEL SUBCENTRO DE SALUD CARLOS ELIZALDE", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Bioquímico Farmacéutico. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca 27 de mayo de 2014

ROBERTO ANTONIO RODRIGUEZ ARCE

C.I: 0104631007



Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Yo, Fernando Vinicio Salgado Morejón, autor de la tesis "PREVALENCIA DE INFECCIÓN DEL TRACTO URINARIO EN MUJERES EMBARAZADAS QUE ASISTEN AL CONTROL PRENATAL DEL SUBCENTRO DE SALUD CARLOS ELIZALDE", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de (título que obtiene). El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca 27 de mayo de 2014

FERNANDO VINICIO SALGADO MOREJÓN

C.I: 0105392625



Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Yo, Roberto Antonio Rodríguez Arce autor de la tesis "PREVALENCIA DE INFECCIÓN DEL TRACTO URINARIO EN MUJERES EMBARAZADAS QUE ASISTEN AL CONTROL PRENATAL DEL SUBCENTRO DE SALUD CARLOS ELIZALDE", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca 27 de mayo de 2014

ROBERTO ANTONIO RODRIGUEZ ARCE

C.I: 0104631007



Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Yo, Fernando Vinicio Salgado Morejón, autor/a de la tesis “PREVALENCIA DE INFECCIÓN DEL TRACTO URINARIO EN MUJERES EMBARAZADAS QUE ASISTEN AL CONTROL PRENATAL DEL SUBCENTRO DE SALUD CARLOS ELIZALDE”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca 27 de mayo de 2014



FERNANDO VINICIO SALGADO MOREJON

C.I: 0105392625



DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a Dios por haber llenado de paz mi vida y a las personas que hicieron posible que llegara a la culminación de esta importante etapa, especialmente a mis padres que fueron el soporte y la ayuda en los momentos de dificultad, sin su apoyo esto no sería posible.

Roberto



DEDICATORIA

Con gran cariño y amor para las personas que hicieron lo posible por sacarme adelante con el fin de lograr mis sueños y anhelos, por motivarme y aconsejarme cuando parecía no existir una salida, a ustedes amados padres dedico este trabajo.

Fernando



AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, gracias a Dios y a nuestros padres, cuya protección y ayuda que sin escatimar esfuerzos nos llevaron a la realización profesional.

Agradecemos profundamente la asesoría recibida por parte de la Doctora Lourdes Jerves, quién con su conocimiento y paciencia hizo posible que este proyecto se realizara de la manera más satisfactoria.

A la Doctora Carmen Lucia López, quién nos brindó un gran apoyo en la parte práctica de este estudio.

Finalmente a la Doctora María Elena Marca, líder del laboratorio del Subcentro de Salud Carlos Elizalde, quién nos acogió de la mejor manera en este lugar de trabajo, siendo también una gran guía en la parte analítica de las pruebas realizadas

**Roberto
Fernando**



INTRODUCCIÓN

Las infecciones a las vías urinarias (IVU), ahora conocidas como infección al tracto urinario (ITU), son responsables del 10 % al 20 % de las consultas diarias en centros de salud, en los casos de mujeres gestantes del 2 % al 7 % presentan ITU en algún momento de la etapa gestacional, según el artículo argentino de “ATENCIÓN DEL PUERPERIO Y PREVENCIÓN DE LAS SECUELAS INVALIDANTES DEL POSPARTO” del ministerio de salud de dicho país.

A simple vista esta patología no se considera de carácter grave, pero no debe ser subestimada, ya que puede llevar a complicaciones tanto por parte de la madre (pielonefritis, preeclampsia, bacteriuria postparto) como en el feto (prematuridad y sus consecuencias, restricción del crecimiento intrauterino, aumento de la mortalidad perinatal y abortos en el 2º trimestre).

Según el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP), en el documento “Guía Práctica Clínica” edición 2012, en nuestro país, más del 27 % de partos pretérmino tienen una asociación clínica con ITU, aunque la patogénesis de la contracción uterina aún no está clara.

Otros estudios realizados sugieren que 10 % al 30 % de las mujeres embarazadas con bacteriuria asintomática desarrollan pielonefritis en el segundo trimestre (*“Infección urinaria y embarazo. Diagnóstico y terapéutica”*, Dra. Gilda Lorena Álvarez, 2006), es ahí donde radica la importancia de realizar urocultivos desde la primera consulta prenatal, ya que, como se observó en esta investigación, el análisis citoquímico no es suficiente para su diagnóstico debido a que las cepas recuperadas presentan sensibilidades diferentes a ciertos antimicrobianos.

En la localidad de Baños no se ha realizado estudios previos sobre dicho tema siendo el número de madres atendidas alrededor de 100 al mes. Con la investigación realizada, se logró conseguir los objetivos propuestos previamente, como determinar el principal agente causal de ITU en dicha zona, informar al médico ginecólogo tratante



Universidad de Cuenca

sobre la sensibilidad a los antibióticos usados, reduciendo así costos gubernamentales en tratamiento, a la vez que se evitaron futuras complicaciones al 37.77 % de la población en estudio que presentó ITU asintomática y finalmente el principal objetivo que es formar parte del servicio de salud para lograr el bienestar de la madre y el niño.

CAPÍTULO I

1.1. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DEL TRACTO URINARIO

1.1.1. ANATOMÍA DE LOS RIÑONES

Los riñones son dos órganos, con forma de habichuela, ubicados entre la parte posterior del abdomen y peritoneo.

Un riñón normal en un adulto, mide aproximadamente de 12 – 15 cm de largo, 5 a 7 cm de ancho y 3 cm de espesor. Dirigido hacia la columna vertebral, se encuentra el borde cóncavo de cada riñón. Desde este, emerge una escotadura llamada hilio renal, del cual nace el uréter, junto a vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios (**Figura 1**). Los riñones están constituidos por tres capas: la capa superficial, es la fascia renal que consta de un tejido conectivo denso irregular, encargado de fijar el riñón a la pared abdominal y estructuras que lo rodean. La capa adiposa, es la capa intermedia, protege al riñón contra traumatismos. La capa profunda, es la cápsula fibrosa, una capa lisa de tejido conectivo que ayuda a mantener la forma del riñón y protegerlo contra traumatismos.¹

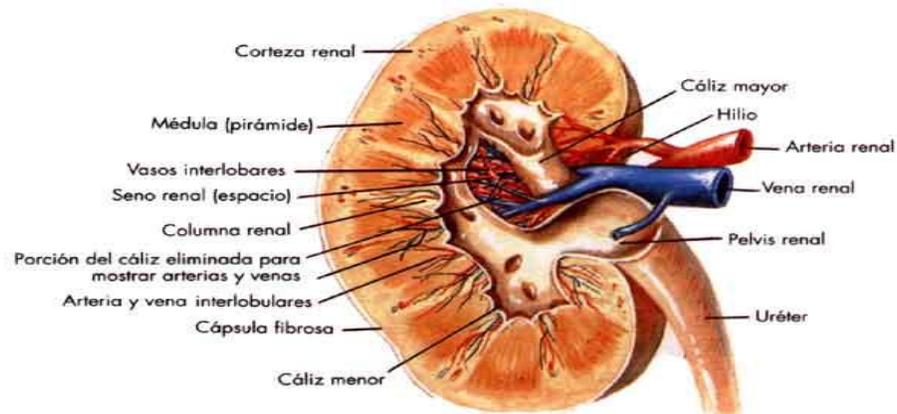


Figura 1.- Corte transversal del riñón

(Tomado de www.si-educa.net/intermedio/ficha688.html)

1.1.2. HISTOLOGÍA DE LOS RIÑONES



Si se realiza un corte frontal del riñón, se observa dos regiones: la corteza renal, que es una capa superficial rojiza y de textura lisa; por otro lado, se encuentra la médula renal de color pardo rojizo. La médula contiene entre 8 y 18 pirámides renales que presentan forma cónica; el extremo más ancho de cada pirámide, llamada base, se dirige hacia la corteza renal; mientras que el vértice (extremo angosto), llamada papila renal, se dirige hacia el hilio renal.

La corteza renal se extiende desde la cápsula renal hacia las bases de las pirámides renales; las columnas renales son porciones que se extienden entre las pirámides

La porción funcional del riñón lo constituye el parénquima renal, que está formado por la corteza y las pirámides. En el parénquima se encuentran las unidades funcionales del riñón, llamadas nefronas.

La orina formada en las nefronas (**Figura 2**), se drena en conductos papilares a través de la papila renal. A su vez, los conductos papilares drenan la orina en estructuras llamadas cálices menores y mayores. El cáliz menor envía la orina a una cavidad única, la pelvis renal, luego se dirige por el uréter a la vejiga urinaria.

Dentro del riñón, el hilio se abre en una cavidad conocida como seno renal, este contiene parte de la pelvis, los cálices, ramas de vasos sanguíneos y nervios renales. Gracias al tejido adiposo, se estabiliza la posición de estas estructuras.¹

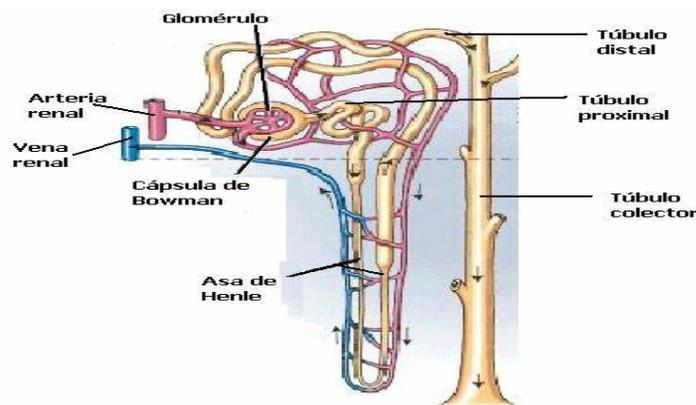




Figura 2.- Estructura de la nefrona

(Tomado de www.fisiologíaclínica T.L.C; Doctora Tania Robles G)

1.1.2.1 LA NEFRONA

Las nefronas constituyen las unidades funcionales del riñón (**Figura 2**). Se pueden diferenciar dos partes: el corpúsculo renal, para filtrar el plasma sanguíneo y el túbulo renal, al cual pasa el líquido filtrado. El corpúsculo consta de un glomérulo (red capilar) y la cápsula glomerular (cápsula de Bowman), es una capa epitelial que rodea a capilares glomerulares.

Las partes de los túbulos son: 1) túbulo contorneado proximal, 2) asa de Henle, 3) túbulo contorneado distal.

Los riñones reciben entre el 20% y 25% del gasto cardíaco de reposo, por medio de las arterias renales derecha e izquierda. El flujo sanguíneo renal normal es aproximadamente de 1200 ml por minuto.

Una arteriola aferente llega a cada nefrona, esta se divide en una red capilar en forma de ovillo, que constituye el glomérulo. La unión de los capilares glomerulares forma la arteriola aferente que se encarga de transportar la sangre fuera del glomérulo.

A través de la vena renal que sale por el hilio y termina en la vena cava inferior, la sangre puede abandonar el riñón.

1.1.2.2 URÉTERES

Los uréteres se encargan de transportar la orina desde la pelvis renal hasta la vejiga, mediante contracciones peristálticas de sus unidades musculares, aunque para aquello también influye la presión hidrostática y la edad.

Cada uréter puede medir entre 25 y 30 cm de largo, y varía entre 1 y 10 mm de ancho a lo largo de su trayectoria desde la pelvis renal hacia la vejiga. Los uréteres al igual que los riñones, son retroperitoneales. (**Figura 4**)

Si la vejiga se comienza a llenar, la presión interior que ejerce comprime los orificios oblicuos de los uréteres, así se impide el reflujo de orina hacia los uréteres. Una infección se puede dar cuando estos esfínteres no funcionan correctamente, y las bacterias pueden desplazarse hacia arriba, infectando uno o ambos riñones.

Los uréteres están formados por tres capas de tejido. La capa externa de fibras musculares lisas o serosas, la capa intermedia muscular y la capa más profunda, la mucosa. **(Figura 3)**

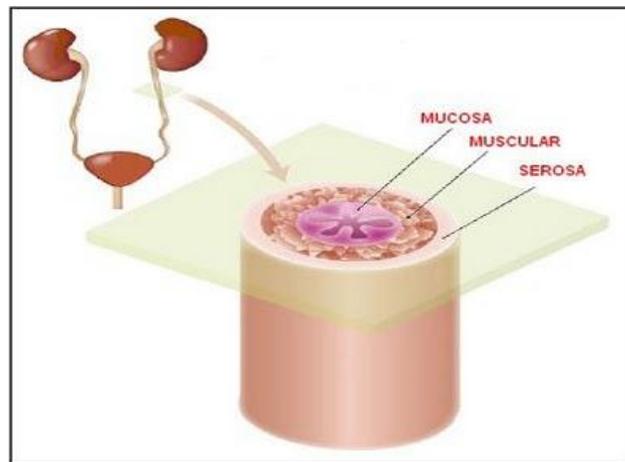


Figura 3.- Capas de tejido que conforma los uréteres.

(Tomado de <http://estudiosistemasbiologicos.blogspot.com>; Katusca contreras)

1.1.2.3 VEJIGA URINARIA Y URETRA

Se localiza en la parte posterior de la sínfisis del pubis, en la cavidad pelviana **(Figura 4)**. Caracterizado por ser un órgano hueco, cuando los repliegues de la vejiga se distienden, por lo general por la acumulación de orina, adquiere una forma esférica, y asciende hacia la cavidad abdominal. La vejiga urinaria tiene una capacidad promedio de 700 a 800 ml.

La uretra en hombres y en mujeres, es la parte final del aparato urinario. Es un pequeño conducto que va desde el orificio uretral interno en el piso de la vejiga hacia el



exterior del cuerpo. **(Figura 4)**. La pared uretral está conformada por dos capas: una mucosa profunda y una muscular superficial.

En mujeres, la uretra se predispone en forma oblicua hacia adelante, mide aproximadamente 4 cm de longitud. El meato urinario u orificio uretral externo, se encuentra entre el clítoris y el orificio externo de la vagina.

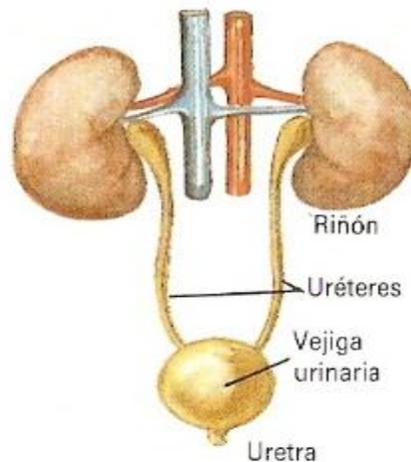


Figura 4.- Esquema anatómico de uréteres, vejiga y uretra.

(Tomado de <http://estudiosistemasbiologicos.blogspot.com>; Katusca contreras)

1.1.3. GENERALIDADES DE LA FISIOLÓGÍA RENAL

La producción de orina en las nefronas y túbulos colectores involucra tres procesos básicos:

A) Filtración glomerular: es el volumen de filtrado que se obtiene en los corpúsculos renales por minuto. Gran cantidad de solutos y agua del plasma sanguíneo, pasan a través de la pared de los capilares glomerulares hasta la cápsula de Bowman, para luego ir hacia el túbulo renal. La filtración glomerular normal en promedio es de 125 ml/min en hombres y 105 ml/min en mujeres.



B) Reabsorción tubular: cerca del 99 % del agua filtrada y varios solutos útiles, puede ser reabsorbido por las células tubulares.

C) Secreción tubular: sustancias como desechos metabólicos, fármacos e iones en exceso, son eliminadas con la orina.

1.1.4. GENERALIDADES DE LA FUNCIÓN RENAL

Los riñones tienen varias funciones, como son:

- a) Regulación de la composición iónica de la sangre: especialmente sodio, potasio, calcio, cloruro y fosfato.
- b) Regulación del pH sanguíneo: para amortiguar los H^+ de la sangre, los riñones se encargan de excretar iones hidrógeno (H^+) hacia la orina y conservar iones bicarbonato (HCO_3^-).
- c) Regulación del volumen plasmático: debido a una elevación del volumen plasmático, puede darse un aumento de la presión arterial. Para regular este proceso, el riñón se encarga de conservar o eliminar agua por la orina.
- d) Regulación de la presión arterial: en el riñón se secreta la renina, encargada de activar el sistema renina - angiotensina - aldosterona, que ayuda a regular la presión sanguínea y equilibrar el volumen extracelular.
- e) Mantenimiento de la osmolaridad sanguínea: mediante la regulación de la concentración de agua y solutos en la orina, los riñones pueden mantener la osmolaridad sanguínea constante, cerca de 30 miliosmoles por litro.
- f) Producción de hormonas: en los riñones se produce el calcitrol, la forma activa de la vitamina D, y la eritropoyetina que estimula la producción de glóbulos rojos.
- g) Regulación de la concentración de glucosa sanguínea: al igual que el hígado, los riñones son capaces de usar la glutamina para iniciar la gluconeogénesis, y liberar glucosa a la sangre para mantener su nivel normal.
- h) Excreción de desechos y sustancias extrañas: algunos productos de reacciones metabólicas en el organismo, como el amoníaco y la urea de la desaminación de los aminoácidos, la bilirrubina, la creatinina, el ácido úrico, residuos que no



pertenecen a la dieta, fármacos, toxinas ambientales, son productos de desecho que se eliminan a través de la orina.

1.1.5. CARACTERÍSTICAS DE LA ORINA NORMAL

Volumen: normalmente se produce uno a dos litros en 24 horas, puede variar por diversas causas.

Color: el color característico de la orina normal es amarillo o ámbar, varía por la dieta y por la concentración. Los urocromos (pigmento producido por la degradación de la bilis) y la urobilina (por degradación de la hemoglobina), dan color a la orina. En ciertas patologías como cálculos renales, se puede producir orina sanguinolenta.

Olor: adquiere un olor a amoníaco cuando reposa por un tiempo, pero por lo general es poco aromática. En las pacientes diabéticos, la orina toma un olor frutal, debido a los cuerpos cetónicos.

pH: según la dieta puede variar notablemente. Fluctúa entre 4.6 y 8.0.

Densidad: en la orina, varía de 1.001 a 1.035, cuanto más alta es la concentración de solutos, mayor es la densidad.

1.1.6. CONSTITUYENTES ANORMALES DE LA ORINA

Albúmina: la albúmina se encuentra en el plasma normalmente, debido a su gran tamaño, es difícil que pase a través de las fenestraciones capilares. Cuando existe albúmina en la orina en grandes cantidades (albuminuria), se debe a un aumento en la permeabilidad de las membranas de filtración por lesión, patología renal, aumento de la presión arterial o irritación de las células renales por toxinas bacterianas, éter o metales pesados.

Glucosa: la presencia de glucosa en la orina se la conoce como glucosuria, la patología asociada más frecuentemente es la diabetes mellitus. Puede ser ocasionada



también por estrés, se secretan grandes cantidades de adrenalina que estimula la degradación del glucógeno y la liberación de glucosa por el hígado.

Glóbulos rojos: cuando se evidencia hematuria, por lo general indica una patología. Frecuentemente es asociado a inflamación aguda de los órganos urinarios o a irritación por cálculos renales. Otras patologías que inducen hematuria son tumores, traumatismos, enfermedades renales, o posiblemente contaminación de la orina por sangre menstrual.

Urobilinógeno: el aumento de urobilinógeno en orina (urobilinogenuria), puede deberse a diferentes causas como: anemia perniciosa, hepatitis infecciosa, obstrucción biliar, ictericia, cirrosis, insuficiencia cardíaca congestiva o mononucleosis infecciosa.

Cilindros: son pequeñas masas proteínicas que al endurecerse pueden tomar la forma de la luz del túbulo en el que se formó. Posteriormente es arrastrado fuera del túbulo. Los cilindros adquieren su nombre por el tipo de células del que están formados o por el aspecto que presentan.

Microorganismos: según la infección al tracto urinario específico, varía el tipo de microorganismo y la cantidad. El microorganismo más frecuentemente aislado es la *E. coli*, el hongo más común es la *Candida albicans*, causante de la vaginitis y el protozoo de mayor importancia en estas infecciones es *Trichomona vaginalis*, causante de vaginitis en mujeres y uretritis en hombres. ¹

1.2. INFECCIÓN DE LAS VÍAS URINARIAS DURANTE EL EMBARAZO

1.2.1. DEFINICIÓN

La infección al tracto urinario (ITU) abarca varios trastornos clínicos, desde una bacteriuria asintomática hasta una infección renal que puede inducir a sepsis. Esta patología hace referencia a invasión y multiplicación de microorganismos en el tracto urinario, por lo que debería diagnosticarse y tratarse lo antes posible para evitar daño renal. ²



En el período de gestación, la infección urinaria es una de las complicaciones más comunes, y la infección bacteriana es la que más incidencia tiene, no obstante hay grupos de pacientes en los que la frecuencia es mayor, como son las diabéticas, estrato socioeconómico bajo y mujeres con historia de infección urinaria previa.¹

1.2.2. EPIDEMIOLOGÍA

La prevalencia de ITU aumenta de manera considerable en mujeres jóvenes. Aproximadamente 30 % de las mujeres en alguna etapa de su vida presentan sintomatología relacionada con infección al tracto urinario. La disuria (sensación de quemazón durante la micción), con cerca del 40 % de los casos, es el síntoma que más aqueja a las pacientes. Puede estar acompañado con polaquiuria, tenesmo vesical, fiebre o postración.⁴

1.3. CAMBIOS FISIOLÓGICOS Y ANATÓMICOS DEL TRACTO URINARIO DURANTE EL EMBARAZO

La elevada frecuencia de ITU en el embarazo, se debe en gran medida a los cambios anatómicos y fisiológicos que sufre el tracto urinario prácticamente desde el inicio de la gestación. Factores importantes para la infección pueden ser el corto tamaño de la uretra en las mujeres o la cercanía del ano y del tracto urinario.

Por motivo del aumento de los volúmenes vasculares e intersticiales debido a la retención hídrica generada desde las primeras semanas de embarazo hasta el séptimo mes, los riñones aumentan su tamaño aproximadamente 1 cm.

Generalmente desde la séptima semana, el peristaltismo uretral tiene mayor lentitud, debido a un aumento de la presión ejercida por el útero grávido sobre los uréteres; otro motivo es la parte hormonal, la progesterona proporciona un efecto relajante sobre la musculatura lisa uretral y vesical, por lo que se presenta dilatación de los sistemas colectores renales y los uréteres.



Por efecto hormonal, la vejiga también sufre un estado de relajación. Al final del embarazo, se puede almacenar hasta el doble de la capacidad normal de orina, esto favorece la infección por el residuo miccional que contiene.

Existe también incrementos pasajeros en la filtración glomerular y flujo plasmático renal, al aumentar estos parámetros, también se incrementa la presencia de otras sustancias en la orina, como aminoácidos y glucosa. Así, la orina se convierte en un buen medio de cultivo para bacterias. Por la elevación de la filtración glomerular, puede haber incluso proteinuria, en el embarazo un valor normal puede llegar hasta 300 mg en 24h.

Por motivos como la presencia de líquido amniótico en la vagina por ruptura de membranas, o por una vaginosis bacteriana, se puede alterar el pH ácido normal de la vagina que constituye un mecanismo de defensa contra la colonización bacteriana.¹

1.4. ETIOLOGÍA.

Por lo general, son las enterobacterias la causa más frecuente de infección. Colonizan el periné, vestíbulo vaginal, para luego causar infección al ascender por la uretra. Otras causas de infección menos frecuentes son:

- Diseminación hematógena: más común en pacientes inmunodeprimidos y neonatos, los patógenos más fácilmente aislados que pasan por el torrente sanguíneo e infectan el tracto urinario son: *Staphylococcus aureus*, especies *Cándida* y *Mycobacterium tuberculosis*.
- En abscesos intraperitoneales o vesicointestinales o con fisuras vesicovaginales, las bacterias pueden propagarse desde los órganos adyacentes al tracto urinario.³



1.5. PATÓGENOS CAUSALES

E. coli es la bacteria causante de aproximadamente el 80 % de casos de cistitis y pielonefritis no complicadas. La mayoría de cepas patógenas son del serogrupo O (O1, O2, O4, O6, O7, O75 y el O150).¹

Los uropatógenos menos representativos pertenecen a las especies de: *Klebsiella*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, **Tabla 1**. *Pseudomonas* y *Staphylococcus* son adquiridas más frecuentemente a nivel hospitalario. *Staphylococcus saprophyticus*, en ocasiones puede causar ITU no complicada en mujeres jóvenes. Entre la flora normal periuretral encontramos: bacterias anaeróbicas, lactobacilos, corinebacterias, Estreptococos (no incluyen Enterococos) y *Staphylococcus epidermidis*.³ **Tabla 2**

En la tabla 1 se enumera los uropatógenos comunes aislados en mujeres embarazadas con pielonefritis.

BACTERIA	PORCENTAJE (%)
<i>Escherichia coli</i>	86
<i>Proteus mirabilis</i>	4
<i>Klebsiella spp.</i>	4
<i>Enterobacter spp.</i>	3
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	2
Estreptococo beta hemolítico del grupo B	1

Tabla 1.- Fuente: Millar Lk, Wing DA, Paul RH, et al, Outpatient treatment of pyelonefritis in pregnancy: a randomized cotrolied trial. Obstret Gynecol ; Estados Unidos, 2004; page 560-564

En la tabla 2 enumeran las bacterias involucradas en ITU

<p>AEROBIOS</p> <p>Estreptococos de los grupos A,B y D</p> <p>Enterococo</p> <p>Bacterias Gram negativas: <i>Escherichia coli</i>, <i>Klebsiella</i> y <i>Proteus</i></p>
--



<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> <i>Gardnerella vaginalis</i>
ANAEROBIOS Especies de <i>Peptococcus</i> Especies de <i>Peptostreptococcus</i> Grupo de <i>Bacteroides fragilis</i> Especies de <i>Clostridium</i> Especies de <i>Fusobacterium</i> Especies de <i>Mobiluncus</i>
OTROS Especies de <i>Mycoplasma</i> Chlamydia <i>Trachomatis</i> Neisseria <i>Gonorrhoeae</i>

Tabla 2. Fuente: Urología general de Smith, Emil A.Tanagho, Jack W.McAninch, 14va Edición, editorial el manual moderno; 2009.

1.5.1. ENTEROBACTERIACEAS

Son microorganismos aeróbicos o anaeróbicos facultativos, pueden fermentar varios carbohidratos, su estructura antigénica es muy compleja, son capaces de producir varias toxinas y factores de virulencia. Son llamadas también coliformes.

Clasificación

Constituye el grupo más común de bacterias aisladas en laboratorio clínico, junto con estreptococos y estafilococos. Hay cerca de 25 géneros y 110 especies o grupos.



La familia *Enterobacteriaceae* son bacilos Gram negativos, algunas especies poseen buena motilidad por flagelos peritricos, otras son carentes de motilidad; pueden desarrollarse sobre peptonas o medios con extracto de carne sin adición de cloruro de sodio ni otros complementos, en condiciones aeróbicas y anaeróbicas (anaerobios facultativos); capaces de fermentar la glucosa, con frecuencia producen gas; son catalasa positivos, oxidasa negativos y la mayoría reducen el nitrato a nitrito.

Morfología e identificación

A. Cultivo

La mayoría de bacterias entéricas, entre la que figura la *E.coli* principalmente, forman colonias lisas, con bordes bien diferenciados, convexas, algunas cepas de *E. coli* pueden producir hemólisis en agar sangre. Por su parte, las colonias de *Enterobacter* son un poco más mucoides que las anteriores. *Klebsiella* presenta sus colonias grandes, muy mucoides, cuando hay una incubación prolongada, las colonias tienden a confluír entre sí.

B. Características del crecimiento.

Para la identificación de una enterobacteria específica, se puede emplear la diferenciación bioquímica, como también la fermentación de carbohidratos o la actividad de los aminoácidos descarboxilasas y otras enzimas. Otras pruebas, por ejemplo producción de indol a partir de triptófano, se utiliza regularmente en sistemas de identificación rápida, en tanto que pruebas como la reacción de Voges Proskauer se usa con menor frecuencia. Los cultivos con medios diferenciales (por ej. EMB), sirven para distinguir rápidamente las colonias fermentadores de lactosa de las no fermentadoras, se han diseñado varios medios complejos para la identificación de las enterobacterias.

Escherichia coli: generalmente se observa reacción positiva para indol, lisina descarboxilasa y fermentación del manitol, produce gas a partir de la glucosa. Colonias aisladas a partir de muestras de orina, pueden identificarse de una manera presuntiva



como *E.coli*, por la hemólisis sobre agar sangre o colonias con brillo metálico sobre un medio diferencial como EMB.

Grupo *Klebsiella - Enterobacter - Serratia*: especies de *Klebsiella* se desarrollan como colonias grandes mucoides, ausencia de motilidad, la mayoría dan pruebas positivas para lisina descarboxilasa y citrato. Con gran parte de especies de *Enterobacter* se obtiene resultado positivo en las pruebas de motilidad, citrato, y lisina descarboxilasa, producen gas a partir de la glucosa. *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Serratia* suelen presentar reacción de Voges Proskauer positiva.

Grupo *Proteus - Morganella - Providencia*: las especies de este grupo desaminan la fenilalanina, tienen motilidad, crecen sobre medio de cianuro de potasio y fermentan la xilosa. En las especies de *Proteus*, gracias a sus flagelos peritricos es fácil observar como resultado el swarming sobre medio sólido, a menos que se inhiban por sustancias químicas como alcohol feniletílico o medio CLED. Las especies de *Proteus* y *Morganella morganii* son positivas a la prueba de la ureasa, en cambio que las especies de *Providencia* son ureasa negativos. El grupo *Proteus- Providencia* es capaz de fermentar la lactosa lentamente o no la fermenta en absoluto. *Proteus mirabilis* es más susceptible a antimicrobianos, incluso las penicilinas, en comparación con otras especies del grupo.

Citrobacter: son positivos a citrato y se diferencian de *Salmonella* en que no pueden descarboxilar la lisina. Si fermentan la lactosa lo hacen muy lentamente.

Otras enterobacterias: otros géneros no tan frecuentes que han sido identificados son *Hafnia*, *Yersinia*, entre otros.

Patogénesis y datos clínicos

Los síntomas y signos no son específicos para un tipo de bacteria.

a. *E.coli*



Como ya se ha mencionado, *E.coli* es la causa más frecuente de ITU. Los síntomas y signos característicos son: poliuria, disuria, hematuria y piuria. Si la infección ha avanzado a la parte superior del aparato urinario, se lo vincula con dolor del flanco.

La *E. coli* nefropatógena puede producir una hemolisina. La mayoría de infecciones por esta bacteria, se debe al antígeno O de *E. coli*. En la patogénesis de infección del tracto urinario superior, el antígeno K es de importancia.

La pielonefritis se asocia con la unión de un tipo de pili específico (pili P), con la sustancia P del grupo sanguíneo.

b. Klebsiella- Enterobacter- Serratia; Proteus- Morganella- Providencia; Citrobacter

La patogénesis causada por estos tipos de bacterias se asemeja a la provocada por *E.coli*.

Klebsiella: suele provocar infección del aparato urinario, en casos mayores puede avanzar hasta bacteriemia a partir de lesiones focales en pacientes inmunodeprimidos.

Enterobacter aerogenes: posee cápsula pequeña, se lo puede encontrar libremente y también en el intestino, causa infecciones de las vías urinarias y sepsis

Serratia: *S. marcescens* es hallado más frecuentemente a nivel hospitalario, por lo que es un patógeno oportunista.

Proteus: este género causa infección al salir del tracto intestinal. De interés en esta investigación fue *P. mirabilis*, que produce ITU y otras infecciones ocasionalmente; *P. vulgaris* y *Morganella morganii* son patógenos nosocomiales importantes. Son ureasa positivas, por lo que producen orina alcalina al liberar amonio por la hidrólisis de la urea; el pH alcalino induce la producción de cálculos renales. La invasión del tracto urinario, se atribuye a su rápida motilidad.



Providencia: son parte de la flora normal del intestino. Fuera de este, pueden causar infección al tracto urinario u otras infecciones. La mayoría de especies, son fuertemente resistentes a terapia antimicrobiana.

1.5.3. ESTREPTOCOCOS

El género *Streptococcus* es un grupo de microorganismos cocos Gram positivos en forma de parejas o en cadenas. En su mayoría son anaerobios facultativos cuyo aislamiento requiere el uso de medios enriquecidos con sangre o suero, capaces de fermentar hidratos de carbono, proceso que produce ácido láctico, son catalasa negativos (a diferencia de las especies del género *Staphylococcus*.)

Estos microorganismos se deben identificar a través de pruebas bioquímicas, en este proyecto investigativo es importante centrarse en Estreptococos del grupo B: *Streptococcus agalactiae* ya que su patogenicidad en el embarazo puede ser grave para el neonato.

1.5.3.1 Streptococcus agalactiae

S. agalactiae es la única especie portadora del antígeno del grupo B. Se conoce por su destacada causa de septicemia, neumonía y meningitis en recién nacidos y provocar enfermedad grave en los adultos; de ahí la importancia de ser detectada en el embarazo.

Estructura

Los Estreptococos del grupo B son cocos Gram positivos que forman cadenas en muestras clínicas y cadenas más largas en cultivo, crecen bien en los medios enriquecidos como agar sangre, tienen un aspecto mantecoso y una estrecha zona de β -hemólisis.

Las cepas de *S. agalactiae* se clasifican en función de tres marcadores serológicos: 1) el antígeno B o el antígeno polisacárido de la pared celular específico de grupo, el cual está compuesto de ramnosa, N-acetilglucosamina y galactosa, 2) los polisacáridos



de cápsula específicos de tipo: Ia, Ia/c, Ib/c, II, Iie, III a VIII, 3) la proteína de superficie conocida como proteína C. Los polisacáridos específicos de importancia epidemiológica son los serotipos III y V ya que se asocian con enfermedad al colonizar el organismo.

Patogenia e inmunidad

Como se sabe la acción de los anticuerpos frente a los antígenos capsulares específicos de los Estreptococos del grupo B son determinantes por su acción protectora, ya que en ausencia de anticuerpos maternos, el neonato tiene riesgo de contraer la infección.

Se ha relacionado que la colonización genital por Estreptococos del grupo B propende a mayor riesgo de parto prematuro y a su vez los niños prematuros poseen mayor vulnerabilidad. La eliminación de los Estreptococos del grupo B requiere la activación de las rutas III y V del complemento, los niños prematuros colonizados con valores de complemento fisiológicamente bajos tienen una mayor probabilidad de diseminación sistémica del microorganismo, sin tomar en cuenta que los polisacáridos capsulares específicos de tipo Ib y II poseen un residuo terminal de ácido siálico, que inhibe la activación de la ruta alternativa de complemento, evitando así la fagocitosis de estas cepas.

Epidemiología

Los Estreptococos del grupo B colonizan el aparato digestivo inferior y el aparato genitourinario.

“Entre un 10 % y un 30 % de las embarazadas presenta un estado transitorio de portadora vaginal, aunque la incidencia depende del momento de la gestación en el que se toma la muestra y las técnicas de cultivo utilizadas. En las mujeres no gestantes se ha observado una incidencia similar.”¹

Enfermedades clínicas



En las infecciones producidas en mujeres embarazadas, el pronóstico es favorable ya que reciben tratamiento apropiado sumado a su buen estado de salud, no así la enfermedad neonatal, cuyo comienzo se da a lo largo de la primera semana de vida y puede caracterizarse por bacteriemia, neumonía o meningitis y confundirse con septicemia producida por otros microorganismos. En la mayoría de los niños se observa afectación pulmonar, la afectación meníngea puede no ser aparente inicialmente, por lo que el médico debe realizar un examen del líquido cefalorraquídeo en todos los neonatos con sospecha de infección.

Diagnóstico de laboratorio

Cultivo e identificación.

Estreptococos del grupo B, pueden crecer fácilmente en un medio de cultivo enriquecido como agar sangre de carnero, produciendo colonias grandes después de 24 horas de incubación a 35 - 37 °C. Para identificar *Streptococcus agalactiae* se realiza la prueba de CAMP que consiste en inocular cepas de *Staphylococcus aureus* (sembrado desde la parte superior hacia la parte inferior de la placa de agar sangre), el cual produce β - hemolisina, que actúa de forma sinérgica al ser expuestos con el factor CAMP del grupo B, obteniendo un resultado positivo al hemolizar los glóbulos rojos del medio. ⁵ (figura 5). (ANEXO 6).

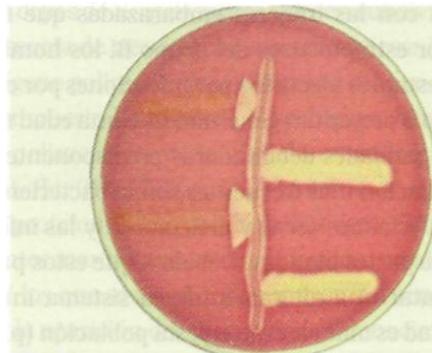


Figura 5. Reacción de CAMP (Christie, Atkins, Munch-Petersen)



1.6. DEFENSA DEL HUÉSPED

Las defensas más importantes son:

- Flujo urinario libre de obstrucciones, el arrastre de las bacterias es esencial para prevención de ITU
- Las características de la orina como la osmolalidad, concentración de urea, concentración ácida orgánica y pH, inhiben el crecimiento y la colonización bacteriana.
- Factores que inhiben la adherencia bacteriana como la glucoproteína de Tamm – Horsfall (THG), secretada por las células en la rama ascendente del asa de Henle, a través de sus cadenas laterales que contienen manosa, se une fuertemente a las *E.coli* que poseen fimbrias I y tipo S precipitándolas y evitando así la adherencia al tracto urinario. ¹
- El epitelio que recubre las vías urinarias además de servir como barrera física también tiene la capacidad de estimular de manera innata las defensas del huésped, por medio de los receptores *toll-like* (TLR) de las células uroepiteliales que reconocen la bacteria y secretan quimioatrayentes como la IL- 8, reclutando de este modo neutrófilos hacia el área y limitando la invasión a tejidos. ³
- La flora normal del área periuretral compuesta de *Lactobacillus* proporciona una defensa contra la colonización de bacterias uropatógenas
- Las secreciones vaginales normalmente poseen anticuerpos que de alguna manera disminuye el grado de colonización.
- Existe en la vejiga una molécula de glicosaminoglicano que recubre la mucosa y evita la adherencia bacteriana, la remoción de esta sustancia con ácido aumenta hasta 50 veces la adherencia de las bacterias a la células de la mucosa vesical, cuando esto sucede se dispara una respuesta inflamatoria local responsable de los síntomas. ¹



Sin embargo, las respuestas inflamatorias pueden conducir a daño tisular y celular con desarrollo secundario de cicatrización, pudiéndose desarrollar estados patológicos como hipertensión, preeclampsia durante el embarazo e insuficiencia renal.

1.7. CLASIFICACIÓN

Según la localización, la infección se denomina: **cistitis**, definida como la infección localizada en la vejiga; **pielonefritis aguda (PNA)**, que es el compromiso bacteriano agudo del parénquima renal; **pielonefritis crónica**, que suele usarse indistintamente para: a) determinadas lesiones histológicas renales, b) alteraciones en un riñón pequeño, cálices deformados y retracción cortical en la zona correspondiente del contorno renal (cicatriz renal), c) frecuentes recurrencias de la infección o excreción continua de bacterias por la orina; **uretritis**, es la inflamación de la uretra; **bacteriurias asintomáticas**: cultivo significativo de gérmenes en la orina sin sintomatología clínica.⁶

1.8. CUADRO CLÍNICO

Como se describió en la clasificación de la ITU, básicamente en el embarazo debe hablarse de 3 entidades con epidemiología, curso, tratamiento, pronóstico y gravedad diferentes: la bacteriuria asintomática, la cistitis y la pielonefritis.

1.8.1. BACTERIURIA ASINTOMÁTICA

La bacteriuria asintomática se da como consecuencia del ingreso de patógenos en la vejiga sin que cause sintomatología, por lo general estos microorganismos son eliminados por las defensas del huésped, si persistieren por tiempos prolongados existiera infección sintomática. “Su incidencia es igual en mujeres embarazadas y en no gestantes. Estudios realizados con catéteres, intentado ubicar el origen de la



bacteriuria demostraron que ésta provenía del tracto urinario alto en el 44% de las mujeres embarazadas y en el 50% de las no embarazadas”¹

Diagnóstico para bacteriuria asintomática.

Los estudios diagnóstico más utilizados son análisis de orina y urocultivos.

Análisis de orina

La presencia de piuria (más de ocho leucocitos por campo) en el sedimento urinario, y de cilindros leucocitarios es específica en infección alta, si bien su ausencia no la descarta. La hematuria evidencia con firmeza que no hay uretritis.⁴

Urocultivo

Se hace el diagnóstico de bacteriuria asintomática cuando se cultivan más de 10^5 UFC/ml de un solo agente uropatógeno en dos muestras consecutivas de la primera orina de la mañana, como ya se explicará con mayor detalle en la capítulo 2.

Tratamiento bacteriuria asintomática.

El principal objetivo del tratamiento es mantener la orina lo más estéril posible durante todo el período de gestación y así evitar las complicaciones asociadas a la infección urinaria. Según autores (Jesús de los Ríos Osorio, Soledad de los Ríos Osorio), el tratamiento adecuado de la bacteriuria asintomática durante el embarazo disminuye la incidencia de pielonefritis aguda del 30% al 3%.

El tratamiento antibiótico de la bacteriuria asintomática reduce la tasa de persistencia desde 86% en las no tratadas y hasta el 11% en las tratadas, por su parte en la mujer gestante se reduce el riesgo de pielonefritis en un 80% cuando se trata de bacteriuria.

La bacteriuria asintomática tienden a recurrir a la segunda semana post tratamiento, por lo que debe realizarse un urocultivo 1 a 2 semanas después de terminado el mismo y luego regularmente cada mes durante el resto del embarazo.



1.8.2. CISTITIS

“Se ha determinado que las bacterias causantes de cistitis se encuentran exclusivamente en el tracto urinario inferior en más del 95% de los casos”. Las bacterias infectantes causantes de pielonefritis son similares.

Diagnóstico para cistitis

Los síntomas clásicos: disuria, polaquiuria, tenesmo, urgencia y dolor suprapúbico. Debe corroborarse con el citoquímico de orina que mostrará piuria y bacterias, pero más importante aún es el urocultivo que sigue siendo el método de elección para el diagnóstico.

En mujeres sintomáticas, se hace diagnóstico de cistitis aun con recuentos tan bajos como de 100 UFC/ml.

Tratamiento.

Normalmente se ha empleado esquemas de 5 a 7 días de tratamiento antibacteriano. Hoy en día, existe la tendencia de reducir el período de tratamiento con esquemas de 1, 3 o 4 días por ser menos costosos, tener menos efectos secundarios y lograr mejores porcentajes de adhesión al tratamiento. La tasa de recurrencia de cistitis durante el embarazo es baja, menor del 10%

1.8.3. PIELONEFRITIS

La pielonefritis es una infección a las vías urinarias altas cuya enfermedad ha alcanzado la pelvis renal. Normalmente, los microorganismos ascienden desde la vejiga hasta el parénquima renal.

“Ocurre en el 1 a 2% de las mujeres embarazadas. Su incidencia, depende en gran medida de la presencia previa de bacteriuria asintomática y de si ésta ha sido o no tratada. De las pacientes embarazadas que presentan pielonefritis, ésta ocurre



anteparto en 73%, intraparto en 8% y posparto en 19%. De las que la presentan anteparto, el 90% lo hacen durante el segundo y tercer trimestre, cuando la obstrucción y la dilatación del sistema son máximas.”¹

Diagnóstico pielonefritis.

Los síntomas clínicos están dados por malestar general, escalofríos, fiebre, dolor en el flanco, náuseas, vómito y acompañado de sintomatología urinaria baja, hasta signos evidentes de choque séptico o insuficiencia respiratoria.

Los cilindros leucocitarios están presentes en gran cantidad de casos de pielonefritis. Existe piuria, microhematuria, los nitritos en orina puede o no dar reacción positiva.

En el hemograma de pacientes con pielonefritis aguda por lo general se aprecia anemia leve, con leucocitosis marcada, generalmente mayor de $15000/\text{mm}^3$, aumento ostensible de polimorfonucleares neutrófilos. Hay aumento de la velocidad de sedimentación eritrocitaria y en los casos graves pudiendo verse granulaciones tóxicas en el interior de los leucocitos.

Existe una elevación notoria de la PCR. Si al cabo de 2 a 3 días de terapia antibiótica la paciente sigue sintomática el médico intuye una complicación, por tanto, una ecografía renal descartará abscesos renales u obstrucciones del tracto urinario altos que intensifiquen infección.

Tratamiento

Requiere hospitalización, con el fin de recibir antibiótico intravenoso al menos por 48 a 72 h, al cabo de este período, más del 85% estarán afebriles pudiendo así continuar el tratamiento ambulatorio por vía oral.

Es importante que todas las pacientes embarazadas con antecedentes de infecciones recurrentes deban realizarse urocultivos periódicos para observar la recurrencia o la persistencia de la infección.



Complicaciones

“Aunque hasta en el 15% de las embarazadas con pielonefritis se confirma bacteriuria, para fortuna menos del 3% desarrollan un verdadero choque séptico”

El daño pulmonar es provocado por las endotoxinas bacterianas que alteran la permeabilidad de la membrana alveolocapilar, permitiendo así el paso del líquido del espacio intravascular al intersticio pulmonar.

A diferencia de la cistitis y de la bacteriuria asintomática, la relación entre pielonefritis, parto pretérmino y bajo peso al nacer parece ser fuerte, pero aun no es del todo contundente a la luz de la medicina. ¹

1.9. TRATAMIENTO EN EMBARAZO

Se debe tener sumo cuidado al administrar sustancias potencialmente peligrosas para el feto en desarrollo.

Por fortuna en el caso de ITU se dispone de múltiples esquemas de tratamiento para elegir un fármaco cuyo efecto no tenga consecuencias importantes sobre el binomio madre feto.

En la **tabla 3** (OPS año 2012) se puede observar la clasificación según la FDA de ciertos fármacos que puede o no administrarse en casos de gestación.

Categoría A: No se han demostrado riesgos para el feto es decir se considera seguro en cualquier trimestre de embarazo.

Categoría B: Estudios en animales no han demostrado riesgo fetal, pero no existen estudios en mujeres embarazadas. Por lo general, si se puede usar el uso de estos medicamentos durante el embarazo.

Categoría C: Estudios en animales han demostrado efectos teratógenos pero no hay estudios controlados en mujeres embarazadas. Sin embargo, si los beneficios son superiores al riesgo es justificable su administración.



Categoría D: Evidencia real de riesgo fetal en humanos, debido a estudios que lo corroboran. Sin embargo, si se considera que los beneficios son mayores a los riesgos su administración está justificada.

Categoría X (contraindicado): Estudios en animales y en humanos han demostrado anomalía fetal y el riesgo de utilizar el medicamento durante el embarazo es claramente superior a cualquier posible beneficio.²

CLASIFICACIÓN

Antibióticos	Categoría	Observaciones
Tetraciclinas sistémica	D	Se han asociado a hipospadias hernia inguinal e hipoplasia de alguna extremidad. Alteran el desarrollo de los dientes primitivos.
Quinolonas	C	Se cree que por su mecanismo de acción, podrían tener algunos efectos sobre estructuras fetales, en particular sobre el cartílago en desarrollo
Sulfas	C	Pueden producir ictericia, anemia hemolítica y Kernicterus, al desplazar la bilirrubina de su sitio de unión a la albúmina
Trimetoprim	C	Por su mecanismo de acción, solo se recomienda usarlo cuando los beneficios superan los riesgos
Nitrofurantoina	B	Diversos estudios han demostrado seguridad. Sin embargo puede ocasionar anemia hemolítica en pacientes con deficiencia de glucosa 6- fosfato deshidrogenasa. Los recién nacidos tienen glutatión



		reducido en sus glóbulos rojos, por lo que no se recomienda su administración cerca de su término.
Macrólidos: Eritromicina Azitromicina Claritromicina	B B C	No se han reportado malformaciones asociadas. Sin embargo, la fórmula que contiene estolato de eritromicina, puede causar hepatotoxicidad materna. La claritromicina y la azitromicina pueden utilizarse con mínimo riesgo fetal
Amoxicilina	B	Uno de los medicamentos de elección para tratamiento de ITU
Ampicilina Penicilina	B B	Es segura en los tres trimestres del embarazo
Cefalosporinas	B	De elección en el tratamiento de infecciones al tracto urinario
Clindamicina	B	Puede utilizarse en los tres trimestres, pero por su espectro no es muy utilizado para infecciones del tracto urinario.
Cloranfenicol	C	Puede producirse el síndrome del bebe gris, colapso cardiovascular en el recién nacido
Imipenem	C	su fabricante recomienda no utilizarlo en el embarazo por falta de estudios



Oxacilina	B	Poco útil en infecciones al tracto urinario
Ticarcilina	B	Puede usarse con seguridad en casos de infección por <i>Pseudomona aeruginosa</i>
Vancomicina VO Vancomicina IV	B C	No hay reportes de malformaciones, pero en adultos es frecuente la ototoxicidad
Aminoglucósidos	D	Atraviesan la barrera placentaria y pueden provocar daño fetal

Tabla 3. Clasificación de los fármacos utilizados en ITU según FDA (OPS,2012)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES Y EQUIPOS

2.1.1. MATERIALES

Los principales materiales utilizados se detallan en la tabla 4:

MATERIALES DE LABORATORIO	DE	MARCA	MATERIAL DE OFICINA	DE
---------------------------	----	-------	---------------------	----



- Lámparas de alcohol	RS	- Papel de embalaje
- Cubreobjetos	Inlab	- Hojas A4
- Portaobjetos	Inlab	- Cinta Masking M3
- Probeta de 500 ml y 250 ml	Dagra	- Fósforos
- Erlen Meyer de 500 ml	Boeco y Simax	- Marcador permanente
- Varillas de vidrio	---	- Tijeras
-Tubos de ensayo tapa rosca (10 cm)	(10 cm)	- Lápiz graso
- Tubos de ensayo (10 cm)	---	- Carpeta folder de cartón
- Cajas monopetri y bipetri (15ml)	Fisherbrand LabGlass	-Cuaderno pequeño espiral
- Vasos de precipitación (500 ml)	BD Vacutainer BD Vacutainer	
- Tubos Vacutainer	BD Vacutainer	
- Campana Vacutainer	---	
- Agujas Vacutainer	Primax	
- Cooler	---	
- Frascos de Orina	Zuum	
- Gradillas	Carlitos	
- Algodón	Diamond 7.6 m	
- Hisopos	Rainbow Icepack	
-Papel aluminio	Drocaras	
- Hielos	Drocaras	
- Alcohol antiséptico 70° G	Freire Mejía	
- Alcohol industrial 96° G	Amosan	
- Suero fisiológico	Prehma	
- Gasa	Prehma	
- Mascarilla	Prehma	
- Guantes estériles	Uridiez	
- Cofias	M3	



- Tira reactiva - Cinta de control para esterilidad		
--	--	--

Tabla 4. Materiales utilizados en el estudio de “Prevalencia de infección al tracto urinario en mujeres embarazadas que asisten al control prenatal del Subcentro de Salud Carlos Elizalde”

2.1.2. EQUIPOS

EQUIPO	MARCA
- Centrífuga	Hettich centrifugen (Rotofic 32 A)
- Equipo para análisis de tiras reactivas	Combi Liebherr 13 (Human)
- Microscopio	Oplympus CX21
- Cámara de Flujo Laminar	Labconco clase II tipo A2
- Autoclave	1.-Trident EA 632 2.- Fanem 415/3
- Baño María	Memmert W – B7
- Cocineta	Haceb Em 2
- Refrigeradora	Indurama No Frost
- Estufa	Estufa de Cultura Fanem 002 CB

Tabla 5. Equipos de laboratorio utilizados en el estudio de “Prevalencia de infección al tracto urinario en mujeres embarazadas que asisten al control prenatal del Subcentro de Salud Carlos Elizalde”

2.2 REACTIVOS

REACTIVO	MARCA
Tiras reactivas para orina	Combina 13



Agar base sangre	Himedia M073- 500G
Agar EMB	Merck
Agar CLED	Merck
Agar manitol salado	Scharlau 01-116
Tiras de oxidasa	Mikrobiologie Bactident
Agar kligler	Conda
Agar citrato	Merck
Agar LIA	Difco
Agar urea	Merck
Agar SIM	Biolife
Agar MRVP	Merck
Agar bilis esculina	Merck
Agar NaCl	Merck
Agar Mueller Hinton	BD
Reactivos para tinción de Gram	
Violeta de cristal	Merck
Ioduro de potasio	Merck
Alcohol cetona	Merck
Fucsina	Mallinckrodt
Alfa naftol 5 %	Fisher scientific
Hidróxido de potasio al 40 %	Merck
Reactivo de Erlich	Merck
Rojo de metilo	Merck
Discos de antimicrobianos	Bioanalyse

Tabla 6. Reactivos de laboratorio utilizados en el estudio de “Prevalencia de infección al tracto urinario en mujeres embarazadas que asisten al control prenatal del Subcentro de Salud Carlos Elizalde”



2.3 POBLACIÓN, MUESTREO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

2.3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La recolección de muestras y proceso citoquímico se realizó en el Subcentro de Salud Carlos Elizalde ubicado en la avenida 2 de agosto y Vicente Melo (sector Control Sur) y el cultivo de las mismas se llevaron a cabo en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca, la misma que está ubicada en la avenida 12 de Abril y Agustín Cueva.

2.3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO.

Pacientes en estado de gestación que acuden a control prenatal al Subcentro de Salud Carlos Elizalde.

2.3.3. TIPO DE MUESTREO.

Se realizó un muestreo del tipo probabilístico, aleatorio simple. Todas las pacientes que acuden al Subcentro de Salud Carlos Elizalde, presentaron la misma probabilidad de formar parte del estudio de prevalencia.

2.3.4. TAMAÑO DE MUESTRA.

Se procesaron muestras de orina de 200 pacientes en estado de gestación acorde a la fórmula de tamaño de la muestra según número de población.

$n = N / e^2(N-1) + 1$; donde: n = tamaño de la muestra, N = tamaño de población, e = error admisible.

Se consideró a pacientes en cualquier etapa del embarazo y el transporte se realizó al laboratorio de una forma adecuada (ANEXO 2), con el fin de que el resultado sea el más confiable y verídico posible.

2.3.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.



2.3.5.1. Criterios de inclusión

Formaron parte del estudio todas las mujeres en estado de gestación que hayan firmado su consentimiento (ANEXO 4), salvo las que cumplieron al menos con un criterio de exclusión o no desearon formar parte del estudio.

Se aceptaron las muestras aptas para el cultivo, es decir muestras que fueron tomadas correctamente, la conservación y transporte al laboratorio cumplieron con los parámetros de calidad. (ANEXO 2)

2.3.5.2. Criterios de exclusión.

Mujeres en estado de gestación con antecedentes o riesgo de aborto, pacientes con leucorrea, pacientes con tratamiento antibiótico previo, no formaron parte del estudio.

No se aceptaron de igual manera, muestras que no estuvieron aptas para el cultivo por presentar contaminantes como: fibras de papel, espermatozoides, envases no adecuados, entre otros.

2.4. METODOLOGÍA

2.4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Según el nivel de medición y análisis de la información se realizó una investigación del tipo descriptiva, debido a que se examinaron los datos de manera científica, numérica y estadística para lograr afirmaciones respecto a la población total a partir de la población de estudio.

2.4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es del tipo epidemiológico descriptivo de corte transversal, debido a que se busca obtener una prevalencia con los resultados disponibles.



2.5. TÉCNICAS

2.5.1. Recolección de muestras

En el lugar de trabajo, se explicó a las pacientes cuáles serían las ventajas de someterse al estudio; aceptando su participación mediante un consentimiento informado (ANEXO 4).

Se proporcionó la información adecuada para una correcta toma de muestra (Ver tríptico en ANEXO 1), con el fin de que las mismas cumplan con los parámetros de calidad

2.5.1.1. Muestra limpia del chorro medio

La orina del chorro medio provee una muestra menos contaminada por células epiteliales y bacterianas, por lo tanto, es más representativa que la muestra de orina habitual.

En la mujer, para evitar al máximo la contaminación de la orina por la flora comensal de la vagina, debe efectuarse una limpieza cuidadosa de los genitales externos con un jabón neutro, aclarando bien con agua. Cuando se completa la limpieza, la paciente orina primero en el inodoro, luego recoge una cantidad suficiente de orina en el recipiente estéril y termina de orinar en el inodoro, lo que permite que la parte del chorro urinario elimine al máximo por mecanismo de arrastre la flora normal de la uretra distal. Se debe tener cuidado de no contaminar la muestra del recipiente.⁷

Luego de este proceso, las muestras aptas para cultivo, se receptaron los días Lunes, Martes y Miércoles de 7 am hasta 9 am, en el laboratorio del Subcentro de Salud Carlos Elizalde.

2.5.2. Transporte de Muestra

La muestra para urocultivo debe refrigerarse de 4 a 8 °C, inmediatamente después de recolectada, como en el presente caso el traslado de la muestra demoró más de 15



minutos se utilizó un cooler y hielos (gel), los cuales aseguran una temperatura óptima de conservación, además de un termómetro para el control de temperatura. (Ver foto en ANEXO 2)

2.6. OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA DEL SEDIMENTO URINARIO.

El sedimento de orina se obtuvo centrifugando aproximadamente 10 ml de orina a 3500 rpm durante 5 min, se analizó al microscopio (40 x) tras eliminar el sobrenadante y hacer una preparación del remanente en un portaobjetos.⁸

Principalmente el sedimento se observó con el fin de analizar:

2.6.1. Hematuria.

Con la presencia de hematuria conviene conocer:

- Características de la hematuria si se da por hematíes (procedentes de las vías urinarias) o por sombras hemáticas (proviene a nivel renal)
- Si existen otras alteraciones en el sedimento como cilindros
- Asociada a proteinuria

Grados de hematuria.

- Normal: 1 a 3 por campo de 40x
- Microhematuria: $3 < 100$ por campo de 40x
- Macrohematuria: >100 a 150 por campo de 40x

Causas extrarrenales de hematuria

- Cálculos (uréter, próstata, vejiga)
- Neoplasias
- Infecciones (cistitis, prostatitis, uretritis, tuberculosis, amebiasis)
- Fármacos (anticoagulantes, ciclofosfamida)
- Traumatismos



2.6.2. Leucocituria.

Cuando se observan leucocitos en la orina, conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Signos de infección clínicos (fiebre, disuria) y analíticos (bacteriuria, cultivo).
- Eosinofilia en sangre y eosinófilos en orina (utilizar tinción de Wright)
- En caso de leucocituria crónica o por infecciones frecuentes, descartar posible reflujo vesicouretral.

Causas

- Origen nefrológico: nefritis túbulointersticiales
- Origen urológico: infecciones
-

2.6.3. Células Epiteliales

Proviene de la descamación del tejido epitelial desde los túbulos renales hasta las vías urinarias bajas.

Tipos de células epiteliales.

- Transicionales: debido a tumor de vías urinarias bajas.
- Escamosas: contaminación de origen vaginal

2.6.4. Cilindros.

Son material proteínico moldeado en los túbulos renales, se clasifican según la tabla 7.

Cilindros Simples	Cilindros con inclusiones
a) Hialinos	a) Granulosos
b) Céreos	b) Grasos
	c) Mixtos

Tabla 7. Clasificación de los cilindros observados en sedimento urinario.



2.6.5. Cristales.

Tipos.

- Fosfatos: formados por precipitados en orina alcalina (infecciones urinarias)
- Oxalatos: requieren valoración clínica (intoxicación)
- Uratos: observados en nefropatía úrica
- Cistina: signos característicos de cistinuria.⁸

2.7. TIRA REACTIVA

Esta prueba consiste en un soporte de papel impregnado con diferentes reactivos químicos, que al contacto con la orina produce una reacción colorimétrica en cada sección, que permite la identificación de los elementos químicos, así como el pH y densidad en el examen de orina de rutina.

A continuación, se consideran los parámetros vinculados al tema de investigación.

2.7.1. Fundamento de las reacciones.

Leucocitos: la tira reactiva contiene una sal de diazonio, que al unirse con la fracción liberada por la hidrólisis del carboxilato heterocíclico por las esterasas de los neutrófilos, forma un color violáceo

Nitritos: si existe una reducción de nitratos a nitritos por las reductasas de las bacterias Gram negativas, se observa una coloración rosácea intensa

pH: debido a la combinación de la muestra de orina con el indicador de pH en la tira reactiva, se evidencia una coloración diferente, puede ser naranja, amarillo, verde o turquesa.

Sangre: en presencia de un indicador de peróxido orgánico, el indicador de la tira reactiva es catalizado por la actividad pseudo- peroxidasa de la porción hemo de la hemoglobina.



2.7.2. Interpretación y significado clínico

La interpretación de la tira reactiva se observa en el ANEXO 5

2.8. UROCULTIVO

El urocultivo es la prueba confirmatoria para determinar una infección urinaria desde el punto de vista microbiológico. Un resultado de más de 10^5 UFC/ml, indica positividad. Se puede evitar contaminación vaginal, rectal o perineal, mediante un sondaje vesical o punción suprapúbica, pero para el caso de esta investigación se realizó como ya se indicó en recolección de muestra por la técnica de chorro medio.⁸

2.8.1. SIEMBRA.

Existen numerosos medios de cultivo para sembrar una muestra de orina. La elección del medio debe contemplar la relación costo-beneficio, de tal manera que permita la recuperación de la mayoría de patógenos, en el ANEXO 6 se detallan las técnicas de sembrado de cada medio utilizado que requirió la investigación.

2.9. FUNDAMENTOS DE TÉCNICAS DE SIEMBRA

2.9.1. AGAR SANGRE

Utilizado como medio de cultivo y aislamiento para diversos microorganismos aerobios o anaerobios, útil también para determinar reacción de hemólisis (alfa, beta o gamma). Resulta de una combinación de agar base con el 5 – 10 % de sangre ovina (utilizado en esta investigación), bovina o de caballo. Aporta varios factores de enriquecimiento para bacterias nutricionalmente exigentes. El cloruro de sodio en el medio permite mantener un balance osmótico.⁹

2.9.2. AGAR CLED (BROLACIN)



El agar CLED (cistina- lactosa deficiente de electrolitos), es un medio de cultivo empleado para aislar microorganismos que se encuentran en la orina, debido a la ausencia de electrolitos, impide la proliferación exagerada de especies de *Proteus*.

Contiene varios componentes, entre ellos gelatina, peptonas de caseína que promueve crecimiento de colonias enanas dependientes de cisteína (coliformes), extracto de carne bovina y lactosa que constituye la fuente de energía para bacterias capaces de utilizarla mediante fermentación.

El indicador de pH es el azul de bromotimol, que sirve para identificar a microorganismos fermentadores de lactosa (colonias amarillas) y no fermentadores de lactosa (colonias azules).¹⁰

2.9.3. AGAR MANITOL SALADO

Este medio contiene una alta concentración salina, lo que le permite ser altamente selectivo; entre los componentes de este medio encontramos además extracto de carne, pluripeptona, nitrógeno, vitaminas, minerales, manitol que es el carbohidrato fermentable y el rojo de fenol (indicador de pH)

Los Estafilococos pueden crecer en altas concentraciones de sal, y pueden o no fermentar el manitol. Los Estafilococos coagulasa positiva tienen la capacidad de fermentar el manitol acidificando el medio, así las colonias adquieren una coloración amarillo brillante por la modificación del pH. Mientras que los Estafilococos coagulasa negativos, presentan colonias de color roja o púrpura.¹¹

2.9.4. AGAR EMB (EOSINA – AZUL DE METILENO – LACTOSA – SACAROSA)

Medio empleado para aislamiento de bacilos Gram negativos, que no tengan mayores exigencias nutricionales. Este medio permite el crecimiento de las especies de la familia *Enterobacteriaceae*.



Los indicadores eosina y azul de metileno, ayudan a diferenciar entre microorganismos capaces e incapaces de utilizar la lactosa y/o sacarosa, además poseen un efecto inhibitorio sobre las bacterias Gram positivas; cepas de *Escherichia coli* y *Citrobacter spp*, tienen un característico brillo metálico, lo que las hace específicas para este medio. Se observa que las colonias que son capaces de emplear la lactosa como fuente de energía, adquieren un centro oscuro con periferia azulada o rosada; mientras que las colonias que no lo hacen tienen un centro incoloro.¹²

2.10. TINCIÓN DE GRAM

Esta prueba se fundamenta en la composición que tienen las paredes celulares de las bacterias y su capacidad para retener los colorantes empleados. Las bacterias Gram positivas tienen una pared celular constituida por una capa gruesa de peptidoglucanos con varios enlaces cruzados de ácido teicoico, esta capa ayuda a resistir la decoloración por alcohol durante la tinción, de esta forma toman una coloración violeta; mientras que las bacterias Gram negativas que tienen una capa más delgada de peptidoglucanos, no retienen el violeta de cristal, por lo que adquieren una coloración rosada.

Esta técnica es la principal al momento de realizar el examen microscópico de bacterias; exceptuando microorganismos que están dentro de células huésped (clamidias), las que carecen de pared celular (micoplasma y ureaplasma), o células que no tienen el tamaño suficiente para poder ser observadas con el microscopio óptico (espiroquetas).¹³

2.11. PRUEBAS DE IDENTIFICACIÓN

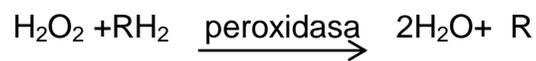
2.11.1. PRUEBA DE LA CATALASA

Esta prueba es utilizada para evidenciar la presencia de las enzimas catalasas en microorganismos. De esta manera, se puede diferenciar los géneros *Streptococcus* de *Staphylococcus*.



Al unirse el oxígeno y las oxidasas de la cadena respiratoria de las bacterias, con las flavoproteínas o proteínas con azufre y hierro reducidas, se producen compuestos tóxicos, el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el radical superóxido O_2^- .

La superóxido dismutasa (SOD) elimina en forma catalítica el anión superóxido y la catalasa elimina el H_2O_2 . Estas enzimas son vitales para la defensa biológica contra la toxicidad del oxígeno.



La catalasa y la SOD se encuentran en la mayoría de bacterias aerobias facultativas que contienen citocromos; a excepción de las especies de *Streptococcus*.¹⁵

2.11.2. PRUEBA DE LA OXIDASA

Se fundamenta en la determinación de la producción bacteriana de una enzima oxidasa intracelular. La reacción de oxidasa se debe a un sistema citocromo oxidasa que activa la oxidación del citocromo reducido por el oxígeno molecular, este actúa como receptor de electrones en la fase terminal del sistema de transferencia de electrones.

Por lo general, el sistema citocromo se encuentra en los microorganismos aerobios, permite utilizar el oxígeno como aceptor final del hidrógeno para reducir el oxígeno molecular a peróxido de hidrógeno. El sistema citocromo oxidasa varía entre las especies bacterianas. Los citocromos distintos de la citocromo oxidasa terminal son enzimas b - c₁ - c, responsables de un resultado positivo en la prueba de oxidasa. Especies de *Pseudomona* y *Neisseria* producen oxidasa que, en presencia de oxígeno, citocromo c y un reactivo para oxidasa, oxida el reactivo a un compuesto coloreado, el indofenol.



Sustratos artificiales pueden ser sustituidos por los aceptores naturales de electrones en la cadena de transporte de electrones. Los colorantes reactivos de la prueba de oxidasa son aceptores artificiales de electrones; la p- fenilendiamina y el indofenol son tanto aceptores como dadores de electrones. Estos sustratos artificiales pueden ser incoloros o coloreados lo cual depende de su estado; la reacción de oxidasa final brinda un producto coloreado.

2.11.3. PRUEBA DE CAMP

Esta prueba se fundamenta en que las especies de *Streptococcus* del grupo B, producen el factor CAMP, una proteína difusible, extracelular y termoestable, que actúa de manera sinérgica con la β - hemolisina del *Staphylococcus aureus* en un medio de agar con sangre bovina u ovina, para lisar los eritrocitos de rumiantes por su sinergismo específico con la esfingomielina C. Esta acción depende de la concentración de factor CAMP en la bacteria y también de una velocidad más lenta de degradación del sustrato causada por dilución de la esfingomielina.

Se realizó esta prueba en el presente estudio para:

- Diferenciar e identificar de manera presuntiva cepas humanas o animales de *Streptococcus* del grupo B (*S. agalactiae*) (reacción positiva) de otras especies de *Streptococcus* (*S. pyogenes*) (reacción negativa), cuando se incuban en aerobiosis o en condiciones reducidas de oxígeno.

Medio de cultivo empleado: Para cultivar las especies de *Streptococcus* deben emplearse como medio de cultivo placas de agar con sangre ovina o bovina, porque son microorganismos exigentes que requieren enriquecimiento adicional para su desarrollo. Debe usarse sangre citratada o defibrinada, ya que con sangre de caballo, conejo, cobayo o humana, la reacción no se da. ¹⁵

2.11.4. PRUEBA DE COAGULASA

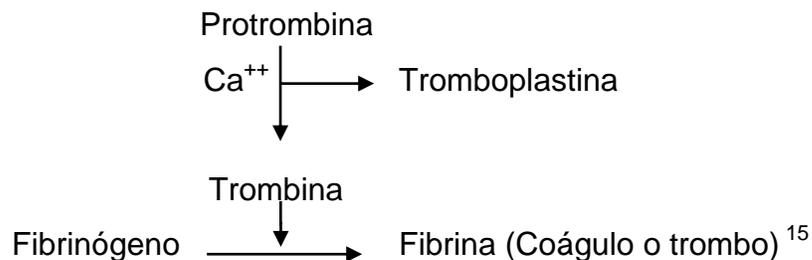
Esta prueba se emplea para determinar la capacidad de un microorganismo para coagular el plasma por la acción de una enzima coagulasa (estafilocagulasa). El *S.*



aureus tiene la propiedad de producir estafilocoagulasa, por lo que un resultado positivo para esta prueba, constituye un criterio diagnóstico para su identificación, frecuentemente se usa para indicar la virulencia o patogenicidad. La estafilocoagulasa, es estable al calor, puede resistir temperaturas de hasta 60°C durante 30 min.

La coagulasa se encuentra en dos formas: la coagulasa ligada (unida a la célula) y coagulasa libre. La coagulasa ligada, se detecta por el procedimiento en portaobjetos y no está presente en los filtrados de cultivo.

El coágulo de fibrina es formado por la interacción de la coagulasa libre con el factor de reacción de coagulasa (CRF), un factor similar a la trombina, que actúa de manera indirecta para convertir el fibrinógeno en fibrina. No requiere calcio para la formación del coágulo



2.11.5. PRUEBA DE SUSCEPTIBILIDAD A LA NOVOBIOCINA

Se fundamenta en la susceptibilidad a la novobiocina, para la diferenciación entre *Staphylococcus epidermidis* (sensible) y *Staphylococcus saprophyticus* (resistente)

La novobiocina actúa por la inhibición de la síntesis de la pared celular bacteriana, se une a los receptores inhibiendo la transpeptidación e interrumpiendo la síntesis de peptidogucanos, para finalmente inactivar un inhibidor de enzimas autolíticas en la pared celular. ¹⁶



2.12. PRUEBAS BIOQUÍMICAS

2.12.1. TOLERANCIA AL NaCl

Se basa en la capacidad de ciertos microorganismos para poder desarrollarse en concentraciones elevadas de sal. Sirve para diferenciar a Enterococos (reacción positiva) de las bacterias que no son Enterococos (reacción negativa). Para este medio de cultivo se emplea caldo de infusión de cerebro y corazón con NaCl al 6,5 %; contiene además una pequeña cantidad de glucosa, y como indicador para evidenciar la formación de ácido se utiliza púrpura de bromocresol.¹³

2.12.2. PRUEBA DE HIDRÓLISIS DE BILIS Y ESCULINA

En esta investigación el agar bilis esculina se utilizó para poder diferenciar *Enterococcus* de *Streptococcus*. Esta prueba determina la capacidad de un microorganismo para hidrolizar el glucósido esculina que libera glucosa y esculetina.

Al liberarse la esculetina, se combina con iones férricos para forma un complejo y tomar un color negro, lo que indica una reacción positiva de hidrólisis. La bilis presente en el medio, ayuda a la diferenciación entre *Streptococcus* del grupo D y *Enterococcus*, con estos últimos se obtiene una prueba positiva, ya que gran parte del grupo de *Streptococcus*, son capaces de hidrolizar la esculina, pero no se desarrollan bien en presencia de bilis; otras bacterias que podrían crecer en presencia de bilis, no pueden hidrolizar la esculina.¹⁴

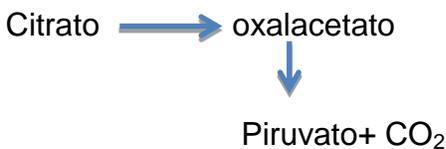
2.12.3. PRUEBA DEL CITRATO

Esta prueba se fundamenta en la capacidad que tienen ciertos microorganismos para usar el citrato como única fuente de carbono y sales de amonio como única fuente de nitrógeno, con alcalinidad resultante; se observa por el viraje a azul del medio, debido al azul de bromotimol que es el indicador de pH.



La energía requerida puede ser obtenida en ausencia de fermentación o producción de ácido láctico. Cuando el citrato se metaboliza permite una condensación de acetilo con Coenzima A y oxalacetato, para ingresar en el ciclo de Krebs.

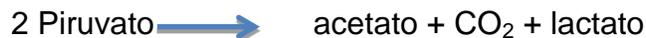
Algunos microorganismos que tienen sistema de transporte o permeasa, permiten que el citrato ingrese al interior de la célula. En las bacterias, el desdoblamiento del citrato, involucra un sistema enzimático (interviene la citrasa o citrato oxalacetato triasa o citrato desmolasa), sin la participación de la Coenzima A. La citrasa necesita un catión divalente para su actividad, magnesio o manganeso.



Los productos del metabolismo del citrato dependen del pH del medio. A pH alcalino se forma acetato y formato y disminuye la producción de lactato y CO₂.



A pH ácido, los productos del metabolismo del citrato son acetilmetilcarbinol (acetoina) y lactato. Sin importar los productos finales, el primer paso metabólico en la fermentación del citrato produce piruvato.



Las sales de amonio son degradadas a amoníaco, por lo que hay una alcalinización del medio por la conversión de NH₃ a hidróxido de amonio NH₄(OH).¹⁵



2.12.4. LISINA – HIERRO – AGAR (LIA)

Esta prueba se usa para determinar si un microorganismo posee enzimas que permitan descarboxilar o desaminar la lisina, y producir una amina con la resultante alcalinidad. Útil para diferenciar grupos bacterianos entre la familia *Enterobacteriaceae*. Los principales nutrientes de este medio son la peptona y el extracto de levadura, a la vez que contiene glucosa (carbohidrato fermentable) y lisina que en este caso se utiliza para detectar la enzima descarboxilasa y desaminasa.

Descarboxilación.

Las bacterias que poseen enzimas descarboxilasas específicas atacan a los aminoácidos en su carboxilo terminal, de esta manera se forma una amina o diamina y CO_2 . La descarboxilación es un proceso que se limita a los aminoácidos que tienen al menos un grupo químicamente activo diferente a un grupo amino o carboxilo, esto ocurre en anaerobiosis. Es irreversible, no oxidativa y necesita de una coenzima, el fosfato de piridoxal para catalizar la reacción.

Las bacterias que fermentan la glucosa acidifican el medio produciendo el viraje de púrpura a amarillo (indicador púrpura de bromocresol). El ambiente ácido favorece la actividad de la enzima descarboxilasa y se metaboliza la lisina a cadaverina y CO_2 , elevando el pH del medio tornándolo violeta.



Desaminación

Las cepas como *Proteus*, *Morganella* y *Providencia* desaminan la lisina produciendo ácido cetocarbónico, el cual con la sal de hierro en presencia de oxígeno forma un color rojizo en la superficie del medio.

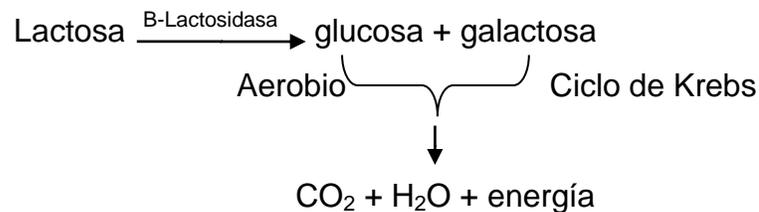


2.12.5. PRUEBA EN AGAR CON HIERRO DE KLIGLER (KIA)

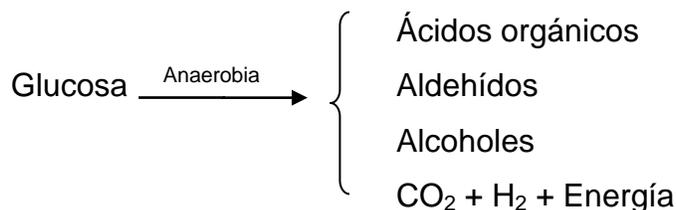
Determina la capacidad que tiene un microorganismo para poder fermentar un hidrato de carbono específico del medio y si hay o no producción de gas, junto con posible producción de ácido sulfhídrico.

Este medio lleva dos hidratos de carbono en diferente concentración, 1% de lactosa y 0.1% de glucosa. La reacción de fermentación se da en aerobiosis (pico de flauta), como en anaerobiosis (fondo).

La glucosa se cataboliza a ácido pirúvico, este en el ciclo de Krebs forma CO_2 , H_2O y energía; mientras que la lactosa se divide en glucosa y galactosa para seguir el proceso.



Al haber las condiciones anaerobias en el fondo de KIA, la glucosa se metaboliza a ATP y ácido pirúvico, luego se convierte a ácidos orgánicos, aldehídos, alcoholes, CO_2 , H_2 y energía.



Se pueden dar tres patrones de fermentación:

1.- Fermentación solo de glucosa (alcalino/ ácido) K/A: por la fermentación anaerobia de la glucosa, luego de 18 – 24 horas, se observa en el fondo de KIA una coloración amarilla, debido a la formación de productos ácidos que da lugar a un pH ácido.



2.- Fermentación de glucosa y lactosa (ácido/ácido) A/A: luego de 18 – 24 horas de incubación, el fondo y el pico de flauta son ácidos. Esto se da cuando la lactosa (1 %), que está en una concentración diez veces mayor a la glucosa (0.1 %), no se ha agotado, por lo que aún existe un medio ácido, si se leyera luego de 24 horas, la lactosa se consume por completo y el pico de flauta se torna alcalino, obteniéndose resultados falsos.

3.- Ausencia de fermentación de glucosa y lactosa: algunas bacterias como bacilos Gram negativos no entéricos, no tienen la capacidad de fermentar ni la lactosa ni la glucosa, estos microorganismos dependen de las peptonas del medio para usarlas de manera aeróbica y anaeróbica, obteniendo como resultado dos posibles reacciones:

- Catabolismo aeróbico de la peptona: pico alcalino sin cambio al fondo
- Catabolismo anaeróbico de la peptona: pico sin cambio y alcalino al fondo

Al catabolizar los hidratos de carbono, producen gas (bacterias aerógenas).

4.- Formación de H₂S: para su identificación se necesita citrato de amonio férrico y tiosulfato de sodio como indicadores, requeridos para el proceso que se realiza en dos pasos:

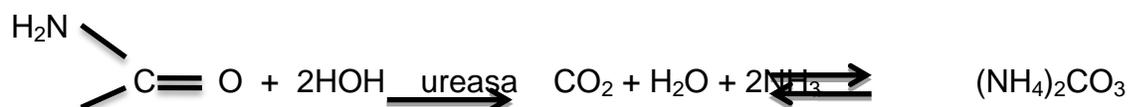
Bacteria (ambiente ácido) + tiosulfato de sodio \longrightarrow H₂S (gaseoso e incoloro)

H₂S + iones férricos \longrightarrow sulfuro ferroso (precipitado negro insoluble)

2.12.6. UREA

Se basa en determinar si un microorganismo posee la enzima ureasa, capaz de hidrolizar la urea en dos moléculas de amoníaco, lo que conlleva a una alcalinidad del medio.

En solución, la ureasa hidroliza la urea, para formar carbonato de amonio como producto final, lo que alcaliniza el medio.

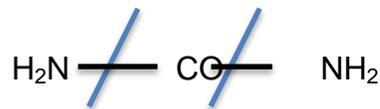




H₂N

La ureasa en microorganismos, está relacionada con la descomposición de compuestos orgánicos. Es sintetizada por ciertas bacterias, sin tomar en cuenta la presencia o la ausencia de su sustrato la urea, por lo que es considerada una enzima constitutiva. Es característica de las especies *Proteus*, *Enterobacter* y otros miembros de la familia *Enterobacteriaceae*.

La ureasa se considera como un amidasa, porque cataliza la hidrólisis de las amidas; el nitrógeno es disociado como amoníaco (NH₃). La ureasa actúa a nivel de los puentes C-N, excepto en aquellos que contienen puentes peptídicos. El pH óptimo para la actividad de la ureasa es 7. ¹⁵



2.12.7. SIM

Esta prueba permite evidenciar la motilidad de un microorganismo. Si un microorganismo es móvil, las cepas pueden apreciarse por la turbidez alrededor de la punción de siembra. La producción de ácido sulfhídrico por parte de cepas productoras, se identifica por la formación de un precipitado negro de sulfuro de hierro a partir del tiosulfato; para que se pueda llevar a cabo esta reacción, el pH del medio debe ser mayor a 7.2

Esta prueba también es utilizada, para determinar si la bacteria es productora de indol. El triptófano es un aminoácido constituyente de muchas peptonas, y particularmente de la tripteína, que puede ser oxidado por algunas bacterias para formar indol. En el proceso interviene un conjunto de enzimas llamadas triptofanasa. El indol producido se combina con el aldehído del reactivo de Kovac's o de Erlich, para originar un compuesto de color rojo.



2.12.8. PRUEBA DE ROJO DE METILO

La familia *Enterobacteriaceae* son por definición fermentadores de la glucosa en el caldo MRVP. Esta prueba determina si un microorganismo tiene la capacidad de producir y mantener productos ácidos finales para superar la capacidad buffer del sistema, a partir de la fermentación de la glucosa.

Sirve para diferenciar especies de la familia *Enterobacteriaceae*

- 1.- *Escherichia coli* (RM+), *Enterobacter aerogenes* (RM-) y *Enterobacter cloacae* (RM-)
- 2.- Especie *Yersinia* (v) de otros bacilos Gram negativos no entéricos (RM-)

La relación de gases (CO₂ y H₂), es lo que proporciona la concentración del ion hidrógeno, lo que a su vez es un índice de las vías metabólicas de la glucosa. Esta prueba es cuantitativa, se basa en el indicador de pH para determinar la concentración de hidrógeno, después de fermentada la glucosa. ¹⁵

2.12.9. PRUEBA DE VOGES – PROSKAUER

Es parte también de la prueba MRVP. Determina la capacidad de algunos microorganismos para producir un producto final neutro, acetilmetilcarbinol, a partir de la fermentación de la glucosa.

- A) Ayudar a la diferenciación entre géneros
 - *Enterobacter* (+) de *Escherichia coli* (-)
 - *Staphylococcus* (+) de *Micrococcus* (-)
- B) Ayudar a la identificación de
 - *Hafnia alvei* (v)
 - *Yersinia enterocolitica* (+; v)
- C) Ambos RM(+) VP(+)
 - Todas las especies de *Listeria*
 - *Brochothrix campestris* y *B.thermosphacta*



Esta prueba se basa en la detección de acetilmetilcarbinol (acetoina), producto final neutro a partir de la fermentación de la glucosa, se utiliza especialmente para separar *E.coli* de los grupos *Klebsiella* – *Enterobacter*, aunque otros miembros de la familia *Enterobacteriaceae* también producen resultado positivo de VP.

2.10. FORMAS DE CONTROL Y ANÁLISIS DE DATOS.

2.10.1. Técnicas de recolección de datos.

Para la obtención de la información necesaria que permita un resultado sólido, en el estudio se emplearon las siguientes técnicas de recolección de datos:

- a) Entrevista: como se sabe la comunicación establecida entre el investigador y la paciente de estudio es vital a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre una posible infección al tracto urinario.
- b) Observación: con lo cual se buscó evitar errores y confusiones de subjetividad mediante un control sistemático en el proceso de muestreo.

2.10.2. Instrumentos de recolección de datos.

Se utiliza la ficha de recolección de información (ANEXO 3), en la que la paciente menciona respuestas claves para considerar realizar o no el cultivo, estas preguntas fueron aplicadas a todas las pacientes gestantes, respaldado por el consentimiento informado (ANEXO 4), en el cual consta su firma como aprobación al estudio a realizarse, previamente se informó a la médico ginecóloga tratante Dra. Cinthya Indacochea con la cual hubo previo acuerdo en los antibióticos que se utilizaron para el tratamiento de ITU, para de esta manera conseguir el objetivo principal de la investigación que es el bienestar de la paciente y del niño.

2.10.3. Cuadro de Resultados



Con el fin de asimilar los resultados obtenidos tanto de las encuestas como de la investigación misma de los microorganismos aislados se mostró en forma de cuadros y gráficos, donde exprese en forma sintetizada y concreta los resultados obtenidos.

2.11. ANÁLISIS DE DATOS

Representación Gráfica

Otra manera de expresar los resultados, adjunto al cuadro de resultados es mostrar los gráficos estadísticos, en el cual cada respuesta será representada por un color o en forma de barras según corresponda.

Interpretación

Es la relación de las variables consideradas para el estudio, las mismas que se procuraron expresar y plantear de forma clara y asociada a la información obtenida por medio de la investigación bibliográfica, al final se realizó la discusión y a partir de la misma se sacaron conclusiones que servirán como sustento a futuras investigaciones.

CAPÍTULO III



3.1. RESULTADOS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN.

En el presente estudio, se exponen los resultados según los criterios expuestos previamente, es decir, se expresa en forma de tablas y gráficos clasificándolos según:

- 3.1.1. Prevalencia de ITU en mujeres embarazadas.
- 3.1.2. Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la sintomatología
- 3.1.3. Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la edad.
- 3.1.4. Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la procedencia.
- 3.1.5. Relación entre prevalencia de ITU con el período de gestación
- 3.1.6. Porcentajes de las cepas recuperadas causantes de ITU.
- 3.1.7. Resultados de la sensibilidad a antimicrobianos según la cepa patógena aislada.

Seguidamente se realizó la interpretación y discusión respectiva respaldados por otros estudios realizados y sustento teórico a fin de entregar un aporte que beneficie a futuras investigaciones.

3.1.1. Prevalencia de ITU en mujeres embarazadas.

En la tabla 8 se expresa los resultados generales del estudio realizado en donde se ubica el número de muestras positivas y negativas que se obtuvieron.

RESULTADO	NÚMERO DE MUESTRAS	PORCENTAJE (%)
NEGATIVO	155	77,5
POSITIVA	45	22,5
TOTAL	200	100

Tabla 8. Prevalencia de ITU en mujeres embarazadas



Se puede observar que de un total de 200 pacientes que asistieron a control prenatal en el subcentro de salud Carlos Elizalde, 45 de ellas presentaron ITU es decir el 22,5 %.

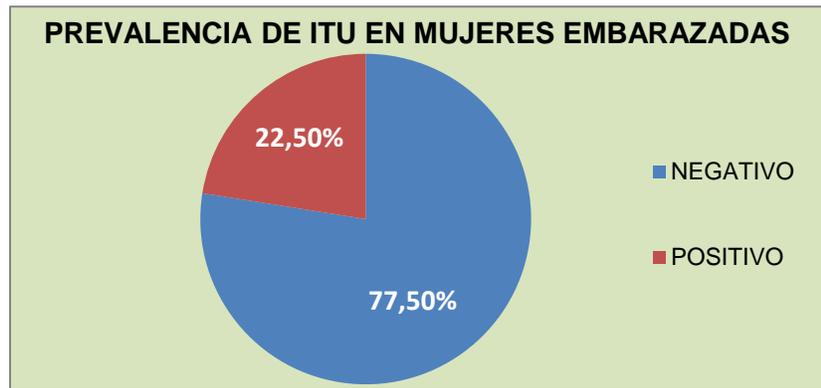


Gráfico 1.- Prevalencia de ITU en mujeres embarazadas

En la tesis *“Tratamiento antibiótico empírico de infecciones del tracto urinario en gestantes atendidas en el Hospital Santa Rosa. Enero – Junio 2003”*, realizada por Katherine Tineo y Erika Sierra, se incluyeron 131 gestantes con diagnóstico presuntivo de ITU cuya prevalencia fue de 17,9 %.

Según el estudio *“Infecciones bacterianas del tracto genitourinario en mujeres gestantes atendidas en la clínica Julia Esther González de la ciudad de Loja. Periodo Julio – Septiembre 2012.”*, realizado por Doris Paladines Espinoza, del total de 155 mujeres gestantes que formaron parte del estudio, se obtuvo que 26 presentaron infección al tracto urinario correspondiente al 14%.

De acuerdo a la tesis *“Microorganismos que provocan infección de vías urinarias en mujeres en período de gestación y su resistencia en el hospital Carlos Andrade Marín en el período Mayo 2011 – Septiembre 2011”*, realizado por Fernando López de un total de 218 muestras que conformaron parte del estudio, se obtuvo una prevalencia del 22 %



Al comparar estos estudios similares, realizados en otras ciudades a nivel nacional, se demuestra que la prevalencia se mantiene en rangos similares. La ITU con un porcentaje de 22.5 %, manifestada en esta investigación, sigue constituyendo un problema de salud, que puede llevar a mayores complicaciones durante el embarazo si no es tratada adecuadamente.

3.1.2. Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y sintomatología.

En la tabla 9 se relaciona la prevalencia de ITU de acuerdo a si la paciente presentó sintomatología o por lo contrario si la paciente fue asintomática.

SINTOMATOLOGÍA	CULTIVOS POSITIVOS	PREVALENCIA (%)
SINTOMÁTICAS	28	62.22
ASINTOMÁTICAS	17	37.78
TOTAL	45	100

Tabla 9.- Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y sintomatología.

Los resultados obtenidos en esta investigación, según la encuesta realizada, apuntó que el 62,22 % del total de las pacientes con ITU presentaron sintomatología y el 37.78 % de ellas fueron asintomáticas.

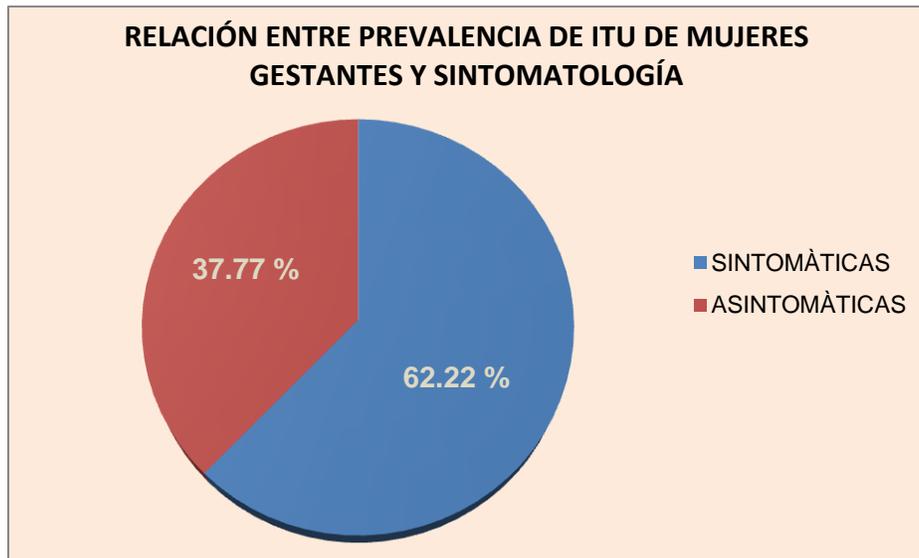


Gráfico 2.- Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y sintomatología.

Según la revista científica “Perinatología y reproducción humana” publicada en el 2010 en México, sobre *“Infección de vías urinarias en la mujer embarazada y su importancia del escrutinio de bacteriuria asintomática durante la gestación”*, por los autores Ariel Estrada-Altamirano, Ricardo Figueroa-Damián y Roberto Villagrana - Zesati, aseguraron que la prevalencia de ITU asintomática se halla determinada en un 9%.

De igual manera en el artículo: *“Bacteriuria asintomática en mujeres embarazadas: una amenaza subestimada”*; de los autores Germán Quiroga, Rosa Robles y Andrés Morán, en el año 2007, señaló que en 8 a 18 % de las mujeres embarazadas es posible identificar bacteriuria asintomática y eventual desarrollo de cistitis y pielonefritis.

Otras fuentes consultadas fueron los resultados publicados por Filippi J. y Medina A, en el año 2004, en un estudio que consistió sobre bacteriuria asintomática, cuya frecuencia de bacteriuria asintomática fue de 10,96%; de igual modo Galué y col; en un estudio realizado sobre infección del tracto urinario han establecido un porcentaje de 13,86%.

Estas investigaciones sugieren que la prevalencia de bacteriuria asintomática en mujeres embarazadas de este estudio (37.77 %), es más elevada a relación con los



datos publicados por otros artículos científicos que se han enfocado en temas similares, lo que constituye un ámbito de preocupación, ya que la paciente al tener síntomas, induce de forma más pronta al diagnóstico. Al no presentar síntomas, podría implicar una pielonefritis, lo cual se asocia con retardo del crecimiento intrauterino y trabajo de parto prematuro para el caso de la madre y en recién nacidos bajo peso, por lo cual es muy importante realizar exámenes consecutivos de ITU durante el embarazo y con mucha más razón si hay antecedentes de recurrencia.

Probablemente los microorganismos aislados de bacteriurias asintomáticas resultan ser menos antigénicos y sean más sensibles a la actividad bactericida propia del suero por lo que no logran adherirse con gran afinidad a células epiteliales del tracto urinario, influyendo a que no aparezcan síntomas prematuramente.

3.1.3. Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la edad.

En la tabla 10, se puede apreciar la relación entre cada grupo de edad de las pacientes que formaron parte del estudio y cultivos positivos que inducen a ITU representativa

EDAD (AÑOS)	CULTIVOS POSITIVOS	PREVALENCIA (%)
< 15	0	0
16 - 19	16	35.56
20 - 24	15	33.33
25 - 29	7	15.56
30 - 34	6	13.33
35 - 39	1	2.22
> 40	0	0
TOTAL	45	100

Tabla 10.- Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la edad



De acuerdo a la tabla 10, el mayor número de pacientes gestantes con ITU se encontró en el rango de 16 a 19 años (35.56 %), seguido del grupo comprendido entre edades de 20 a 24 años, con prevalencia de ITU de 33.33 %, se observó también que a mayor edad existe menor prevalencia de ITU.

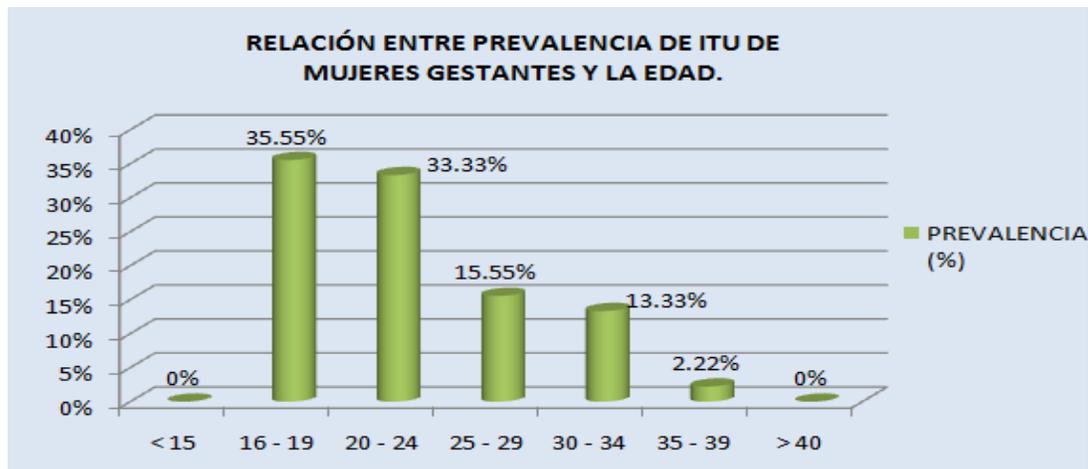


Gráfico 3.- Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la edad

Según la tesis “*Manejo de infecciones urinarias en gestantes que acuden al Hospital Isidro Ayora de Loja*”, del autor Carlos Romero, en el año 2013, según el grupo etáreo, la mayor incidencia, se presentó entre los 20 y 24 años de edad, que corresponde al 34.6 %. De forma adicional se determinó que el embarazo en adolescentes representa el 34 % de la población en estudio.

En el artículo publicado por Clotilde Vallejos Medic y colaboradores, “*Prevalencia de infecciones de vías urinarias en embarazadas atendidas en el Hospital Universitario de Puebla*”; *ENF INF MICROBIOL 2010 30 (4): 118-122*), en el año 2010, la prevalencia de ITU por grupos de edad corresponde al 24.1 % entre 15 a 19 años, 27.7 % entre 20 a 24 años, 20.48 % entre 25 a 29 años, 16.78 % entre 30 a 34 años y el 10.84 % entre 35 a 39 años.

En estos estudios, los grupos en donde se observó la mayor prevalencia de ITU son en las edades más jóvenes, es decir de 16 a 19 años y de 20 a 24 años lo que concuerda con el estudio realizado. Esto probablemente se deba a un menor número de pacientes



embarazadas de edad adulta que acudieron a consulta o al gran índice de embarazos en mujeres jóvenes que existe en el medio.

3.1.4. Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la procedencia

De acuerdo a la siguiente tabla 11, se hace un análisis entre prevalencia de ITU según la procedencia de la paciente.

PROCEDENCIA	CULTIVOS POSITIVOS	PREVALENCIA (%)
URBANA	35	77.78
RURAL	10	22.22
TOTAL	45	100

Tabla 11.- Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la procedencia

Analizando estos datos, se determinó que la prevalencia de ITU es mayor en el área urbana con el 77.77 % de los casos en donde acudieron 149 pacientes, frente al 22.22 % de la zona rural con 51 pacientes en la población estudiada

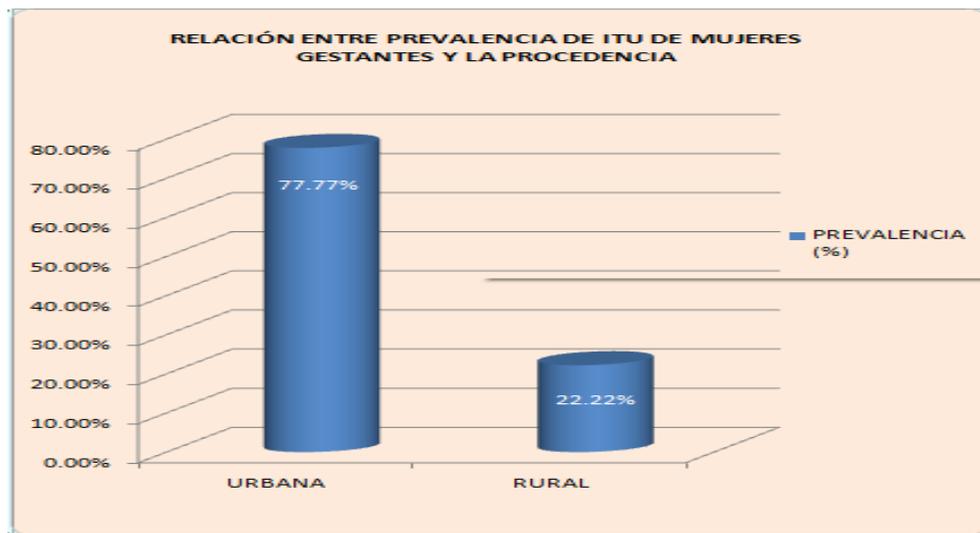


Gráfico 4.- Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y la procedencia



Según la tesis *“Infección de vías urinarias en embarazadas asistentes a la consulta externa del subcentro de salud El Cambio”*, autor Aleida Rojas, realizado en Machala-El Oro, entre los años 2012 – 2013, indicó que el 74 % de ITU procede de la zona urbana, mientras que el 26 % de ITU proviene de la zona rural.

De acuerdo a la investigación *“Complicaciones en madres adolescentes primigestas con infección de vías urinarias. Hospital José María Velasco Ibarra. Tena 2010”*, realizado por Luis Francisco Cruz Torres, en la Universidad Politécnica del Chimborazo; señaló que de pacientes con ITU, en su mayor porcentaje provienen del área urbana con el 66 %, seguido por el sector rural con 34 %.

La tesis *“Presencia de bacterias causantes de infección de vías urinarias en mujeres del sector urbano y rural que acuden al hospital del IESS de Cariamanga, Noviembre 2012 - Abril 2013”*, el estudio se aplicó a 113 mujeres, de las cuales 82 fueron del sector urbano, se encontró que el 57.14 % de ITU corresponde a dicho lugar de procedencia, por su parte en el sector rural 31 mujeres fueron estudiadas, se identificó que en este grupo el 42.85 % presentaron ITU.

Los estudios expuestos anteriormente corroboran los resultados obtenidos en esta investigación, probablemente la mayor prevalencia de ITU en la zona urbana ocurra porque el mayor número de pacientes que acuden al subcentro en cuestión pertenecen a dicha zona.

3.1.5. Relación entre prevalencia de ITU en mujeres gestantes y período de gestación

La correlación existente entre el período de gestación y la ITU puede ser discernida en la siguiente tabla.



PERÍODO DE GESTACIÓN	CULTIVOS POSITIVOS	PREVALENCIA (%)
PRIMER TRIMESTRE	13	28.89
SEGUNDO TRIMESTRE	15	33.33
TERCER TRIMESTRE	17	37.78
TOTAL	45	100

Tabla 12.- Relación entre prevalencia de ITU en mujeres gestantes y período de gestación

Por los resultados que se obtuvieron, se observó que la mayor prevalencia de ITU se encontró en el tercer trimestre de embarazo (37.78 %), seguido del segundo trimestre de gestación con 33.33 % y finalmente el primer trimestre con 28.89 %.

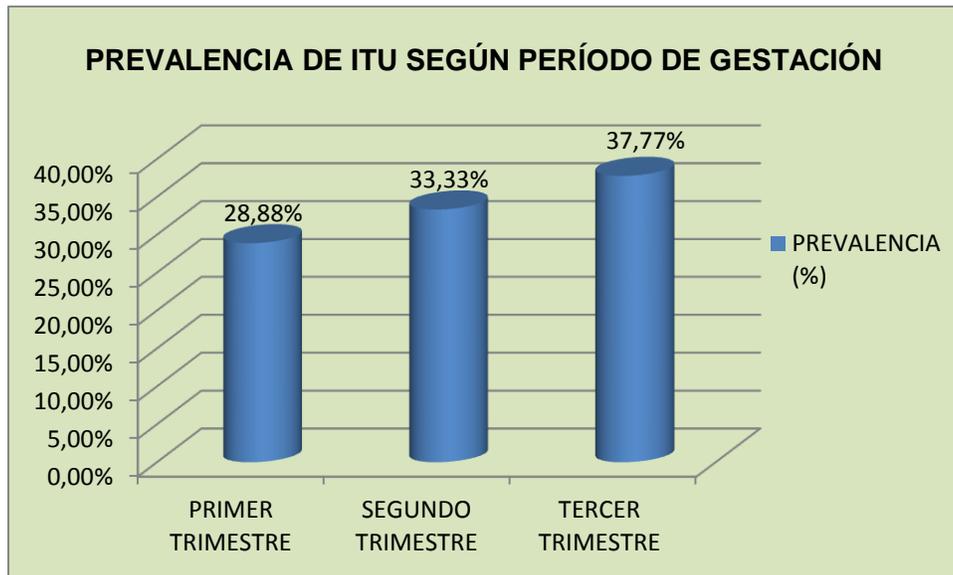


Gráfico 5. Relación entre prevalencia de ITU de mujeres gestantes y período de gestación.

Según la tesis *“Infecciones bacterianas del tracto genitourinario en mujeres gestantes atendidas en la clínica Julia Esther González de la ciudad de Loja. Periodo Julio – Septiembre 2012”*, realizado por Doris Paladines, encuentra que en el primer trimestre los casos de ITU están en un 27%, en el segundo trimestre en un 23% y finalmente en mayor incidencia de ITU en el tercer trimestre con 50% de ITU registradas.

Otra tesis realizada, *“Microorganismos que provocan infección de vías urinarias en mujeres en período de gestación y su resistencia en el hospital Carlos Andrade Marín en el período Mayo 2011 – Septiembre 2011”*, autor Fernando López, en la ciudad de Quito, obtuvo que la prevalencia en el primer trimestre fue de 10.4%, en el segundo trimestre corresponderá a 33.3% y en el tercer trimestre 56.2%, además destacó la baja prevalencia de ITU en las primeras 12 semanas de gestación.

De acuerdo al estudio *“Tratamiento antibiótico empírico de infecciones del tracto urinario en gestantes atendidas en el Hospital Santa Rosa. Enero – Junio 2003”*, autor Katherine Tineo y Erika Sierra, acotaron que del total de pacientes que se incluyeron en el estudio, el 44,3 % de ITU se presentó durante el tercer trimestre de gestación.



En todas estas investigaciones propuestas, la prevalencia de ITU es mayor en el tercer trimestre, al igual que en este estudio. Esto probablemente se deba a los cambios fisiológicos y anatómicos que ocurren con el cambio hormonal, desarrollo del feto hasta compresión de la vejiga, más notorio en el último trimestre de gestación, con lo que hay una mayor retención urinaria y así mayor proliferación microbiana.

3.1.6. Porcentajes de las cepas recuperadas causantes de ITU.

Con los resultados obtenidos, se elaboró la siguiente tabla, en donde se engloba las bacterias patógenas aisladas causantes de ITU. Se indica el porcentaje que representa cada bacteria con relación al total de bacterias patógenas halladas.

CEPA AISLADA	NÚMERO DE CULTIVOS	PORCENTAJE (%)
<i>Escherichia coli</i>	32	71.14
<i>Enterobacter agglomerans</i>	5	11.12
<i>Klebsiella ozaenae</i>	4	8.89
<i>Enterococcus faecalis</i>	2	4.45
<i>Citrobacter diversus</i>	1	2.2
<i>Streptococcus agalactie</i>	1	2.2
TOTAL	45	100

Tabla 13.- Porcentajes de las cepas recuperadas causantes de ITU.

Según los datos obtenidos, se observa que *Escherichia coli* es el principal agente etiológico causante de ITU con 71.11 %, seguido por *Enterobacter agglomerans* con un 11.1 %, *Klebsiella ozaenae* con un 8.8 %; en menor cantidad *Enterococcus faecalis* con 4.4 %, *Streptococcus agalactie* y *Citrobacter diversus* con 2.2 % cada uno.

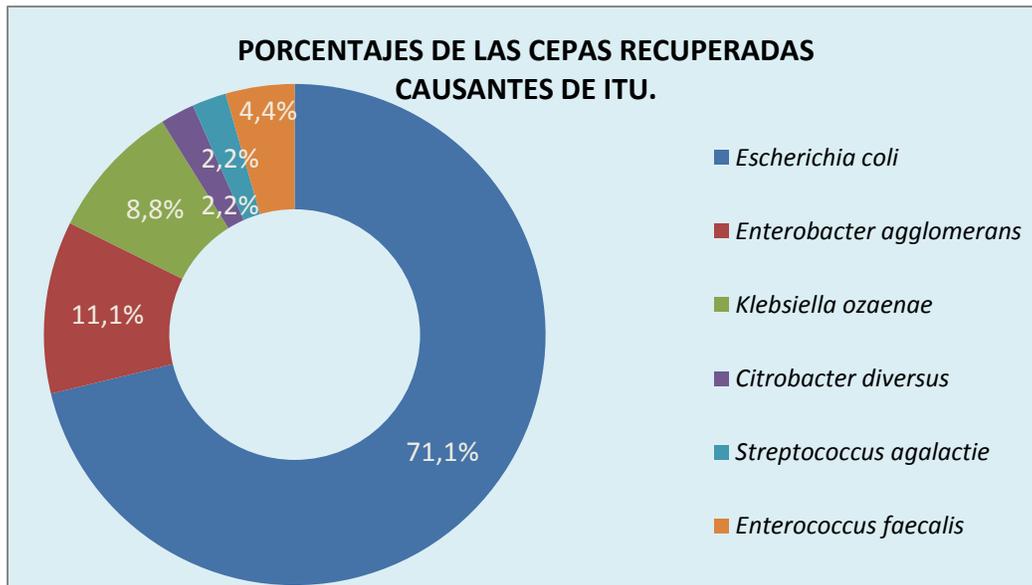


Gráfico 6. Porcentajes de las cepas recuperadas causantes de ITU.

Estudios similares a este tema, como la tesis “*Identificación de bacterias asociadas a infección al tracto urinario en mujeres embarazadas atendidas en la clínica y maternidad latina del cantón Pillaro*”, realizado en Ambato en Junio 2011, por Patricia Jenny Lescano Fonseca, demuestran que *E.coli* fue la bacteria más frecuente con 55.41 %.

De acuerdo a la tesis, “*Agentes bacterianos y su relación con el antibiograma en urocultivo en laboratorio clínico del IESS de Portoviejo de Enero a Noviembre de 2012*”, realizado por Darwin Mendoza y María Vera, refieren a *E.coli* como la bacteria más frecuente en ITU con 37,7%, seguido de *Klebsiella* con 14.78 %, *Enterococcus faecalis* con 8.22 %, y *Citrobacter diversus* con 4,89 %

En el tema de tesis “*Tratamiento antibiótico empírico de infecciones del tracto urinario en gestantes atendidas en el Hospital Santa Rosa. Enero – Junio 2003*”, autores Katherine Duran y Erika Pardo, el agente etiológico más común de ITU fue *E. coli* (52 %), seguido por *Enterobacter agglomerans* (22 %) y *Staphylococcus coagulasa negativo* (18 %).



Según la tesis “*Perfil de resistencia bacteriana de infecciones urinarias en pacientes embarazadas atendidas en el servicio de ginecología y obstetricia del Hospital Provincial General Docente Riobamba durante el período Enero – Diciembre 2008*”, se identificaron dos gérmenes principales *E. coli* (73%) y *Proteus* (27%).

En los estudios expuestos, se evidenció que la prevalencia de ITU es en su mayoría ocasionada por *E. Coli* con resultado de más del 50 %, según la localidad del estudio, lo que coincide con la literatura al respecto. Una razón de importancia, puede ser la cercanía de la región perianal con la vagina, lo cual hace más frecuente este tipo de infección con la bacteria entérica. Respecto a las demás enterobacterias existió una ligera discrepancia con nuestro estudio, esto podría deberse a la flora intestinal presente.

3.1.7. Resultados de la sensibilidad a antibióticos según la cepa patógena aislada.

Una de las etapas determinantes para conseguir el bienestar de las pacientes es la prueba de sensibilidad a los antibióticos, los mismos que fueron previamente seleccionados según criterios teóricos y sugeridos por la doctora ginecóloga tratante del Subcentro de Salud Carlos Elizalde.

En las siguientes tablas se detalla la cepa encontrada con su sensibilidad respectiva.

Porcentaje de sensibilidad encontrada para <i>Escherichia coli</i>			
ANTIMICROBIANO	% CEPAS	%CEPAS CON	% CEPAS



	SENSIBLES	SENSIBILIDAD INTERMEDIA	RESISTENTES
Ampicilina	40	0.00	60.00
Ampicilina + sulbactam	93.33	6.67	0.00
Amoxicilina + ac. clavulánico	70	20	10.00
Cefalotina	66.67	20	13.33
Nitrofurantoína	100	0	0.00

Tabla 14.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *E. coli*

Analizando los datos, se observó que *E. coli* (con 32 cultivos positivos), presentó una sensibilidad de 40 % frente a la ampicilina, 93.33 % para ampicilina + sulbactam, 100 % para nitrofurantoína, en el caso de amoxicilina + clavulanato y cefalotina presentó una sensibilidad de 70 % y 66.6 % respectivamente.

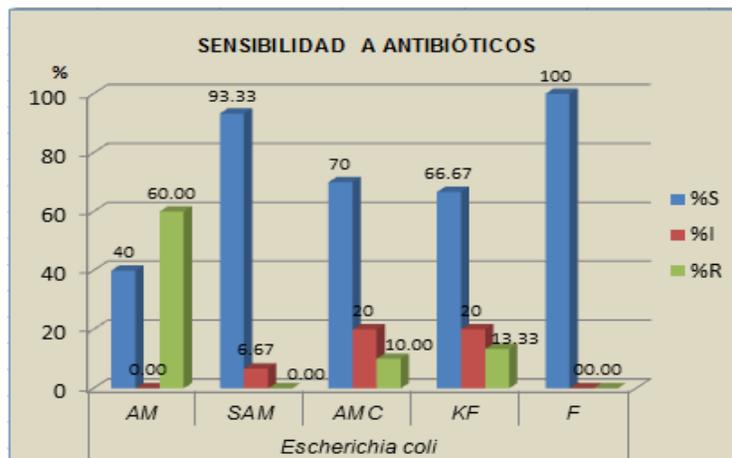


Gráfico 7.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *E. coli*.

De acuerdo a la tesis, “*Microorganismos que provocan infección de vías urinarias en mujeres en período de gestación y su resistencia en el Hospital Carlos Andrade Marín en el período Mayo 2011 – Septiembre 2011*”, por Fernando López, acotó que la



resistencia presentada para *E. coli* fue: ampicilina 68.6%, ampicilina + sulbactam 17.1%, nitrofurantoína 31.4%

En la investigación “*Sensibilidad y resistencia bacteriana en infección de vías urinarias en mujeres de edad fértil y embarazadas, comprendidas entre los 15 y 45 años de edad en el Hospital UTPL desde Enero hasta Junio 2010*”, autores Lorena Loaiza y Santiago Cárdenas, indicaron que el porcentaje de sensibilidad de *E. coli* ante cefalosporinas de primera y tercera generación fue elevado, entre ellos a: cefazolina (81,7%), mientras que la resistencia bacteriana, estuvo dada para antibióticos como ampicilina (74,6%), amoxicilina + ácido clavulánico (69%).

En la tesis “*Infecciones de vías urinarias en mujeres embarazadas pacientes del Hospital Vicente Corral Moscoso*”, realizada en Cuenca en el año 2010, por Jehnny Garzón y Miriam Guamán, indicaron que de las 33 cepas aisladas de *E. coli*, el 60.6 % fueron sensibles a ampicilina, 60.6 % sensibles a amoxicilina + ácido clavulánico y a ampicilina + sulbactam, 48.49 % son sensibles a cefalotina, 93.94 % de las cepas recuperadas resultaron sensibles a nitrofurantoína

Con estos temas bibliográficos, se determinó que la sensibilidad bacteriana se mantiene en niveles semejantes a otros estudios. Teniendo sobre todo en consideración la elevada resistencia a ampicilina, por lo que es preferible evitar este antibiótico en un tratamiento empírico, administrándolo únicamente cuando se tenga certeza de la sensibilidad bacteriana a este medicamento. En este estudio, se determinó que el antibiótico de elección para *E. coli*, es ampicilina + sulbactam, por presentar baja resistencia bacteriana (6.67 %), y por su baja toxicidad al feto.

Porcentaje de sensibilidad encontrada para <i>Enterobacter agglomerans</i>			
ANTIBIÓTICO	% CEPAS SENSIBLES	%CEPAS CON SENSIBILIDAD INTERMEDIA	% CEPAS RESISTENTES



Ampicilina	16.67	16.67	66.7
Ampicilina + sulbactam	100	0	0
Amoxicilina + ac. clavulánico	66.67	33.33	0
Cefalotina	83.33	16.67	0
Nitrofurantoína	100	0	0

Tabla 15.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *E. agglomerans*

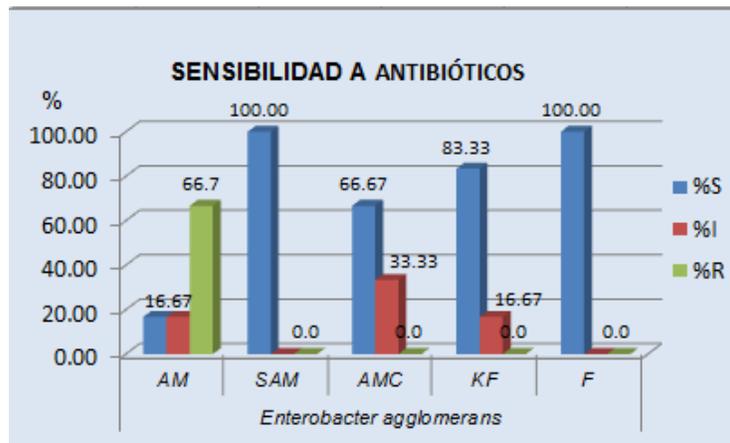


Gráfico 8.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *E. agglomerans*

Con relación a la cepa *E. agglomerans* (con 5 cultivos positivos), se obtuvo sensibilidad a la mayoría de antibióticos utilizados, a excepción de la ampicilina el cual posee tan solo una sensibilidad del 16% y una resistencia del 66.7 %

Porcentaje de sensibilidad encontrada para <i>Klebsiella ozaenae</i>			
ANTIBIÓTICO	% CEPAS SENSIBLES	% CEPAS CON SENSIBILIDAD	% CEPAS RESISTENTES



		INTERMEDIA	
Ampicilina	50	50	0
Ampicilina Sulbactam	100	0	0
Amoxicilina Clavulánico	50	50	0
Cefalotina	100	0	0
Nitrofurantoína	100	0	0

Tabla 16.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *K. ozaenae*

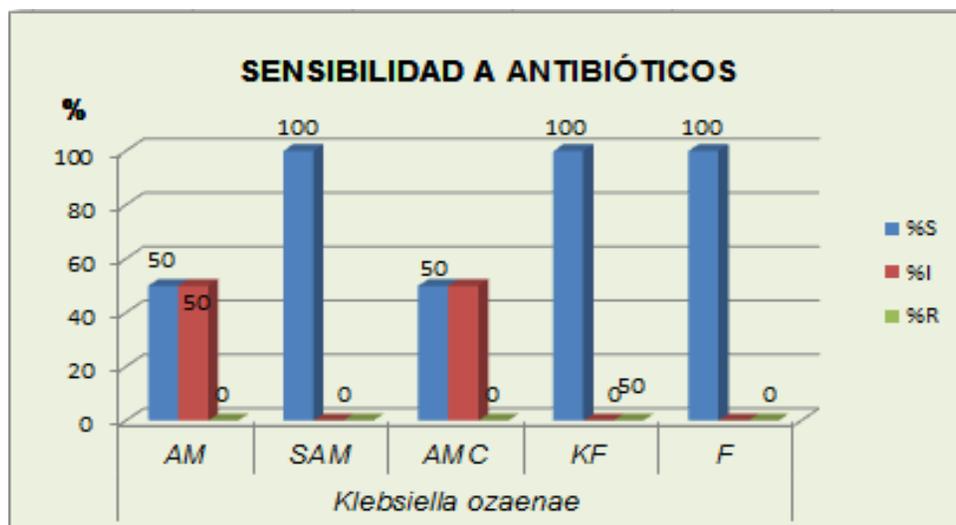


Gráfico 9.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *K. ozaenae*

En el caso de *K. ozaenae* (con 4 cultivos positivos), la sensibilidad a antibióticos empleados fue elevada (100 %), exceptuando los antibióticos como ampicilina y amoxicilina + ácido clavulánico, que poseen una sensibilidad de tan solo el 50 %.

Porcentaje de sensibilidad encontrada para <i>Citrobacter diversus</i>			
ANTIBIÓTICO	% CEPAS SENSIBLES	% CEPAS CON SENSIBILIDAD	% CEPAS RESISTENTES



		INTERMEDIA	
Ampicilina	0	0	100
Ampicilina + sulbactam	100	0	0
Amoxicilina + ac. clavulánico	0	100	0
Cefalotina	0	100	0
Nitrofurantoína	100	0	0

Tabla 17.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *C. diversus*

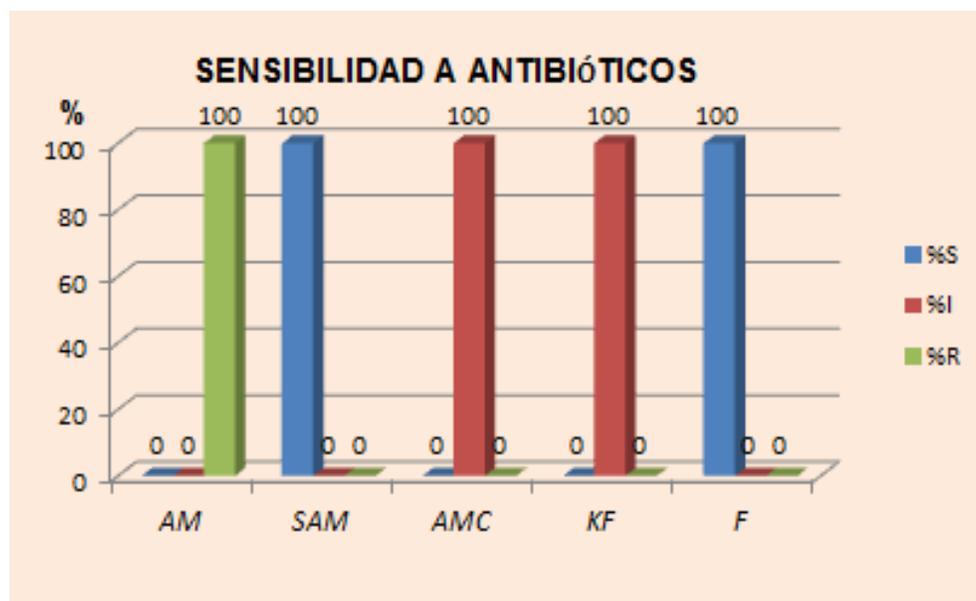


Gráfico 10.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *C. diversus*

En la tabla para *Citrobacter diversus* (1 cultivo positivo), se observó una resistencia del 100 % para ampicilina, una sensibilidad intermedia para amoxicilina + ácido clavulánico y cefalotina, mientras que para ampicilina + sulbactam y nitrofurantoína una sensibilidad del 100 %.

Porcentaje de sensibilidad encontrada para <i>Enterococcus faecalis</i>			
ANTIBIÓTICO	% CEPAS	%CEPAS CON	% CEPAS



	SENSIBLES	SENSIBILIDAD INTERMEDIA	RESISTENTES
Ampicilina + Sulbactam	100	0	0
Penicilina	100	0	0
Nitrofurantoína	100	0	0

Tabla 18.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *E. faecalis*

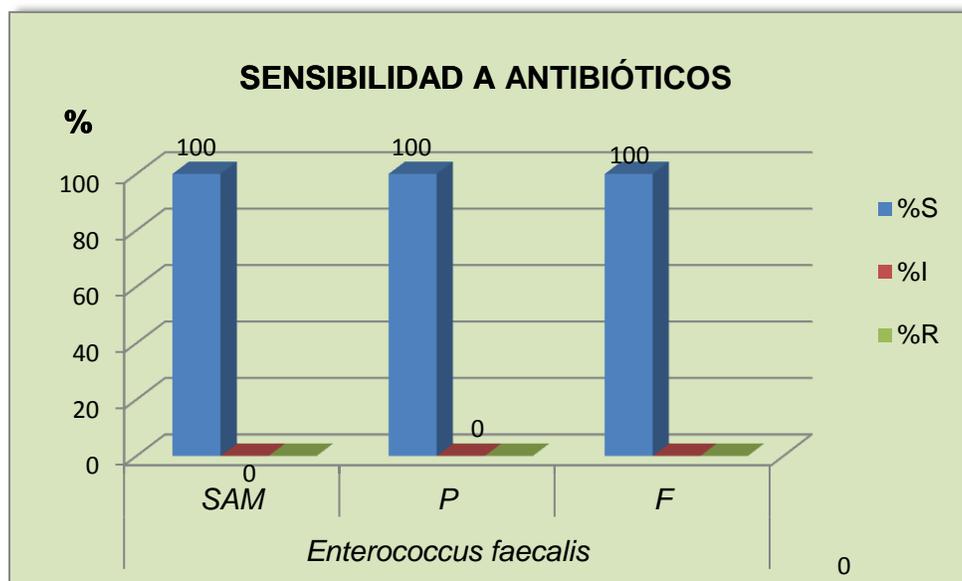


Gráfico 11.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *E. faecalis*

Para el caso de *Enterococcus faecalis* (con 2 cultivos positivos), se observa una sensibilidad del 100 % para los antimicrobianos empleados.

Porcentaje de sensibilidad encontrada para <i>Streptococcus agalactie</i>			
ANTIBIÓTICO	% CEPAS SENSIBLES	% CEPAS CON SENSIBILIDAD INTERMEDIA	% CEPAS RESISTENTES
Ampicilina + Sulbactam	100	0	0



Penicilina	100	0	0
Nitrofurantoína	100	0	0

Tabla 19.- Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *S. agalactie*

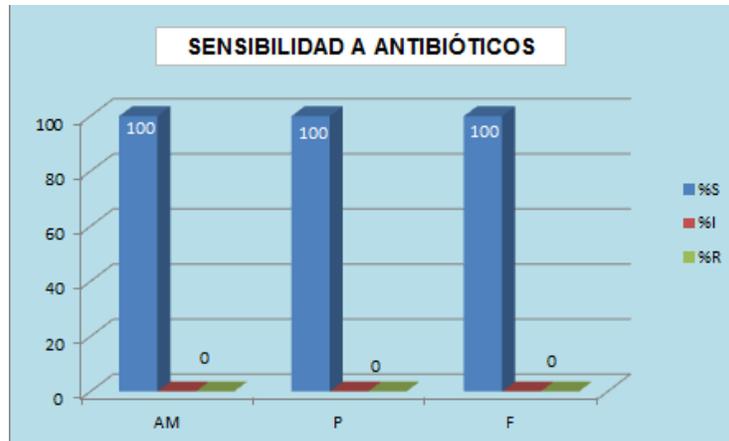


Gráfico 12. Resultado de la sensibilidad a antibióticos encontrada para *S. agalactie*

Con estos datos podemos observar que la cepa de *Streptococcus agalactie* (con 1 cultivo positivo), tiene sensibilidad del 100 % a todos los antimicrobianos empleados.

Cabe mencionar, que estas cifras sólo fueron representativas para el caso de *E. coli*, para el resto de bacterias patógenas causantes de ITU, no se puede generalizar la sensibilidad porque solo se contó con pocas cepas aisladas sin embargo, es muy importante notificar al médico y a la paciente sobre *S. agalactie*, ya que para que exista infección por este microorganismo la paciente debe sufrir de una severa colonización bacteriana lo que repercute en un sepsis neonatal.

3.2. CONCLUSIONES.

En el estudio realizado en el Subcentro de Salud Carlos Elizalde ubicado en el sector de Baños, período 2013 – 2014, se trabajó con 200 muestras de orina de mujeres



gestantes para determinar la prevalencia de ITU y la sensibilidad a antimicrobianos de las cepas recuperadas en dicho sector; obteniéndose los siguientes resultados.

- El 22.5 % de la población estudiada presentó ITU, cifra variable según el lugar de investigación.
- Según la etiología, se obtuvo cepas de bacilos Gram negativos en un 72.88 % de los casos causantes de ITU, estando representada en su mayoría por la especie *E. coli*; por su parte los cocos Gram positivos causantes de ITU, estuvieron en un 27.11 % destacando la cepa *S. epidermidis* para este grupo.
- Por las características de las pacientes, la edad media de las gestantes en donde se encontró ITU corresponde a 23.7 años, en su mayoría provienen del área urbana de nivel socioeconómico media – baja, se encontró mayor prevalencia de ITU en edades de 16 a 19 años con 35.55 % seguido del grupo comprendido entre 20 a 24 años con 33.33 %, los estudios consultados también corroboran dichas cifras concluyendo que la presencia de ITU es inversamente proporcional a la edad es decir los episodios recurrentes de bacteriuria son muy comunes en mujeres jóvenes.
- El 62,22 % del total de las pacientes con ITU presentaron sintomatología y el 37.77 % no la presentaron.
- El lugar de procedencia donde se encontró mayor prevalencia de ITU, fue en el área urbana con 77.77 %, frente a la zona rural con 22.22 %.
- Con respecto al trimestre de gestación se encontró que en el tercer trimestre fue mayor la prevalencia de ITU con el 37.78 %



- La cepa patógena más frecuente resultó ser *E. coli* con el 71.14 % y el resto de agentes patógenos con el 28.86 %, con lo que se comprueba la hipótesis.
- Con respecto a la sensibilidad para *E. coli* se encontró una sensibilidad del 40 % para ampicilina, del 100 % para nitrofurantoína, del 70 % para amoxicilina + ácido clavulánico, del 66.67 % para la cefalotina; sin embargo se recomienda ampicilina + sulbactam como antibiótico de elección ya que posee una sensibilidad del 93.33%, además de no presentar resistencia, su inhibidor de β -lactamasa lo hace sustituible a la ampicilina como tratamiento único.
- Con los resultados obtenidos de manera global se determinó que la hipótesis planteada se cumplió ya que aproximadamente el 30 % de las muestras analizadas en mujeres gestantes presentan ITU y cuyo principal agente patológico fue *Escherichia coli*



3.3. RECOMENDACIONES

Existen muchas complicaciones que pueden causar problemas durante la gestación hasta el punto de llegar a su interrupción involuntaria, una de ellas es la ITU por lo cual es necesario realizar estudios que aporten con dicho tema, dentro de las recomendaciones que se puede destacar al realizar este estudio son:

- Realizar cultivos periódicamente durante la gestación para evitar casos de ITU asintomática.
- Realizar estudios a nivel de grupos de edades, ya que no se halla estudios concretos del porque existe mayor incidencia de ITU en mujeres jóvenes.
- Realizar mayores estudios de prevalencia de ITU en zona rural.
- Indagar mayoritariamente en bacterias que no sean *E.coli*, con el fin de disponer de una información más sólida sobre la sensibilidad antibiótica.

BIBLIOGRAFÍA



- ¹ Cirugía urología, Jesús de los Ríos Osorio, Soledad de los Ríos Osorio, editorial Universitaria de Antioquia; primera edición, año 2005; pág. 39, 40, 42, 46, 48, 52
- ² Infección al tracto urinario, Dra. Edna Lagomarsino Ferrari <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/ituped.html> ; Colombia 2004; palabra clave: ITU en embarazo; fecha: 12/02/2014
- ³ Urología general de Smith, Emil A. Tanagho, Jack W. McAninch, 14va edición, editorial el manual moderno; 2009, pág. 198 – 199
- ⁴ Medicina Familiar y Práctica Ambulatoria, Adolfo Rubinstein y Sergio Terrasa, 2da edición, editorial médica panamericana, 2006; pág. 1397
- ⁵ Microbiología médica, Patrick R. Murray, PhD, Ken S. Rosenthal, PhD, Michael A. Pfaüer, MO, 19^{va} edición, editorial Elsevier, año 2011 cap. 23, pág. 247, 248, 24
- ⁶ Obstetricia y medicina materno fetal; L. Cabrera, D. Saldivar, E. Cabrilla; editorial Medica Panamericana; año 2010; pág. 829
- ⁷ Análisis de orina y líquidos corporales; Strasinger- Di Lorenzo; editorial Panamericana; 5ta edición; año 2010; pág. 37
- ⁸ La clínica y el laboratorio, Jesús Prieto Clatueña y José Yuste Ara, 21^a edición Editorial Elsevier Masson, Barcelona – España, 2010, pág. 158, 162, 180
- ⁹ Agar sangre Base; Laboratorios Britania; Argentina -2010; www.britanialab.com.ar/esp/productos/b02/sangreagarbase.htm; palabra clave: Agar Sangre; fecha: 25/01/2014
- ¹⁰ Agar CLED - Cat.0102-1 RS INVIMA 2006RD-0000218; Bio-bacter; [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/AGAR%20CLED%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/AGAR%20CLED%20(1).pdf); año 2007; palabra clave: agar brovacin; fecha: 23/01/201
- ¹¹ BD Mannitol salt agar- Instrucciones de uso – medio en placas listo para su uso; Becton Dickinson GmbH; Heidelberg- Germany; <http://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8771>; palabra clave: agar manitol; fecha: 21/01/01
- ¹² Agar EMB; Laboratorios Britania; Argentina -2010; www.britanialab.com.ar/esp/productos/b02/embagar.htm; palabra clave: Agar EMB; fecha: 25/01/2014
- ¹³ Diagnóstico Microbiológico; Bailey & Scott; doceava edición; editorial medica panamericana; año 2009; pág. 82-83, 243



- ¹⁴ Bacteriología general- principios y prácticas de laboratorio; Evelyn Rodríguez Cavallini, María del Mar Camboa Coronada, Francisco Hernández Chavarría, Jorge Danilo García Hidalgo; editorial Universidad de Costa Rica, Costa Rica; pág. 253
- ¹⁵ Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica; MacFaddin; tercera edición; editorial médica panamericana; año 2003; pág. 33-53, 73-91, 73-91, 92-97, 98- 112, 223-235, 301-305, 311, 397
- ¹⁶ Microbiología médica; Jawetz, Melnick y Adelberg, México (2008), Editorial manual moderno, 19va edición, pág. 172
- ¹⁷ Rushton HG. Urinary tract infections in children: epidemiology, evaluation and management. *Pediatr Clin North Am.* 1997; 44:1133-1169
- ¹⁸ La tira reactiva en el examen de orina; Labtest – informe técnico; [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/boletim_internacional_041%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/boletim_internacional_041%20(2).pdf); palabra clave: tira reactiva en orina; fecha: 24/01/ 2014
- ¹⁹ Manual de procedimientos para la determinación de la sensibilidad a los antimicrobianos en bacterias aisladas de humanos, Dr. Carlos G. Malbrán, Departamento de Bacteriología, Buenos Aires – Argentina 2001, pág. 28 - 32
- ²⁰ Bd CLED agar-instrucciones de uso – medio en placas listo para su uso; Becton Dickinson GmbH; Heidelberg-Germany; <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8758>; palabra clave: agar brovacin; fecha: 23/01/2014
- ²¹ Tratamiento de las enfermedades infecciosas; Organización Panamericana de la Salud, quinta edición, 2011 – 2012, Washington DC, pág 266 – 273.



Universidad de Cuenca

ANEXOS

ANEXO 1

TRÍPTICO INFORMATIVO

Esta información fue entregada tanto a la Dra. Ginecóloga como a las pacientes que asistieron al subcentro, se realizó con el fin de obtener resultados confiables y una prevalencia real del porcentaje de ITU existentes.

Lado externo del tríptico

The external side of the triptych consists of three panels. The left panel has the heading "Tener en cuenta que:" and text stating it is a simple sample to take with correct treatment to avoid negative consequences for the mother and child. It features an image of a pregnant woman with a blue band around her waist. The middle panel displays the Universidad de Cuenca logo and contact information: "Dirección del trabajo principal: Línea 2 de atención, Línea 3 de atención, Línea 4 de atención", "Teléfono: 555-555-5555", "Fax: 555-555-5555", and "Correo: sigtoto@ejemplo.com". The right panel is titled "ITU INFECCIÓN AL TRACTO URINARIO" and defines it as the presence and multiplication of microorganisms in the urinary tract, listing symptoms like burning, unusual discharge, and pain. It includes an image of a toilet.

Lado interno del tríptico

The internal side of the triptych is titled "ITU INFECCIÓN AL TRACTO URINARIO" and is divided into three columns. The left column, "POSIBLES CONSECUENCIAS DE TENER INFECCIÓN AL TRACTO URINARIO", lists complications like preterm birth, low birth weight, mental retardation, preeclampsia, edema, anemia, kidney damage, endometritis, and neonatal sepsis. The middle column, "ATENCIÓN:", includes instructions: "UNA INCORRECTA TOMA DE MUESTRA PUEDE LLEVAR A RESULTADOS INCORRECTOS, QUE AFECTAN A LA DECISIÓN DEL DIAGNÓSTICO", "NO TOMARLA MUESTRA LUEGO DE HABER TENIDO RELACIONES SEXUALES", and "LLEVAR LA MUESTRA AL LABORATORIO LO MAS PRONTO POSIBLE (No mas de 1 hora)", accompanied by an image of a urine sample container. The right column, "¿CÓMO TOMAR CORRECTAMENTE UNA MUESTRA DE ORINA?", provides a 4-step guide: 1) Wait 3-4 hours after waking; 2) Clean the genital area with water and soap; 3) Discard the first and last drops; 4) Seal the container tightly.



ANEXO 2

TRANSPORTE DE MUESTRA

La muestra para urocultivo debe refrigerarse de 4 a 8 °C inmediatamente después de recolectada, como en el presente caso, el traslado de la muestra demoró más de 15 min, ya que el urocultivo se procesó en el laboratorio universitario como se indicó previamente, se dispuso de un cooler y bolsas con gel refrigerante, los cuales aseguran una temperatura óptima de conservación, además de un termómetro que ayudó al control de temperatura. (**FOTO 6**)



FOTO 1.- Transporte de las muestras al laboratorio de microbiología.



ANEXO 3

FICHA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Datos de la paciente:

Código tesis _____ Código Subcentro _____

Teléfono fijo/celular: _____

Dirección: _____

Edad: _____

Procedencia: Urbano ___ Rural___

Fecha de su próxima visita al médico: _____

Datos del embarazo

Riesgo de aborto durante este embarazo: _____

Semanas de Gestación: _____

¿Se encuentra recibiendo tratamiento con antibióticos? Si_____ No_____

En caso de afirmación ¿Qué tiempo ha recibido el tratamiento? _____

¿Tiene molestias al orinar? (ardor, picazón) _____

¿Hay presencia de leucorrea (secreción vaginal de color u olor inusual)? Si___ No___



ANEXO 4

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“PREVALENCIA DE INFECCIONES BACTERIANAS DEL TRACTO URINARIO EN MUJERES EMBARAZADAS QUE ASISTEN A CONTROL PRENATAL AL SUBCENTRO DE SALUD CARLOS ELIZALDE”

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA TESIS

Mediante este documento nos permitimos invitarle a participar en la tesis

“PREVALENCIA DE INFECCIONES BACTERIANAS DEL TRACTO URINARIO EN MUJERES EMBARAZADAS QUE ASISTEN A CONTROL PRENATAL AL SUBCENTRO DE SALUD CARLOS ELIZALDE”; cuyo estudio determina la prevalencia de infección de vías urinarias en la localidad de Baños.

Los objetivos que se desea lograr son:

- Su bienestar y del bebe.
- El grupo obstétrico que presenta mayor incidencia de infección.
- El principal agente etiológico (bacteria causante de enfermedad)
- Sensibilidad antimicrobiana.(seleccionar un medicamento para su curación)

Esta prueba consta de la realización de un examen citoquímico y bacteriológico; si es necesario se hará urocultivo en la muestra de orina.

Para esto solicitamos llenar un formulario de datos acerca de su embarazo y entregarnos una muestra de orina cumpliendo con las especificaciones indicadas en el tríptico informativo.

Los resultados serán entregados a usted el día de su próxima consulta o a la doctora Cinthya Indacochea, médico ginecóloga tratante en caso de no ser retirados a su tiempo.

Su valioso aporte contribuirá a ampliar el conocimiento de esta patología en la región y mejorar las medidas a tomar para prevenirlas y tratarlas.

.....

Firma de la Paciente

.....

Firma de investigadores



ANEXO 5

INTERPRETACIÓN DE TIRA REACTIVA

LEUCOCITOS: con el fin de detectar leucocitos en la orina se utilizó la tira reactiva como método indirecto para la detección de la enzima esterasa leucocitaria la misma que esta presente en los gránulos primarios o azurófilos de los neutrófilos, monocitos, eosinófilos y basófilos. Los linfocitos y células epiteliales no contienen esterasa leucocitaria. Como los leucocitos pueden sufrir lisis en la orina, la investigación de esterasa leucocitaria es útil en la detección de enzima derivada de células que no son más visibles al microscopio. La presencia de leucocitos en la orina en número significativo, está relacionada comúnmente con infección urinaria.

NITRITO: El nitrito en orina indica la existencia de bacterias capaces de convertir nitrato en nitrito como el caso de bacterias Gram negativas (*Escherichia coli*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Aerobacter*, *Salmonella*). Una coloración rosada indica un resultado positivo. La investigación de nitrito representa una prueba bastante útil en la detección de bacteriuria asintomática. “La sensibilidad de la prueba de nitritos por tiras es de 19 % a 45 %, pero una especificidad de 95 % a 98 %”.¹⁷ Esta prueba puede ser falsa negativa si la muestra de orina está muy diluida.

pH: en condiciones generales la orina es ligeramente ácida, por otro lado, la orina alcalina puede sugerir que la muestra fue mantenida a temperatura ambiente por más de 1 hora; algunos autores mencionan que la ingesta de vegetales en abundante cantidad también pueden alcalinizar la orina.

PROTEÍNA: es particularmente sensible a la albúmina y menos sensible a otras proteínas cuyos valores elevados es sugestivo de enfermedad renal.

SANGRE: La hematuria resulta del sangrado en cualquier punto del tracto urinario desde el glomérulo hasta la uretra, que puede deberse a infección, tumor, cálculo, trauma, disturbios hemorrágicos o anticoagulantes. Por otra parte la hemoglobinuria, puede resultar de hemólisis intravascular en el tracto urinario o después de la toma de



muestra, la diferencia entre hematuria y hemoglobinuria es clínicamente importante, la ausencia de hematíes al microscopio no aparta hematuria o confirmará hemoglobinuria

18



Foto 2.- Equipo de lectura de tira reactiva



Foto 3.- Tiras reactivas

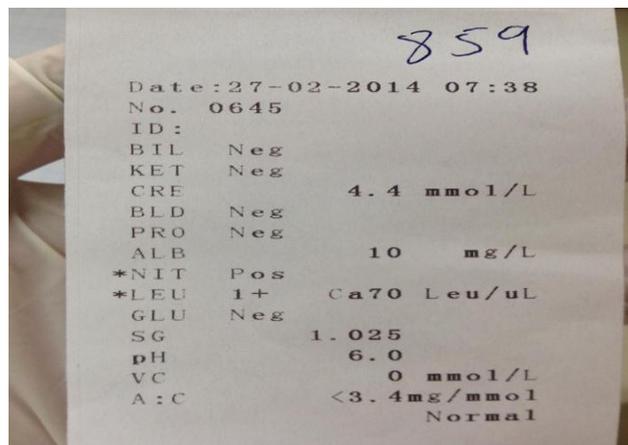


Foto 4.- Impresión del resultado de la lectura

ANEXO 6

TÉCNICAS DE SIEMBRA



AGAR SANGRE

Siembra

De una muestra de orina no diluida, adecuadamente homogenizada, tomar un solo volumen con un asa calibrada (0,01 ml). Inocular la muestra en el centro de la placa en una única siembra a partir de la cual se efectúa la dispersión del inóculo. (foto10)



Foto 5. Siembra en medio de agar sangre

Incubación

El tiempo, temperatura y atmósfera de incubación, dependerán del microorganismo que se pretende aislar y de la muestra biológica, en este caso fue 35 - 37 °C, durante un período de 24 a 48 h.

Resultados: se observa en la tabla 20 los patógenos más importantes en ITU

Microorganismo	Crecimiento	Hemólisis
<i>E.coli</i>	Abundante	----
<i>S.aureus</i>	Abundante	Beta
<i>S.pyogenes</i>	Abundante	Beta

Tabla 20.- Principales microorganismos patógenos que interesa rescatar en orina

Limitaciones.



- Las reacciones hemolíticas de los microorganismos son diferentes al usar sangre de carnero, por ejemplo las cepas de *Streptococcus* grupo D, producen β - hemólisis, en agar con otra sangre son mal clasificados como *Streptococcus* del grupo A.
- No es un medio selectivo (no sirve para identificar un microorganismo específico).⁹

Preparación el medio.

Como se requirió sangre de carnero para la preparación de este medio, se la consiguió gracias a la colaboración del proyecto NERO de la Universidad de Cuenca, cuyo director el Dr. Johnny Narváez, facilitó el ingreso a la granja para la toma de sangre de los carneros. (Foto 11)



Foto 6 (izquierda) y Foto 7 (derecha). Lugar donde se realizó la extracción de sangre de carnero con las debidas precauciones para evitar contaminación.

BROLACIN (CLED)



Siembra

Igual método al ya descrito en agar sangre. (Foto 5)

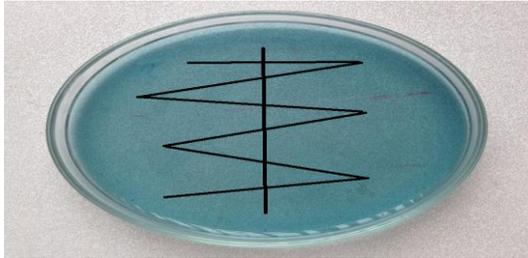


Foto 8. Técnica de sembrado en CLED

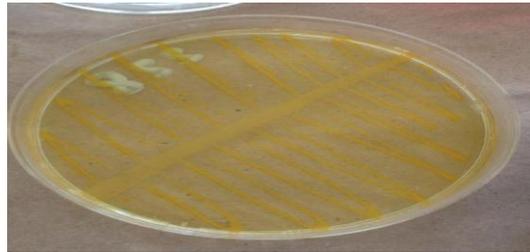


Foto 9. Medio CLED incubado a 24

horas

Incubación.

Incubar las placas a una temperatura de 35 - 37 °C, durante un período de 24 a 48 h.

Resultados.

Contar el número de colonias (UFC) en la placa y multiplicar por la dilución (x 100) para expresar el recuento en UFC/ ml (Tabla 21)

Microorganismo	Crecimiento
<i>Escherichia coli</i>	Crecimiento, colonias y medio color amarillo
<i>Proteus vulgaris</i>	Crecimiento, colonias desde incoloras hasta de color azul, inhibición de la proliferación, ligera propagación aceptable
<i>Enterococcus faecalis</i>	Crecimiento, colonias desde incoloras hasta de color amarillo, medio de color amarillo
<i>Staphylococcus aureus</i>	Crecimiento, colonias pequeña, de color amarillo, medio de color amarillo
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	Crecimiento, colonias pequeñas, color blanco a amarillento, medio de color amarillo



Sin inocular	Color verde a azul verdoso
--------------	----------------------------

Tabla 21.- Microorganismos que se pueden aislar en CLED y sus características, tomado de Manual de medios de cultivo, MERCK 2012, pág. 65

Limitaciones

- Los *Streptococos* y microorganismos que requieren sangre o suero para su crecimiento no pueden ser recuperados suficientemente en este medio, por lo que se debe cultivar la muestra también en agar sangre. Los patógenos como *Neisseria gonorrhoeae*, *Gardnerella vaginalis*, *Chlamydia*, *Ureaplasma* no crecen en este medio.²⁰

EMB AGAR

Siembra:

En superficie por estriado a partir de un inóculo poco denso para obtener colonias aisladas.

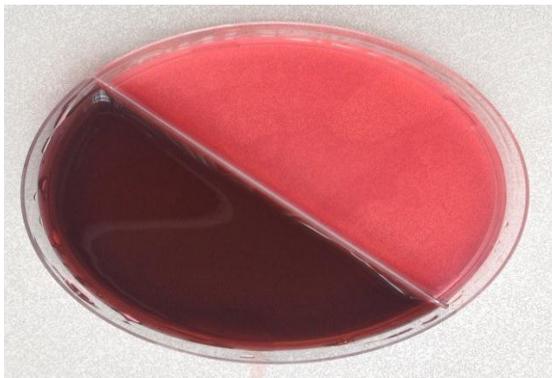


Foto 11.- Caja bipetri con medio de sembrado,

EMB y Manitol

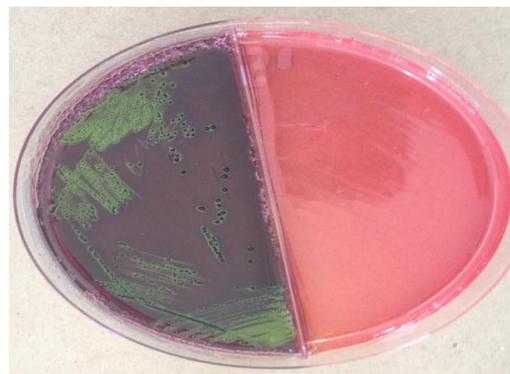


Foto 12.- Caja bipetri posterior al

colonias de *E.coli* en EMB

Incubación:

Incubar las placas a una temperatura de 35 - 37 °C, durante un período de 24 a 48 h.



Resultados En la tabla 10 se resume los tipos de microorganismos y sus colonias características en el medio EMB. ¹²

MICROORGANISMOS	COLONIAS
<i>Salmonella, Shigella</i>	Transparentes, de color ámbar
<i>Escherichia coli</i>	Verdosas con brillo metálico a la luz reflejada, con centro negro a la luz transmitida
<i>Enterobacter, klebsiella</i> y otros	Más grandes que las de <i>E. coli</i> , mucosas, confluentes, con el centro pardo – grisáceo a la luz

Tabla 22.- Microorganismos que se pueden aislar en CLED y sus características, tomado de Manual de medios de cultivo, MERCK 2012, pág. 87

AGAR MANITOL SALADO

Siembra

Sembrar en superficie un inóculo denso de la muestra. (Foto 14)

Incubación

Incubar las placas en aire ambiente (aerobiosis) a una temperatura de 35 - 37 °C, durante un período de 24 a 48 h.

Resultados

Microorganismo	Crecimiento
<i>Staphylococcus aureus</i>	Colonias amarillas de tamaño medio, medio color amarillo
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Colonias blancas de tamaño pequeño a medio, rojo medio
<i>Staphylococcus</i> diferente a <i>S. aureus</i>	Colonias de tamaño pequeño a grande, con zonas de color rojo o amarillo según especie
<i>Micrococcus</i>	Grandes de color blanco a anaranjado



<i>Enterococcus, Streptococcus</i>	Sin crecimiento a crecimiento muy débil
Bacterias Gram negativas	Sin crecimiento

Tabla 23.- Características del crecimiento de los microorganismos en manitol ¹¹

ANEXO 7

TINCIÓN DE GRAM

Procedimiento

- 1.- Fijar el portaobjetos con agua destilada o metanol al 95% dejando secar al aire.
- 2.- Aplicar una colonia de cultivo puro
- 3.- Añadir el colorante violeta de cristal por 1 minuto, posterior lavado con agua corriente y evitando que la fuerza del agua desprenda la muestra.
- 4.- Añadir el yodo de Gram por 1 minuto para permitir la unión a la pared por enlaces químicos, lavado posterior con agua corriente.
- 5.- Decolorar por medio de alcohol acetona (20 segundos) y lavar
- 6.- Añadiendo el colorante de fucsina por 1 minuto, lavar y secar

Observación de la tinción.

- Presencia de células huésped y detritos (residuos)
- Reacciones de Gram, morfológicas (cocos, bacilos, cocobacilos)
- Cantidades relativas de bacterias. ¹³

ANEXO 8

PRUEBAS BIOQUÍMICAS



PRUEBA DE CATALASA

Interpretación: prueba de catalasa en placa

- Positivo: burbujeo inmediato, observado con facilidad
- Negativo: ausencia de burbujas.

Precauciones

- Puede haber un resultado falso positivo cuando se utiliza la colonia de agar sangre para la prueba ya que los eritrocitos contienen catalasa y peroxidasa.
- Cuando se realiza la prueba en portaobjeto, no agregar H_2O_2 antes que la colonia del microorganismo ya que el platino puede producir un resultado falso positivo, es preferible usar alambre de cromo- níquel que no causa formación de burbujas.
- El crecimiento de la colonia a utilizarse para la prueba de catalasa debe provenir de un cultivo de 18 a 24 horas.¹⁵

PRUEBA DE LA OXIDASA

Interpretación

Colonias oxidasa positivas: la colonia se vuelve de color rosa, marrón y por último negro

Colonias oxidasa negativa: no hay cambio de color en las colonias o un rosa pálido

Precauciones

- La prueba de oxidasa se utiliza para identificar los miembros de la familia *Neisseria* y *Pseudomona*. Sin embargo, otros géneros también brindan un resultado oxidasa positivo, aunque dentro de la familia *Enterobacteriaceae* sólo *Plesiomonas shigelloides* es oxidasa positivo.
- No realizar la prueba de oxidasa sobre colonias que desarrollan en un medio que contiene glucosa, porque su fermentación inhibe la actividad de la oxidasa.



- Se recomienda usar un asa de platino para la prueba de oxidasa porque cualquier traza de hierro puede oxidar el reactivo de fenilendiamina, dando un resultado falso positivo.
- Los resultados falsos negativos pueden ocurrir si un cultivo mixto contiene los géneros *Neisseria* y *Pseudomona*, ya que este último produce inhibición que interfiere con la producción de oxidasa de *Neisseria*.
- El clorhidrato de dimetil p-fenilendiamina es menos sensible, y las colonias viscosas o pegajosas pueden aparecer como oxidasa negativas debido a la deficiente penetración del reactivo.
- La prueba de oxidasa debe ser realizada en todos los bacilos Gram negativos. ¹⁵

PRUEBA DE CAMP

Inoculación:

- Inóculo denso con un borde del asa, estriar la cepa de *Staphylococcus* en una línea recta que atraviese el centro de una placa de agar sangre de carnero.
- Estriar el microorganismo de prueba en la línea recta de 2-3 cm de largo y perpendicular al inóculo estafilocócico sin tocarlo.
- La incubación con la caja petri invertida en anaerobiosis (jarra con vela) aumenta la especificidad de la prueba debido a que muy pocos estreptococos no pertenecientes al grupo B son positivos en el aire, incubar 37 °C; 5 - 6 horas si es negativa dejar hasta 18 horas. Algunos *Streptococcus* del grupo A serán CAMP positivos si se incuban en condiciones anaerobias en una atmosfera de CO₂

Interpretación

- A. Reacción CAMP positiva
 - Característica zona en punta de flecha de hemólisis completa.



- Localizada en el punto de estría estafilocócica donde convergen y se superponen los productos de difusión de los dos microorganismos (factor CAMP y β -lisina) en el área entre el crecimiento de las dos cepas.
- La zona de hemólisis sinérgica se extiende en toda la profundidad de agar con sangre.
- La zona clara (hemólisis sinérgica) está rodeada por una zona más grande, oscurecida, donde la β - lisina estafilocócica alteró pero no produjo la lisis de los eritrocitos de oveja.
- *S. agalactie* del grupo B presuntivo.

B. Reacción CAMP negativa

- Ausencia del fenómeno en punta de flecha en condiciones aerobias
- aumento de la hemólisis en la zona de actividad de la β - lisina estafilocócica
 - a. Fenómeno sinérgico; sin reacción CAMP
 - b. Bacterias distintas de las especies de *Streptococcus* del grupo B

Precauciones

- La superficie de las placas de agar debe estar seca, ya que la condensación producirá diseminación, oscurecimiento y mezcla del inóculo
- Debe utilizarse sangre citratada o defibrinada de oveja, debido a que la reacción es positiva si la hemólisis sinérgica en la zona de la β – lisina se extiende en toda la profundidad del agar sangre
- Las cajas petri con el medio y la jarra de anaerobiosis deben ser precalentadas a 37 °C antes de su uso para evitar la lisis calor- frío.⁴
- La β - lisina requiere calcio para su actividad, por eso es inactiva en presencia de iones como fosfato o fluoruro, que secuestran este metal.¹⁵

TOLERANCIA NaCl

Procedimiento



- Inocular una colonia a partir de un cultivo de 18 a 24 horas en caldo NaCl al 6,5%
- Se incuba el tubo a 35 °C en aerobiosis durante 48 horas.
- Se controla a diario en busca de crecimiento.

Interpretación

- Positivo: turbidez visible en el cambio de color del violeta al amarillo o sin él
- Negativo: ausencia de turbidez y de cambio de color ¹⁵

PRUEBA DE HIDRÓLISIS DE BILIS Y ESCULINA (BE)

Interpretación

A.- Resultado Positivo para la hidrólisis de la esculina.

- 1) Un color castaño oscuro a negro difunde hacia el pico de flauta y hacia las colonias translúcidas a blancas.
- 2) La mitad o más del medio se tiñe de negro.

B.- Resultado negativo para la hidrólisis de la esculina.

- 1) No existe ennegrecimiento del medio.
- 2) Ennegrecimiento de menos de la mitad del medio en los tubos después de inoculación de 72 horas.
- 3) El crecimiento no indica ruptura de la esculina, indica que la concentración de la bilis no inhibió el crecimiento habitual de microorganismos distintos de los enterococos del grupo D ¹⁵

PRUEBA DE COAGULASA

Procedimiento en tubo.



Agregar 0.5 ml de plasma (de conejo preferentemente) y una colonia de cultivo sólido, rotar el tubo suavemente sin sacudir e incubar en baño de agua a 37°C durante 4 horas, chequeando cada 30 minutos la formación del coágulo.

Interpretación

A.- Resultado Positivo: formación de coágulo o filamentos de fibrina separados

- *S. aureus* cepa virulenta

B. - Resultado negativo:

- Estafilococo coagulasa negativo, pero sin embargo podría ser una cepa de *S. aureus*

Precauciones.

Cultivo

La actividad de la coagulasa débil o negativa puede ocurrir por cepas mutantes, si el cultivo es demasiado viejo o si el almacenamiento de los mismos no se da en condiciones adecuadas de temperatura causando la pérdida del factor de coagulación.

Plasma

La estafilotrombina es resistente a los inhibidores naturales de trombina como heparina y sensible a anticuerpos específicos como EDTA

Prueba en tubo

No agitar el tubo cuando se controla la formación del coágulo para evitar falsos resultados; *Enterococcus* del grupo D pueden coagular el plasma citratado.¹⁵

PRUEBA DEL CITRATO

Método



- Inocular una colonia de 18 a 24 horas en forma de estría sobre el pico de flauta. No hay necesidad de punción.
- Incubar a 35- 37 °C hasta 7 días, con las tapas flojas.

Interpretación

Azul de bromotimol actúa como indicador de pH

- Ácido: pH 6, color amarillo no observado.
- Alcalino: pH 7.6 color azul de Prusia oscuro
- Medio no inoculado: pH 6.9 color verde.

Positivo: Crecimiento con un intenso color azul en el pico de flauta

Negativo: Ausencia de crecimiento y ningún cambio de color.

Precauciones

1. Si se utiliza un gran inóculo para estriar el pico de flauta puede producir un color amarillo pálido en la superficie sembrada dando un falso positivo como resultado, al igual que cualquier remanente de glucosa o de otros nutrientes o sustratos en el medio de citrato.
2. Después de 24 horas de incubación de un microorganismo citrato positivo puede mostrar una leve alcalinidad, visible en el pico de flauta
3. Si se duda de la interpretación, es necesario comparar el tubo con un tubo citrato sin inocular.
4. Algunos microorganismos citrato positivos requieren una incubación durante 48 horas o más prolongada para que pueda ocurrir un cambio de pH.
5. La producción de H₂S se indica en el fondo como color negro, pero se debe tener presente que los resultados de la producción de H₂S pueden no coincidir con los obtenidos en KIA y/o TSI.
6. La reacción requiere oxígeno de modo que las tapas deben quedar flojas en la incubación.



La prueba puede leerse como positivo si existe un crecimiento aun cuando no se evidencia cambio de color. ¹⁵

LISINA – HIERRO – AGAR (LIA)

Inoculación

- Inocular una colonia de 18 a 24 horas en forma de estría en el pico de flauta con punción en el fondo del medio, incubar 24 horas a 35- 37 °C con las tapas flojas.

Interpretación

Positivo: pico de flauta púrpura/ extremo inferior púrpura, con H₂S o sin él por descarboxilación de la lisina

Negativa: pico de flauta púrpura/ extremo inferior amarillo (ácido); solo fermentación de la glucosa, por desanimación

Precauciones

- No interpretar los resultados hasta antes de 24 horas (falsos negativos)
- La actividad de descarboxilasa, se incrementa en presencia de un pH ≤ 5 y disminuye a un pH ≥ 8
- Microorganismos no fermentadores manifiestan una débil actividad descarboxilasa lo que produce insuficiente cantidad de aminas para convertir el sistema de indicador de pH. Esto puede superarse mediante:
 - A) El uso de cantidades pequeñas de sustrato
 - B) El uso de un inóculo denso de microorganismos crecidos con anterioridad (concentración alta de enzimas).



Las reacciones de los microorganismos no fermentadores son lentas en comparación con los de la familia *Enterobacteriaceae*, a menudo se requiere una incubación de 48 horas. ¹⁵

PRUEBA EN AGAR CON HIERRO DE KLIGLER

Procedimiento en tubo.

Indicador de pH: rojo fenol

Alcalino (K): rojo

Ácido (A): Amarillo

Medio sin sembrar: pH 7.4 naranja rojizo

Método de inoculación:

Cultivo puro, colonia única tocar el centro de la misma estriar el pico de flauta y punción en el fondo, incubar a 35°C de 18 – 24h

Interpretación

A.- Utilización de hidratos de carbono.

1.- Solo fermentación de la glucosa

Pico de flauta: reacción alcalina, color rojo

Fondo: reacción ácida, color amarillo

2.- Fermentación de la glucosa y lactosa

Pico de flauta: reacción ácida, color amarillo

Fondo: reacción ácida, color amarillo

3.- No hay fermentación ni de la glucosa ni de lactosa

Pico de flauta: reacción alcalina, color rojo

Fondo: microorganismo aerobio, no hay cambio

microorganismo facultativo: reacción alcalina, color rojo



B.- Producción de gas

1.- Aerógeno: producción de gas con desprendimiento del medio de la pared del tubo o presencia de una o más burbujas

2.- Anaerógeno: ninguna producción de gas

C.- Producción de H_2S : precipitado negro en el fondo del tubo con o sin cubrimiento de zona inferior.

Precauciones.

1.- Los tubos de Kligler deben leerse dentro de las 18 – 24 horas de incubación.

2.- Si el H_2S enmascara el color del fondo se debe leer como ácida. ¹⁵

UREA

Inoculación

El extracto de levadura presente en el medio brinda los factores de crecimiento requeridos por los géneros ureasa positiva, los mismos que utilizan el nitrógeno de la urea.

- Crecimiento proveniente de un cultivo puro de 24h
- Inóculo denso, estriar toda la superficie del pico de flauta
- No punzar en el fondo, sirve como control de color

Incubación:

- A una temperatura de 35 - 37 °C por 24 horas.

Interpretación:

Indicador de pH: rojo de fenol

- Ácido: color amarillo, pH 6.8
- Alcalino :color rosado a rojo, pH 8.4



- Medio no inoculado: color amarillo a pH 6.8

Positivo: color rosa – rojo intenso en el pico de flauta. El color puede penetrar en el interior del agar, la extensión del color indica la velocidad de la hidrólisis de la urea.

Positivo rápido: de 1 a 6 horas

Positivo tardío: 24 horas

Negativo: sin cambios de color (color amarillo pálido)

Precauciones

- El empleo de peptonas u otras proteínas en el medio, puede variar el pH a la alcalinidad debido a la hidrólisis de la proteína y a la liberación de un exceso de residuos de aminoácidos y dando resultados falsos positivos.
- Los medios de urea expuestos a la luz pueden desarrollar peróxido, el que podría interferir con la reacción de la ureasa, cuando se calienta el medio con la urea estéril base, esta se descompone por lo que debe evitarse el calentamiento.
- Se debe conservar los medios en refrigeración de 4 – 8 °C para evitar la autohidrólisis de la urea, aunque hay que tener presente que los cambios de color pueden tardar algo más cuando el medio es refrigerado. ¹⁵

SIM

Procedimiento en tubo

Sembrar por punción profunda con una asa recta (no usar asa con anillo) a partir de un cultivo de 24 horas en el centro del tubo SIM, la punción debe abarcar dos tercios de profundidad del medio a partir de la superficie, se debe procurar que la línea de sembrado sea lo más recta posible. Luego de la incubación, agregar 3-5 gotas de reactivo de Kovac's o de Erlich.

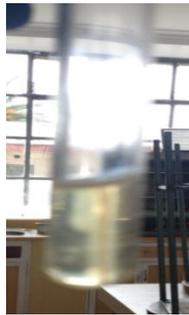


Foto 13. Tubo con medio SIM inoculado

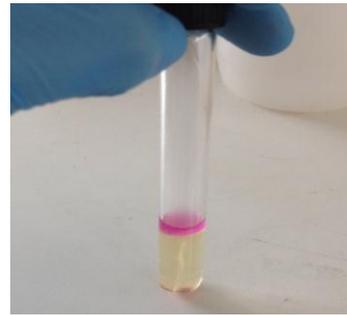


Foto 14. Positivo para Erlich

Incubación

Durante 24 horas, a 35-37 °C, en aerobiosis.

Interpretación

Cepas móviles: producen turbidez del medio, se extiende más allá de la línea de siembra. Cepas inmóviles: el crecimiento se observa solamente en la línea de siembra. Cepas H₂S positivas: ennegrecimiento en todo el medio o en la línea de siembra. Cepas H₂S negativas: el medio permanece sin cambio de color. Cepas indol positivas: color rojo luego de agregar el reactivo de Kovac's o de Erlich. Cepas indol negativas: sin cambio de color.

En la tabla 24 se puede observar la movilidad correspondiente a una variedad de bacterias.

Microorganismo	Movilidad	Indol	Producción de ácido sulfhídrico
<i>E. coli</i>	+	+	-
<i>K. pneumoniae</i>	-	-	-
<i>P. mirabilis</i>	+	-	+

Tabla 24.- Motilidad correspondiente a una variedad de enterobacterias, posibles patógenos para ITU



Precauciones

- En las bacterias aerobias estrictas, que sólo crecen en superficie, la movilidad puede ser difícil de observar.
- Algunas bacterias productoras de melanina como *Morganella morganii*, pueden dar un color parduzco, que no debe confundirse con el color negro debido a la producción de ácido sulfhídrico.⁵

PRUEBA DE VOGES- PROSKAUER (VP)

Procedimiento en tubo

Tomar una alícuota de 2.5 ml, añadir el catalizador α - naftol (6 gotas) con el fin de intensificar el color, este se combina con el producto de la reacción de diacetilo, posteriormente añadir el KOH al 40 % (1 gota) el cual ayudará a la absorción del CO₂ y al reaccionar con la peptona dará un color salmón – rosa.

Interpretación

VP (+): Color rosado – rojo en la superficie del medio (acetoina presente)

VP (-): Similar al color del reactivo

Precauciones

- El orden para agregar los reactivos para VP es extremadamente importante, primero agregar α -naftol y luego el KOH de lo contrario puede dar resultados erróneos.
- Luego de agregar los reactivos el tubo debe ser agitado con suavidad
- Al agregar el KOH no se debe superar la cantidad de 0.2 ml ya que un exceso puede enmascarar una reacción débilmente positiva.¹⁵



PRUEBA DE ROJO DE METILO (RM)

Procedimiento en tubo

Tomar alícuotas de 2.5 ml del medio VP con una pipeta, agregar 5 gotas del indicador rojo de metilo.

Química de la reacción: El rojo de metilo es un indicador ácido y denotará cambios en la acidez por reacciones de color por encima de un rango de pH de 4.4 a 6, a pH de 4.4 o menor en el medio, el reactivo permanece rojo (**Foto 15**), mientras que con la acidez disminuida a pH 6 el indicador rojo de metilo cambia al color amarillo.

Inoculación / Incubación

Crecimiento proveniente de agar sangre, inóculo liviano debajo de la superficie del medio, incubar con las tapas flojas a 37°C por 24 horas.

Interpretación:

MR positivo: Color rojo brillante

MR negativo: Color amarillo

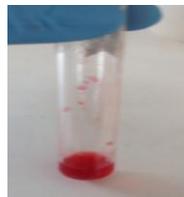


Foto 15.- Prueba positiva la rojo de metilo

Precauciones

No deben hacerse intentos para interpretar un resultado de rojo de metilo antes de las 24 h de incubación, si la prueba de RM se lleva a cabo demasiado temprano, los resultados a menudo será falsos positivos, dado que los microorganismos RM negativos pueden no tener el tiempo suficiente para metabolizar por completo los productos ácidos iniciales que se acumulan a partir de la fermentación de la glucosa. ¹⁵



ANEXO 9

PRUEBAS DE SENSIBILIDAD

PRUEBA DE SUSCEPTIBILIDAD A LA NOVOBIOCINA

Interpretación

Sensible: Inhibición del desarrollo con 16 mm o mayor, sugiere *S. epidermidis*

Resistente: Sugiere *S. saprophyticus* ¹⁵

ANTIBIOGRAMA

Las técnicas de dilución en agar se utilizan para medir la actividad “in vitro” de un antimicrobiano frente a un cultivo bacteriano después de incubar 24 horas de 35 a 37 °C, para determinar así la concentración mínima inhibitoria (CMI) del antimicrobiano.

Para realizar pruebas de sensibilidad e identificación se debe partir de un cultivo primario en medio sólido aislando una colonia de cada tipo de microorganismo que pueda tener rol patógeno.

El valor del CIM orienta al médico sobre la concentración de antimicrobiano necesario para alcanzar el sitio de infección e inhibir el microorganismo infectante, de ahí surge la importancia del patrón de Mc Farland. Cuando se informa el resultado de la CIM, el valor debe ser acompañado de su interpretación (sensible, intermedia o resistente)

Procedimiento para difusión en agar con discos.

El agar Mueller Hinton ha demostrado ser el mejor para estas pruebas por las siguientes razones:

- Permite buen crecimiento de la mayoría de los patógenos.
- Posee baja cantidad de inhibidores para sulfonamidas, trimetoprima y tetraciclinas



- Estabilidad al pH ya que muchas drogas pierden actividad a valores bajos (aminoglucósidos y macrólidos) y otras la incrementan (penicilinas)

Una vez con el medio listo para ser utilizado se procede a la difusión de la suspensión bacteriana, para ello utilizamos una colonia aislada, dispersándola sobre suero fisiológico estéril ajustando la turbidez equivalente al patrón 0,5 de Mc Farland. Una vez ajustado el patrón debe utilizarse dentro de los 15 min, posteriormente con un hisopo estéril inocular las cajas petri (Foto 20), las mismas que deben mantenerse a temperatura ambiente hasta que el agar absorba el líquido, colocar los discos de antibióticos (Foto 21) y a paso siguiente incubar las cajas invertidas a 35 - 37 °C, por 24 horas.

Al realizar la lectura se mide el halo de inhibición y se compara con las medidas que ofrece el manual de sensibilidad (CLSI 2013).¹⁹



Foto 16. Agar Muller Hinton



Foto 17. Inoculación con hisopo estéril

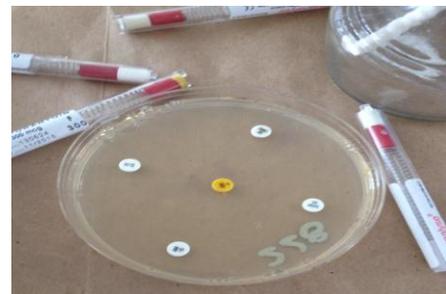


Foto 18. Discos de antibióticos