

**UNIVERSIDAD GALILEO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**LICENCIATURA EN QUÍMICA BIOLÓGICA**

**“SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LOS NITRITOS Y ESTERASAS  
LEUCOCITARIAS DE LA TIRA QUÍMICA REACTIVA DEL ANÁLISIS DE ORINA  
COMO PREDICTORES DE INFECCIÓN URINARIA, COMPARADA CON EL  
UROCULTIVO, EN PACIENTES QUE ACUDIERON A UNA UNIDAD DE CONSULTA  
EXTERNA EN EL ÁREA METROPOLITANA EN EL AÑO 2019.”**

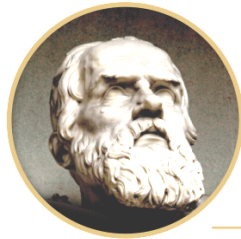


TESIS

PRESENTADA A LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD PREVIO A CONFERIRSE EL  
TÍTULO DE

**QUÍMICO BIÓLOGO**  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO 2022



*Galileo*  
UNIVERSIDAD

La Revolución en la Educación

#### INTEGRANTES

**Brenda Arely Salazar Monroy de López 15002247**

**Alejandra Renné Ortíz Toledo 13005664**

**Jackeline Sucet Estrada Quiñonez 12005061**

MIEMBROS DE HONOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNIVERSIDAD GALILEO

DECANA

Dra. Vilma Judith Chávez de Pop

COORDINADOR ACADÉMICO

Licda. Glenda Escalante

COORDINADOR ÁREA DE TESIS

Lic. Gustavo Adolfo Barrios Sánchez

**JURADO QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS**

PRESIDENTE:

SECRETARIO:

EXAMINADOR:

Guatemala, 14 de Abril de 2022

Licenciada:  
Leslie Rodríguez  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo  
Presente

Estimada Licda. Rodríguez:

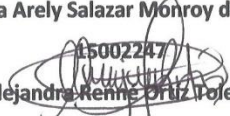
Tenemos el gusto de informarle que hemos finalizado el trabajo de tesis titulado:

**“SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LOS NITRITOS Y ESTERASAS LEUCOCITARIAS DE LA TIRA QUÍMICA REACTIVA DEL ANÁLISIS DE ORINA COMO PREDICTORES DE INFECCIÓN URINARIA, COMPARADA CON EL UROCULTIVO, EN PACIENTES QUE ACUDIERON A UNA UNIDAD DE CONSULTA EXTERNA EN EL ÁREA METROPOLITANA EN EL AÑO 2019.”**

Por lo cual solicitamos la revisión del mismo, para evaluar el cumplimiento de los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, el autor y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,

  
Brenda Arely Salazar Monroy de López

  
Alejandra Renee Ortiz Toledo  
13005664

  
Jackeline Sucer Estrada Quiñonez  
12005061

Guatemala, 19 de febrero de 2021

Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Presente.


Señora Decana, Dra. Vilma Chávez de Pop


Por este medio yo: **ALEJANDRA RENNE ORTIZ TOLEDO CON CARNE NO. 13005664, BRENDA ARELY SALAZAR MONROY CON CARNE. NO. 15002247 Y JACQUELINE SUCET ESTRADA QUIÑONEZ CON CARNET NO. 12005061** nos dirigimos a usted como estudiantes de la carrera de Licenciatura **EN QUIMICA BIOLOGICA**, para solicitar su aprobación del punto de tesis:


**“SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LOS NITRITOS Y ESTERASAS LEUCOCITARIAS DE LA TIRA QUÍMICA REACTIVA DEL ANÁLISIS DE ORINA COMO PREDICTORES DE INFECCIÓN URINARIA, COMPARADA CON EL UROCULTIVO, EN PACIENTES QUE ACUDIERON A UNA UNIDAD DE CONSULTA EXTERNA EN EL ÁREA METROPOLITANA EN EL AÑO 2019.”**

Agradeciendo su atención a la presente y en espera de una respuesta afirmativa, me despido de usted.

Atentamente,

  
ALEJANDRA RENNE ORTIZ TOLEDO  
13005664

  
BRENDA ARELY SALAZAR MONROY  
15002247

  
JACKELINE SUCET ESTRADA QUIÑONEZ  
12005061

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE IMÁGENES .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	xv
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>MARCO METOLÓGICO</b> .....	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3 ESPECIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.4.1 UNIDAD DE ANÁLISIS .....	2
1.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	3
1.6 ÁMBITO GEOGRÁFICO .....	3
1.7 HIPÓTESIS .....	3
1.8 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.8.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.9 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	4
1.9.1 MÉTODOS .....	4
1.9.2 TÉCNICAS .....	4
1.9.3 INSTRUMENTOS .....	4
1.10 RECURSOS .....	5
1.10.1 RECURSOS HUMANOS .....	5
1.10.2 RECURSOS MATERIALES .....	5
1.10.3 RECURSOS FINANCIEROS .....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>6</b>

<b>MARCO TEÓRICO</b>	6
2.1 ANTECEDENTES	6
2.2 FISIOLÓGÍA DEL SISTEMA URINARIO	7
2.3 ANATOMÍA DEL SISTEMA URINARIO	8
2.4 RIÑONES	9
2.5 VÍAS URINARIAS	10
2.6 VEJIGA	11
2.7 URETRA	12
2.8 FORMACIÓN DE LA ORINA	16
2.9 FILTRACIÓN DE LA ORINA	17
2.10 REABSORCIÓN	17
2.11 SECRECIÓN	18
2.12 INFECCIÓN DEL TRACTO URINARIO	18
2.13 EPIDEMIOLOGÍA	20
2.14 ETIOLOGÍA	22
2.15 PATOGENIA	24
2.16 FACTORES PREDISPONENTES	24
2.17 EXAMEN COMPLETO DE ORINA	26
2.17.1 HISTORIA	26
2.18 EXAMEN DE ORINA	30
2.19 TOMA DE MUESTRA DE ORINA	31
2.20 Procedimiento para la toma de muestra de orina	32
2.21 Análisis químico	33
2.21.1 Glucosa	35
2.21.2 Bilirrubina	36
2.21.3 Cetonas	37
2.21.4 Densidad	38
2.21.5 Sangre (eritrocitos)	39
2.21.6 pH	40
2.21.7 Proteínas	41



2.21.8	Urobilinógeno .....	43
2.21.9	Nitritos .....	44
2.21.10	Leucocitos .....	46
2.22	ANÁLISIS FÍSICO .....	47
2.22.1	Aspecto .....	48
2.23	ANÁLISIS DEL SEDIMENTO URINARIO .....	50
2.23.1	Glóbulos rojos (Gr).....	50
2.23.2	Glóbulos blancos (Gb) .....	51
2.23.3	Bacterias .....	52
2.23.4	Células epiteliales .....	52
2.23.5	Cilindros .....	53
2.23.6	Cristales .....	54
2.23.7	Moco .....	56
2.23.8	Hongos .....	56
2.23.9	Parásitos .....	57
2.3	UROCULTIVO .....	57
2.3.1	Toma de muestra para el urocultivo .....	58
2.4	UROCULTIVO COMO DIAGNÓSTICO .....	61
2.4.1	Bacterias productoras de Betalactamasas .....	62
2.5	Sensibilidad y especificidad .....	64
<b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>72</b>
3.1	RESULTADOS OBTENIDOS .....	72
3.2	SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE NITRITOS Y ESTERASAS LEUCOCITARIAS DE LA TIRA QUÍMICA REACTIVA .....	72
3.3	INTERPRETACIÓN PORCENTAJE DE UROCULTIVOS POSITIVOS Y NEGATIVOS .....	73
3.4	INTERPRETACIÓN PORCENTAJE DE NITRITOS POSITIVOS .....	75
3.5	INTERPRETACIÓN CÁLCULO DE SENSIBILIDAD Y VALOR PREDICTIVO POSITIVO DE NITRITOS .....	76

3.6	INTERPRETACIÓN CÁLCULO DE ESPECIFICIDAD Y VALOR PREDICTIVO NEGATIVO DE LOS NITRITOS .....	78
3.7	INTERPRETACIÓN PORCENTAJE DE LAS ESTERASAS LEUCOCITARIAS .....	79
3.8	INTERPRETACIÓN CÁLCULO DE LA SENSIBILIDAD Y VALOR PREDICTIVO POSITIVO DE LAS ESTERASAS LEUCOCITARIAS .....	81
3.9	INTERPRETACIÓN CÁLCULO DE LA ESPECIFICIDAD Y VALOR PREDICTIVO NEGATIVO DE LAS ESTERASAS LEUCOCITARIAS .....	82
	CONCLUSIONES .....	83
	RECOMENDACIONES .....	85
	BIBLIOGRAFÍA .....	86
	ANEXOS .....	89

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Anatomía el sistema urinario .....	9
Imagen 2. Anatomía del riñón.....	16
Imagen 3. Formación de la orina.....	18
Imagen 4. Infección del tracto urinario.....	20
Imagen 5. Historia del examen general de orina.....	30
Imagen 6. Muestra de orina.....	32
Imagen 7. Análisis químico.....	34
Imagen 8. Bacterias reductoras de nitritos.....	46
Imagen 9. Análisis físico.....	50
Imagen 10. Sedimento urinario.....	57
Imagen 11. Cultivo de orina .....	58
Imagen 12. Tabla 2x2.....	67
Imagen 13. Cálculo de sensibilidad y especificidad .....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencia de urocultivos .....	72
Tabla 2. Presencia de nitritos en orina identificados por medio de la tira química Reactiva .....	74
Tabla 3. Cálculo de la sensibilidad de nitritos de la tira química reactiva usando como prueba confirmatoria el urocultivo .....	75
Tabla 4. Cálculo del valor predictivo positivo de nitritos .....	76
Tabla 5. Cálculo de especificidad de nitritos de la tira química reactiva usando como prueba confirmatoria el urocultivo .....	77
Tabla 6. Cálculo del valor predictivo negativo de nitritos .....	77
Tabla 7. Presencia de esterasas leucocitarias en orina identificados por medio de la tira química reactiva .....	78
Tabla 8. Cálculo de la sensibilidad de las esterasas leucocitarias de la tira química reactiva usando como prueba confirmatoria el urocultivo .....	80
Tabla 9. Cálculo del valor predictivo positivo de las esterasas leucocitarias .....	80
Tabla 10. Cálculo de la especificidad de esterasas leucocitarias de la tira química reactiva usando como prueba confirmatoria el urocultivo .....	81
Tabla 11. Cálculo del valor predictivo negativo de las esterasas leucocitarias .....	82

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de urocultivos negativos y positivos .....	73
Gráfica 2. Porcentaje de nitritos identificados por medio de la tira química reactiva ...	74
Gráfica 3. Porcentaje de esterasas leucocitarias identificadas por medio de la tira química reactiva .....	79

## ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Área de heces y orina

Anexo 2. Área de Laboratorio Unidad Periférica del área Metropolitana

Anexo 3. Inserto Tiras químicas reactivas H10 (DR 10010)

## INTRODUCCIÓN

Las infecciones de las vías urinarias son la respuesta inflamatoria del urotelio, el cual reúne signos y síntomas que son provocados por la colonización de bacterias en el tracto urinario desde la uretra hasta los riñones. Es una enfermedad que afecta a hombres, mujeres y niños sin importar la edad. No se trata de una patología grave, pero muchas veces se complica debido a factores propios de los pacientes como la edad, hábitos de higiene, relaciones sexuales, embarazo y anomalías en el sistema urinario, también la falta de atención y tratamiento oportuno por el personal médico, así como la baja sensibilidad que poseen algunas pruebas para ayudar al diagnóstico. Ante esta situación se realizó una investigación sobre la SENSIBILIDAD, ESPECIFICIDAD, VALOR PREDICTIVO POSITIVO Y VALOR PREDICTIVO NEGATIVO DE LAS TIRAS QUIMICAS REACTIVAS DE ORINA PARA IDENTIFICAR NITRITOS Y ESTERASAS LEUCOCITARIAS USANDO COMO PRUEBA CONFIRMATORIA EL UROCULTIVO.

Se analizaron a 520 pacientes de ambos géneros y diferentes edades que presentaban resultados positivos de nitritos y esterasas leucocitarias en la tira química reactiva de orina relacionándolos con el resultado del urocultivo. Estos se ingresaron a una base de datos de Excel, posteriormente se realizaron los cálculos de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo con su interpretación respectivamente.

Después de haber analizado los datos de las 520 muestras, se obtuvieron los siguientes resultados: la frecuencia de urocultivos positivos fue de 327 muestras (63%), mientras que los urocultivos negativos fueron 193 muestras (37%). La frecuencia de los nitritos positivos detectados en la tira química reactiva fue de 206 (39.61%) y para los nitritos negativos detectados en la tira química reactiva fue de 314 (60.38%). Para las esterasas leucocitarias obtuvimos 417 muestras con resultado positivo en la tira química reactiva que equivale al 80% y para los resultados de esterasas leucocitarias negativas fue de 103 (20%).

Con respecto a la sensibilidad y valor predictivo positivo de los nitritos y esterazas leucocitarias detectados mediante la tira química reactiva se obtuvo el siguiente resultado: 89% de sensibilidad para nitritos que indica que de cada 100 muestras 89 tienen nitrito positivo, mientras que los 11 restantes fueron falsos negativos. Mientras que para el valor predictivo positivo se obtuvo un valor del 88%, es decir que cuando la tira reactiva marca nitritos positivos, el 88 por ciento de las veces será un valor verdadero. En la sensibilidad de las esterazas leucocitarias se obtuvo un resultado del 94%, un valor bastante alto que indicó que de cada 100 muestras 94 fueron detectadas con esterazas leucocitarias positivas, mientras que los 6 restantes fueron falsos negativos, el valor predictivo positivo fue de 94% también un valor bastante alto que indicó que el 94% de las veces fue un valor verdadero.

Para finalizar tenemos la especificidad y valor predictivo negativo de los nitritos y esterazas leucocitarias. Para los nitritos de la tira química reactiva se obtuvo un valor del 91%, lo que indicó que de cada 100 muestras 91 de ellas no contiene nitritos y los 9 restantes fueron falsos positivos. El valor predictivo negativo evidenció un valor del 92%, similar al valor de la especificidad que indicó que el 92% de las veces el valor será un resultado verdaderamente negativo. Con las esterazas leucocitarias se obtuvo un resultado del 79%, un valor bastante bajo, que demostró que de cada 100 muestras la tira reactiva detectó 79 muestras con esterazas leucocitarias negativas y las 21 muestras restantes fueron falsos positivos, el valor predictivo negativo tuvo un valor del 81% similar a la especificidad, lo que indicó que este resultado será verdadero en un 81% de las veces.



## **CAPÍTULO I**

### **MARCO METOLÓGICO**

#### **1.1. JUSTIFICACIÓN**

Las infecciones del tracto urinario son un proceso inflamatorio determinado por la invasión y multiplicación de cualquier microorganismo, que va de forma ascendente desde la uretra hasta los riñones.

Actualmente la frecuencia de infecciones urinarias es elevada y recurrente, los pacientes que padecen de esta infección deben esperar tratamiento con antibióticos hasta que salga el resultado del urocultivo, que por lo general son 4 días, lo que trae un retraso en el inicio del tratamiento. Por consiguiente, con los resultados de esta investigación podemos orientar al profesional de salud, que con el examen Completo de Orina basados en la sensibilidad y especificidad de los nitritos y esterases leucocitarias detectados en la tira química reactiva se puede dar inicio al tratamiento con antibióticos.

El presente trabajo de investigación es viable, la unidad de análisis cuenta con un laboratorio clínico donde se procesan las muestras tanto de examen completo de orina como el urocultivo, el cual cuenta con un sistema digital de laboratorio donde se guardan los resultados de los pacientes.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Dada la situación de que el profesional de salud espera a interpretar los resultados del urocultivo de los pacientes, hay retraso en el inicio del tratamiento con antibióticos, por lo que con la determinación de la sensibilidad y especificidad de los nitritos y esterasas leucocitarias evidenciados en la tira química reactiva del análisis, se podría dar inicio al tratamiento.

### **1.3. ESPECIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

El médico considera esperar el resultado del urocultivo para poder dar inicio al tratamiento con antibióticos al paciente, lo que retrasa la evolución de la salud del paciente, por lo que con la determinación de la sensibilidad y la especificidad de los nitritos y esterasas leucocitarias evidenciados en la tira química reactiva que indican una infección urinaria, se debería dar inicio con el tratamiento.

### **1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.4.1. UNIDAD DE ANÁLISIS**

Se realizará el análisis de la sensibilidad y la especificidad de los nitritos y esterasas leucocitarias del examen químico de orina y el urocultivo respectivamente procesados en el departamento de Laboratorio Clínico de la unidad periférica de consulta externa del área metropolitana en el año 2019.

## **1.5. TAMAÑO DE LA MUESTRA**

El análisis se realizará a 520 pacientes de ambos géneros y diferentes edades que acudieron a realizarse examen de orina completo y urocultivo a la unidad periférica de consulta externa del área metropolitana en el año 2019.

## **1.6. ÁMBITO GEOGRÁFICO**

El análisis se realizará en la unidad periférica de consulta externa en el área metropolitana, de la ciudad de Guatemala.

## **1.7. HIPÓTESIS**

Con el análisis de la sensibilidad y especificidad de los nitritos y esterasas leucocitarias del análisis químico del examen completo de orina se correlaciona significativamente el urocultivo para el diagnóstico de infecciones del tracto urinario en pacientes que acudieron a la unidad periférica de consulta externa del área metropolitana en el año 2019.

## **1.8. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.8.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la sensibilidad y especificidad de los nitritos y esterasas leucocitarias del análisis químico del examen completo de orina usando como prueba confirmatoria el urocultivo para el diagnóstico de infecciones del tracto urinario en pacientes de ambos géneros y diferentes edades que acudieron a la unidad periférica de consulta externa del área metropolitana en el año 2019.

## **1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar la especificidad de los nitritos y esterasas leucocitarias del análisis químico del examen completo de orina con el urocultivo para el diagnóstico de infecciones del tracto urinario en pacientes de ambos géneros y diferentes edades que acudieron a la unidad periférica de consulta externa del área metropolitana en el año 2019.

Identificar la sensibilidad de los nitritos y esterasas leucocitarias del análisis químico del examen completo de orina con el urocultivo, para el diagnóstico de infecciones del tracto urinario en pacientes de ambos géneros y diferentes edades que acudieron a la unidad periférica de consulta externa del área metropolitana en año 2019.

Determinar el valor predictivo positivo de los nitritos y esterasas leucocitarias del análisis químico, relacionados con el urocultivo para el diagnóstico de infecciones del tracto urinario en pacientes de ambos géneros y diferentes edades que acudieron a la unidad periférica de consulta externa del área metropolitana en el año 2019.

Determinar el valor predictivo negativo de los nitritos y esterasas leucocitarias del análisis químico, relacionados con el urocultivo para el diagnóstico de infecciones del tracto urinario en pacientes de ambos géneros y diferentes edades que acudieron a la unidad periférica de consulta externa del área metropolitana en el año 2019.

## **1.9. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

### **1.9.1 MÉTODOS**

Se realizó una base de datos de los pacientes.

### **1.9.2 TÉCNICAS**

Con la base de datos de los pacientes se hicieron cálculos de sensibilidad y especificidad.

### **1.9.3 INSTRUMENTOS**

Computadoras.

Programa de Excel para realizar las tablas y gráficas de datos.

## **1.10 RECURSOS**

### **1.10.1 RECURSOS HUMANOS**

- Personal Profesional y Técnico de la unidad médica de consulta externa del área metropolitana.
- Estudiantes que elaboraron la investigación de proyecto de tesis de la Universidad Galileo de la carrera de Licenciatura en Química Biológica.
- Asesor Licda. Mónica Illescas Azurdia, Químico Biólogo.

### **1.10.2 RECURSOS MATERIALES**

Computadora, calculadora, cuaderno de notas.

### **1.10.3 RECURSOS FINANCIEROS**

El presupuesto está conformado por viaje de recolección de datos a la unidad periférica de consulta externa del área metropolitana que son Q500.00.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

La infección urinaria es la patología infecciosa más frecuente y una de las principales causas de hospitalización en el adulto mayor, además se asocian a mayor complicación y mortalidad. La prevalencia de agentes etiológicos BLEE es mayor que en la población en general por lo que es necesario el estudio de los factores asociados. (CORDOVA, 2020)

La infección de vías urinarias es una entidad clínica definida como la colonización, invasión y proliferación bacteriana que puede comprometer desde la uretra o la vejiga hasta el parénquima renal. Desde el punto de vista clínico es difícil establecer el diagnóstico topográfico debido a que la sintomatología es muy inespecífica. Sin embargo, la presentación clínica puede ser definida según su localización, evolución, compromiso estructural y recurrencia. Operativamente la infección de vías urinarias es definida como la coexistencia de bacteriuria, leucocituria y un número significativo de bacterias en un urocultivo. Las infecciones de vías urinarias representan un problema en la sociedad actual, con mayor frecuencia en las mujeres, debido a la cortedad de la uretra, que además desemboca en el introito vaginal que está colonizado por la microbiota intestinal. Estas infecciones, a menudo están relacionadas con el coito y también son más frecuentes durante el embarazo. Se ha comprobado que entre el 10 y 30% de las mujeres tendrá una infección urinaria y más del 40% recaen. Esta frecuencia es aún mayor en la mujer embarazada. (Bellorin, 2019)

La infección del tracto urinario (ITU), es una enfermedad que puede ocurrir en cualquier sitio del urotelio, que abarca desde la uretra hasta los riñones, pudiendo presentar síntomas o no. Teniendo una incidencia mayor en mujeres que en varones con una proporción de 8:1; y se da en aproximadamente de 2 a 3 casos por cada 100 habitantes, cifra que va en aumento a nivel mundial tornándose un problema de salud pública. (Toro, 2019)

La infección del tracto urinario (IVU) es un proceso inflamatorio determinado por la invasión y multiplicación de cualquier microorganismo, en sentido ascendente, desde la uretra hasta los riñones. Es un problema de salud frecuente (6 % de las consultas médicas). Su incidencia varía según la edad y el sexo, se dice también, que las infecciones de las vías urinarias comprenden una de las infecciones bacterianas más frecuentes en los adultos. La bacteriuria es común en las niñas de edad escolar, con frecuencia asintomática y recurrente, lo que representa un mayor riesgo de sufrir IVU en épocas posteriores. En la edad adulta, la prevalencia en la mujer es mayor en los períodos de actividad sexual y el embarazo. (SOCIAL, 2019)

## **2.2. FISIOLÓGÍA DEL SISTEMA URINARIO**

El sistema urinario es el conjunto de órganos que participan en la formación y evacuación de la orina. Está constituido por dos riñones, órganos densos productores de la orina, de los que surgen sendas de la pelvis renal, como un ancho conducto excretor que al estrecharse se denomina uréter, a través de ambos uréteres la orina alcanza la vejiga urinaria donde se acumula, finalmente a través de un único conducto, la uretra, la orina se dirige hacia el meato urinario y el exterior del cuerpo. Los riñones filtran la sangre y producen la orina, que varía en cantidad y composición, para mantener el medio interno constante en composición y volumen, es decir para mantener la homeostasis sanguínea. (PUJOLS, 2021)

Filtración glomerular: La cantidad de sangre que pasa por el riñón o flujo sanguíneo renal (FSR) es de aproximadamente 1.1 L/min., en una persona adulta de 70 kg. Considerando que la sangre que sale del corazón por minuto (gasto cardíaco) es de 5 litros/min., los riñones reciben el 20-25% del gasto cardíaco, el cual es filtrado en un lapso de 5 minutos. De los 1.1 l/min. que pasan por el riñón, tan solo 125 ml/min. pasan por entre los glomérulos renales, volumen que se denomina tasa de filtración glomerular. (RAMON)

Reabsorción y secreción tubular: El filtrado glomerular (FG) luego de pasar por la cápsula de Bowman pasa por el tubo contorneado proximal, que es el lugar donde se reabsorbe el 80% de todo el FG. Las siguientes son las sustancias que se reabsorben: a) Sodio (por diferentes mecanismos) b) Agua (por difusión) c) Glucosa y aminoácidos (mediante co-transporte con el sodio). d) Aminoácidos y pequeñas moléculas proteicas (por pinocitosis) e) Urea, vitaminas hidrosolubles, calcio y fosfato. f) Potasio y secreción de ácido úrico. (RAMON)

### **2.3. ANATOMÍA DEL SISTEMA URINARIO**

El aparato urinario, es el conjunto de órganos que producen y excretan orina, el cual es considerado el líquido principal de desecho del organismo, mismo que resulta de los procesos metabólicos. Se divide para su estudio en vías urinarias altas y vías urinarias bajas, las primeras incluyen los dos riñones, las pelvis y los uréteres, y la segunda la vejiga urinaria y la uretra. (MARIELA, 2013)

El riñón es un órgano par que se ubica en la región retroperitoneal, entre el nivel de la doceava vertebra torácica y la tercera vértebra lumbar, su aspecto normal semeja un frijol de gran tamaño, el riñón derecho se ubica en posición más baja al ser desplazado por el hígado, tienen una longitud de 12+/- 2 cm, amplitud 6 cm y grosor 3 cm, su peso en un adulto normal es de 150 a 170 gramos. Por el hilio renal a cada riñón llega una arteria y



egresa una vena, la vena renal del lado izquierdo es más larga que la del lado derecho, aspecto anatómico aprovechado por los cirujanos de trasplante, quienes preferencialmente lo utilizan en las nefrectomías de los donantes renales. Cada riñón está rodeado de la grasa perirrenal, tejido abundante también en el hilio donde ecográficamente genera imágenes características por su ecogenicidad (ecodensas). En la parte superior de los riñones se encuentran las glándulas suprarrenales. (PARRA)

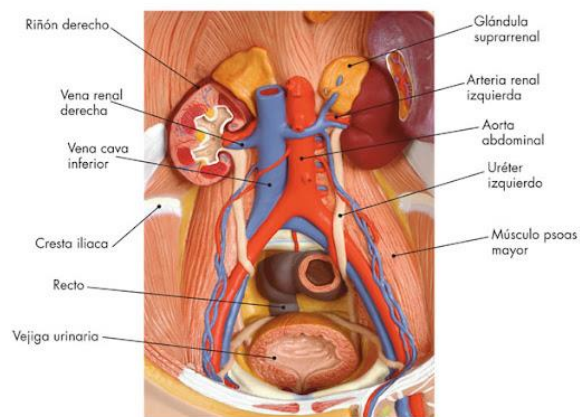


Imagen 1. Anatomía del sistema urinario. Tomado y adaptado de <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3a%2F%2Fcatalogacionrua.unam.mx>

## 2.4. RIÑONES

Los riñones están situados en la región retroperitoneal a lo largo de los músculos psoas. El hilio renal corresponde aproximadamente a la apófisis transversa de la primera vértebra lumbar. Los polos superiores están algo más cerca de la línea media. El polo superior izquierdo queda a la altura de la 11<sup>a</sup> costilla, el polo superior derecho un poco más bajo, por la posición del hígado. Al nacer el riñón mide 4 – 5 cm de largo para llegar a 10 – 12 cm en el adulto. El peso promedio del riñón del RN es de 23 gr. y de 125 gr. en el adulto. En el RN el riñón es un órgano completo en cuanto al número de sus elementos,

el crecimiento ulterior alarga y ensancha los túbulos, especialmente los contorneados y los glomérulos duplican su volumen. Los riñones están sostenidos por: Grasa perirrenal, dentro de la fascia perirrenal o cápsula de Gerota con su hoja anterior de Toldt y hoja posterior de Zuckerkandl que constituyen la celda renal. Pedículo vascular renal tono de los músculos abdominales volumen de vísceras abdominales (F, 2006)

Uréteres, vejiga y uretra: Los uréteres (derecho e izquierdo) conectan con la vejiga (que es única), a la cual llegan por la cara posterior. Los uréteres son tubos estrechos de 25 a 30 cm de longitud, con un diámetro desde 1 a 10 mm. La vejiga urinaria es un órgano muscular hueco, distensible, situado en la cavidad pélvica. En las mujeres está situada por delante de la vagina y debajo del útero. La forma depende de la cantidad de orina que contenga. En reposo y vacía, se colapsa; en caso de poca orina, adopta una forma esférica; cuando está llena adopta una forma de pera y se eleva en la cavidad abdominal. Su capacidad de almacenamiento de orina varía desde 700 ml a 800 ml. La capacidad disminuye en las mujeres debido al espacio que ocupa el útero.

En su parte inferior posee el orificio uretral interno que es el origen de la uretra. La uretra es un tubo conductor que va desde el orificio uretral interno hasta el meato externo u orificio uretral externo. En los hombres, su longitud promedio es de 15 a 20 cm, mientras que en las mujeres es de tan solo 4 cm. En los hombres, la uretra posee tres porciones: a) la uretra prostática que pasa por entre la próstata, b) la uretra membranosa, que es la porción más corta y se relaciona con el diafragma urogenital y c) la uretra esponjosa, relacionada con el trayecto a través del pene. Tanto en los hombres como en las mujeres, la uretra es la porción terminal del sistema urinario y la vía de paso para expulsar orina del cuerpo. (S.)

## **2.5. VÍAS URINARIAS**

Las vías de excreción de cada riñón están formadas por los cálices, la pelvis renal y el uréter. Cálices renales: Son tubos membranosos fijos por su extremo externo alrededor

de la base de cada una de las papilas (cálices menores), en el que vierten la orina que fluye por los orificios del área cribosa. Los cálices menores se reúnen en grupos de 3 a 4 y forman 3 cálices mayores: superior, medio e inferior Pelvis renal: Ya descrita anteriormente. Es una cavidad en forma de embudo, también denominada bacinete.

Ocupa la parte posterior del pedículo renal y se continúa con el uréter. Uréter: Es conducto irregularmente calibrado, de 25 cm de longitud y 3 – 6 mm de diámetro. Tiene una dirección oblicua, de arriba abajo y de fuera adentro. En el curso de su trayecto el uréter desciende por la parte posterior de la cavidad abdominal, cruza los grandes vasos ilíacos y penetra en la vejiga a través del meato ureteral. (F.)

Presenta tres estrechamientos- Unión piel - ureteral - Cruce de los vasos ilíacos - Unión uretero – vesical, tienen importancia para el paso de cálculos. Penetra en la vejiga en el ángulo externo del triángulo vesical, carece de esfínter y su mecanismo valvular está dado por su entrada oblicua a la vejiga y la pared vesical misma.

## **2.6. VEJIGA**

Receptáculo músculo membranoso, tapizada de epitelio y rodeada de tejido celular laxo, destinada a recoger la orina y a conservarla hasta su evacuación. Situada detrás de la sínfisis púbica, delante del recto, encima del suelo de la pelvis y de la próstata. Está constituida por dos túnicas: una muscular que tiene fibras longitudinales, circulares y fascículos dirigidos en sentidos diferentes y una mucosa, muy resistente y elástica. Vacía no es posible palparla. Su capacidad es de 400 ml en el hombre y 500 ml en la mujer. Al nacer tiene una capacidad de 20 a 50 ml. Su capacidad máxima es de 2 a 3 litros; la cantidad de orina que provoca el deseo de orinar es de 125 a 350 ml. (DR, 2006)

Su cara anteroinferior se aplica a la sínfisis púbica, separa por el espacio prevesical o de Retzius. Su cara posteroinferior está en contacto con las vesículas seminales y los conductos deferentes. La superficie interna es lisa en el niño y en el adulto; algo más irregular en el anciano. En su base presenta el triángulo vesical, zona triangular limitada por los orificios ureterales y el cuello vesical. Tiene importancia por cuanto deriva de la cloaca (endodérmica) y no así el resto de la vejiga que es de origen mesodérmico. En el niño, hasta los cuatro años, la vejiga es un órgano abdominal, a partir de esa edad y hasta la pubertad, la vejiga es pélvica y después de los 20 años ocupa su sitio en el piso de la pelvis. Las arterias provienen de la pudenda interna y la obturatriz, por la vesical inferior y la umbilical; los nervios, de los plexos simpáticos hipogástricos y de 3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup> nervios sacros.

## **2.7. URETRA**

La uretra es un conducto por el cual sale la orina y en el hombre, además, el líquido espermático. En su trayecto atraviesa primero la próstata, luego la aponeurosis perineal media y penetra en la vaina eréctil del cuerpo esponjoso, que la envuelve hasta su terminación. Se divide en tres partes: la uretra prostática, que comprende toda la porción del conducto situado en el espesor de la próstata, la uretra membranosa, desde el vértice de la próstata, por arriba de la aponeurosis perineal media al origen de la vaina eréctil, rodeada por el esfínter estriado y la uretra esponjosa (o peneana), en relación con el cuerpo esponjoso. Mide 3 a 4 cm en la mujer y 15 a 18 cm en el hombre con un diámetro de 8 a 9 mm. Presenta dilataciones en la región prostática, zona del bulbo, donde comienza la uretra esponjosa y en la fosa navicular.

En la médula renal se encuentran una serie de estructuras en forma de cono que se denominan pirámides renales. Pueden variar entre 8 y 18 pirámides. La base de pirámide (extremos más anchos) está en relación con la corteza renal mientras que el vértex o

ápice que también se denomina papila renal (extremo más estrecho) apunta hacia el centro del riñón. Las porciones entre las pirámides renales se denominan columnas renales. Los ápices renales se reúnen en otras estructuras denominadas cálices menores. Estos cálices a su vez se van agrupando para formar los cálices mayores y la unión de estos conforma la pelvis renal que es el origen de los uréteres. La anatomía interna tiene mucha relación con la irrigación del riñón. La arteria renal, al llegar a la pelvis renal se divide en varias arterias segmentarias. Estas arterias a su vez se subdividen y pasan a través de las columnas renales en medio de las pirámides bulbares, constituyendo las arterias interlobulares. En la base de las pirámides, las arterias interlobulares se arquean al pasar entre la médula y la corteza renal; debido a esto se denominan arterias arqueadas o arciformes. De estas emergen otras arterias más pequeñas llamadas interlobulillares que se introducen dentro del parénquima renal formando las arteriolas aferentes, que son el pilar anatómico y funcional de otra estructura que se conoce como la nefrona. Cada riñón posee alrededor de 1 millón de nefronas. La nefrona es la unidad anatómica y funcional del riñón. Está conformada por dos partes: a) el corpúsculo renal y b) los túbulos renales. Alrededor del 80% de las nefronas se ubican en la corteza renal por lo cual se denominan corticales y el restante 20% se ubican cerca de la médula renal por lo que se llaman yuxtamedulares. (S)

El corpúsculo renal tiene forma de esfera y está conformado por el glomérulo renal y la cápsula de Bowman o cápsula glomerular. Este corpúsculo tiene dos polos: a) el vascular, por donde entran y salen la arteriola aferente y la eferente, y b) un polo urinario, en la cara contraria, por donde inicia el túbulo contorneado proximal. El glomérulo renal está conformado por múltiples capilares derivados de la arteriola aferente. En las proximidades de esta arteriola con el glomérulo renal, aparecen las células yuxtglomerulares, ubicadas en la capa media, encargadas de la producción de renina y la enzima convertidora de angiotensina. A semejanza de todos los capilares del sistema circulatorio, estos capilares a su vez se van reagrupando y uniendo para conformar la

arteriola eferente, es decir, la arteriola que sale de la nefrona. La arteriola aferente siempre es de mayor diámetro que la eferente. El endotelio que recubre estos capilares glomerulares es muy delgado y presenta poros esféricos de aproximadamente 500 a 600nm de diámetro.

La cápsula renal envuelve al glomérulo renal y consta de dos capas: a) la capa visceral y b) la capa parietal. Entre estas dos capas se forma un espacio, el espacio capsular. la capa parietal de la cápsula está compuesta por un epitelio escamoso simple que luego se integra con el epitelio del túbulo contorneado proximal. La capa parietal está formada por una capa de células epiteliales modificadas denominadas podocitos, los cuales envuelven en forma de pie (de donde deriva su nombre) las células endoteliales de los capilares del glomérulo renal. Estos podocitos poseen unas aberturas que se llaman hendiduras de filtración, que es por donde pasa gran parte de la sangre que sale de los capilares glomerulares. Todos ellos desembocan en el espacio capsular y, por último, al túbulo contorneado proximal.

Los túbulos renales, como su nombre lo indican son pequeños tubos (40 mm de longitud) que conducen la sangre que ha pasado por la cápsula renal y su característica anatómica es que parecen estar enroscados en forma de espiral (de ahí deriva el nombre de contorneado). De acuerdo a la cercanía al glomérulo, se subdividen en: a) el túbulo contorneado proximal (TCP) b) asa de Henle (AH) c) túbulo contorneado distal (TCD) y d) túbulo colector (TC). La unión de varios túbulos colectores conforma los cálices menores y mayores. Finalmente, se forma un solo conducto de salida de cada riñón, los uréteres derecho e izquierdo. El túbulo contorneado proximal (TCP) inicia en el polo urinario del glomérulo renal y termina en el asa de Henle; en su recorrido muy sinuoso recorre aproximadamente unos 14 mm, con un diámetro de 60 micras. Es el túbulo más largo y más ancho de todos los segmentos de la nefrona. Está compuesto por un epitelio cilíndrico simple de aspecto piramidal con unas 6-12 células en el diámetro. Estas células poseen microvellosidades largas y delgadas, muy juntas, mitocondrias, lisosomas, indicando un mecanismo para absorción de sustancias. En sus partes laterales, estas

células presentan interdigitaciones que las hacen funcionar como una sola. El asa de Henle tiene una parte recta descendente (continuación del TCP), un segmento curvo o asa de Henle y un segmento recto, denominado ascendente que se une al túbulo contorneado distal (TCD). Las asas de Henle de la región yuxtamedular son largas mientras que las corticales son cortas. En la rama descendente, el epitelio cambia de manera rápida luego del TCP, pasando a ser un epitelio plano, con pocas microvellosidades y un diámetro de 14 a 22 micras. En la rama ascendente el cambio de epitelio también es súbito y vuelve a ser de tipo cúbico, con un diámetro de 30 a 50 micras. El túbulo contorneado distal (TCD) es también un tubo flexuoso, corto, que se subdivide en: a) una parte recta, que es la prolongación de la porción ascendente del asa de Henle, o extremo grueso del asa de Henle; tiene una longitud de 9 a 10 mm y unos 30 a 40 m de diámetro.

Está compuesto por un epitelio cuboideo y pocas microvellosidades cortas. b) una parte en contacto con el polo vascular del glomérulo renal o mácula densa. Esta región se ubica entre las arteriolas aferente y eferente. Las células de esta región son cúbicas, altas y con muchas microvellosidades. c) una porción contorneada por túbulo contorneado distal. Estos tubos son cortos (4 a 5 mm) con un diámetro de 25 a 45 m. Su epitelio es cuboide bajo, con pocas microvellosidades.

El aparato yuxtaglomerular consiste en la mácula densa del túbulo distal, las células yuxtaglomerulares de la arteriola aferente y las células mesangiales. La función de este aparato es ayudar al control de la presión arterial, controlando la producción de renina y angiotensina. Finalmente, los túbulos colectores, son la interconexión entre los túbulos contorneados distales y los uréteres. No tienen el mismo origen embriológico que las demás partes de la nefrona, por lo que no se consideran como parte de la nefrona. En estos túbulos se pueden identificar dos tipos de células cuboides denominadas: a) células principales, sin función conocida y b) células intercaladas, cuya función es transportar y excretar de manera activa iones de hidrógeno.

La confluencia de varios túbulos colectores se denominan conductos de Bellini, de mayor diámetro (200-300 m) y son epitelio cilíndrico alto. Los conductos excretorios del riñón los conforman los cálices menores y mayores, la pelvis renal, el uréter, la vejiga y la uretra.

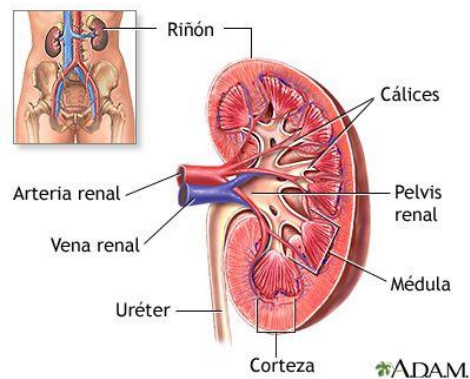


Imagen 2. Anatomía del riñón. Tomada y adaptada de [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3a%2F%2Fwww.pinterest.com.mx%](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3a%2F%2Fwww.pinterest.com.mx%2F)

## 2.8. FORMACIÓN DE LA ORINA

La orina se fabrica en las nefronas, proceso en el que se distinguen tres etapas:

1º. Filtración. Ocurre en el glomérulo (red de capilares de la arteriola aferente) pasando el agua y pequeñas moléculas disueltas en la sangre a la cápsula de la nefrona.

2º. Reabsorción. Se reabsorben y vuelven a pasar a la sangre moléculas útiles para el organismo. Ocurre a lo largo del túbulo renal.

3º. Secreción. Consiste en el paso de algunos iones desde los capilares hacia el interior del túbulo (en la zona distal).



## **2.9. FILTRACIÓN**

Los vasos sanguíneos que llegan a la nefrona forman el glomérulo de Malpighi, un sistema capilar microscópico en forma de ovillo rodeado por la cápsula de Bowman. La sangre que llega a las nefronas está sometida a una gran presión, y sale de estos capilares agua, glucosa, vitaminas, aminoácidos, sodio, potasio, cloruros, urea y otras sales, que pasan a la cápsula de Bowman. Se produce la filtración del 20 % del plasma sanguíneo que llega a la nefrona, unos 150 litros de orina primaria al día. Lógicamente, un organismo que perdiese tal cantidad de agua se deshidrataría muy rápido, por lo que no puede permitírsele. (CRUZ, 2020)

## **2.10. REABSORCIÓN**

En la filtración han pasado a la cápsula de Bowman sustancias de desecho, pero también mucha agua y otras sustancias útiles, que se reabsorben y vuelven a la sangre. En el túbulo contorneado proximal reabsorbe la glucosa, aminoácidos, sodio, cloruro, potasio y otras sustancias. Aquí se reabsorbe, aproximadamente, el 65% de lo filtrado. El resto se reabsorbe en el asa de Henle y en el túbulo contorneado distal. La urea, tóxica, no puede salir de los túbulos. Con la reabsorción se recupera gran parte del agua y de las sustancias útiles filtradas, quedando si reabsorber sólo 1.5 litros de orina diarios, que se dirigen hacia la pelvis renal.

## **2.11. SECRECIÓN**

Consiste en el paso de algunas sustancias que no se han filtrado, o se han reabsorbido erróneamente, desde los capilares que rodean al túbulo contorneado distal hacia su interior. Aquí son secretadas algunas sustancias como la penicilina, el potasio e hidrógeno, que se añaden a la orina que se está formando. Así, este líquido final, la orina

estará formada por parte del agua, algunas sales, y urea, y pasará a través de los túbulos colectores hacia la pelvis renal, y de allí, a través de los uréteres, a la vejiga urinaria.



Imagen 3. Formación de la orina. Tomada y adaptada de

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3a%2F%2Fcomo-funciona.com%2Fformacion-orina>

## 2.12. INFECCIÓN DEL TRACTO URINARIO

Se considera Infección de Tracto Urinario (ITU) a la presencia de bacterias en el tracto urinario capaces de producir alteraciones morfológicas y/o funcionales; en el cultivo de orina debe existir una bacteriuria significativa  $>100,000$  unidades formadoras de colonias (UFC)/ml de un único uro patógeno en orina recogida por micción espontánea, o  $> 1,000$  UFC/ml si se recoge la orina por sondaje vesical o cualquier cantidad si la muestra es obtenida por punción suprapúbica (BERNUY SALDAÑA, 2019)

La Infección Urinaria se define como la invasión, multiplicación y colonización del tracto urinario por gérmenes que habitualmente provienen de la región perineal (lo que rodea ano y genitales.). Es importante además de sospecharlo, confirmarlo. Lo que debe ser confirmado por un cultivo de orina con un recuento de colonias superior a 100,000

colonias por ml si la muestra es tomada con bolsa recolectora o de la parte media de la micción (segundo chorro). (ALEXANDRA, 2013)

La infección del tracto urinario (ITU) o infección de vías urinarias (IVU) es la alteración funcional o morfológica de la vía urinaria producida por gérmenes patógenos, integran una gran variedad de cuadros clínicos, cuya causa habitual se debe a la proliferación de microorganismos generalmente bacterias que invaden el aparato urinario, de manera total o parcialmente. Esta, puede llevar al deterioro de la función renal y ser la puerta de entrada de bacteriemias y sepsis causante de una alta morbimortalidad y es 14 veces más frecuente en mujeres. Las siguientes son unas definiciones relacionadas con el concepto de ITU:

**Bacteriuria:** Es la presencia de bacterias en la orina revelada por un parcial de orina o un cultivo.

**Piuria:** Existencia de leucocitos en orina revelada por un parcial de orina.

**Bacteriuria asintomática:** Es la presencia de bacterias en la orina revelada por un parcial de orina o un cultivo, pero sin que el paciente refiera síntomas urinarios.

**Cistitis:** Inflamación de la vejiga puede ser aguda o crónica, infecciosa o no.

**Pielonefritis:** Infección del parénquima renal.

**Infección de vías urinarias bajas:** Es la evidencia de infección de vías urinarias asociada a síntomas sugestivos de cistitis (polaquiuria, disuria, tenesmo vesical, sin presencia de fiebre). Anatómicamente puede estar comprometido vejiga, uretra y/o próstata.

**Infección de vías urinarias altas:** Es la evidencia de infección de vías urinarias asociada a síntomas sugestivos de pielonefritis (fiebre, signos de respuesta inflamatoria sistémica, dolor lumbar o en flancos). Anatómicamente se compromete riñón y uréteres. (MONTERROZA, 2017)

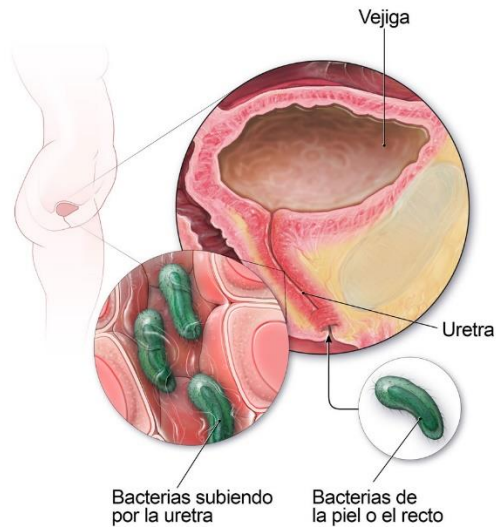


Imagen 4. Infección del tracto urinario. Tomada y adaptada de

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3a%2F%2Fwww.cdc.gov%2Fantibioti>

## 2.13. EPIDEMIOLOGÍA

### Vías de infección

**Ascendente:** Es la vía más frecuente. La colonización periuretral y del vestíbulo vaginal es la fuente de donde proceden los gérmenes. La existencia de sondas, traumatismos o estasis urinario produce una migración de las bacterias por la uretra, lo que conduce a una colonización y multiplicación vesical pudiendo alcanzar el riñón. Esto es particularmente frecuente en el caso de existir un reflujo vesicoureteral. El hecho de que la uretra en la mujer sea más corta que en varones y exista menor distancia entre meato uretral y ano, explica que las infecciones urinarias sean más frecuentes en el sexo femenino, apoyando la importancia de esta vía.

**Hematógena:** Generalmente como consecuencia de una sepsis, siendo poco común en las infecciones urinarias en ancianos.

Por contigüidad: A través de las manos del personal y de equipos instrumentales contaminados. En varones la vía ascendente no explica la mayoría de las ITU (infecciones del tracto urinario), puesto que el meato uretral está lejos del periné y del ano y la uretra masculina es mucho más larga que la de la mujer. En hombres las otras vías de infección adquieren más importancia, siendo muy frecuente que exista un mecanismo múltiple. Por este motivo, en general, las ITU en varones son consideradas complicadas, al estar implicadas en su origen alteraciones estructurales del tracto urinario. (JIMENEZ).

La infección del tracto urinario (ITU) es la entidad clínica que con mayor frecuencia afecta al riñón y a las vías urinarias, con una tasa de ocurrencia que oscila entre 0,3 y 7,8% en la primera infancia; en la edad escolar se ubica entre el 1 y el 3% para aumentar en los adolescentes con el inicio de las relaciones sexuales. La presencia de bacteriuria en la edad preescolar y escolar origina un mayor riesgo de presentar una ITU en la edad adulta. En los adultos no se tienen con exactitud datos de ocurrencia, debido al gran número de ITU asintomáticas, tanto en la mujer a cualquier edad como en los hombres después de los 50 años, pero en los hombres menores de 50 años son raras, con una incidencia menor al 0,5 %. Del 1 al 3% de las mujeres jóvenes pueden presentar al menos una ITU al año, en su mayoría no complicadas y en esta edad son 30 veces más frecuentes que en los hombres. Las mujeres embarazadas presentan una incidencia de bacteriuria parecida a la de las no embarazadas (6%), las ITU asintomáticas aumentan debido a los cambios anatómicos y funcionales del tracto urinario durante el embarazo. Por otra parte, la posibilidad de pielonefritis aguda en las embarazadas aumenta ya que es muy poco frecuente que una ITU baja progrese a pielonefritis aguda en las no embarazadas. (MONTERROZA, 2017).

En la práctica clínica se considera la segunda causa de todas las infecciones que afectan al ser humano en el medio extrahospitalario, precedida solo por las infecciones

respiratorias. En el medio intrahospitalario ocupa la primera causa de infección, constituyéndose en un significativo problema de salud pública, no solamente por su alta incidencia de morbilidad sino también por los altos costos financieros asociados a ésta. Las IVU se manifiestan entre las enfermedades infecciosas más recurrentes que afectan a las personas y representan un importante problema de salud pública con un considerable gasto económico sustancial. Las infecciones urinarias son responsables de más de 7 millones de visitas médicas anuales y del 15% de todos los antibióticos recetados hacia los pacientes, con cifras similares en algunos países europeos. (ANCHUNDIA, 2020)

## 2.14. ETIOLOGÍA

La vía urinaria, así como la orina, son generalmente estériles; por lo que, las infecciones del tracto urinario son causadas principalmente por gérmenes colónicos: *Escherichia coli* es el responsable de más de 85% de los casos de las primeras infecciones y del 75% de las infecciones recurrentes. Otros organismos que se aíslan con frecuencia son otros bacilos aerobios gramnegativos como *Pseudomona aeruginosa*, *Klebsiella sp.*, *Proteus mirabilis*. (GUTIERREZ, 2018)

Agentes comunes: a) *Escherichia coli* (hasta 80% de los casos), *Proteus*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *enterococci*, *Candida*. b) Agentes no comunes: *Staphylococcus*. c) Raros: *Nocardia*, *Brucella*, *Adenovirus* y *Torulopsis*. (ALEXANDRA, 2013).

Los gérmenes patógenos capaces de producir ITU son diversos: bacterias, hongos; en niños: virus (cistitis por adenovirus); al este de África y en el Medio Oriente, son frecuentes las ITU debidas a parásitos, tales como *Schistosoma haematobium* y por *Trichomona vaginalis*, en América las ITU causadas por estos parásitos son muy raras. La mayor parte de los agentes causantes son bacterias de origen entérico, 93% gram

negativos, 6% cocos gram positivos y 1% levaduras, virus, protozoarios o parásitos. Dentro de los patógenos más comunes en la ITU están *E. coli* 76-90%, *Klebsiella spp* 0.5-8%, *Proteus spp.* 0.5-6%, *Staphylococcus spp.* 1-5%, *Enterococcus spp* 8%, *Pseudomonas spp* 2-6% y *Serratia spp* 0.8%. *Pseudomona aeruginosa* es el patógeno más frecuente en adultos. Se puede encontrar en niños que han recibido largas profilaxis o antibioticoterapia reciente durante el curso de una hospitalización. También se puede producir ITU de tipo vírico (adenovirus y BK virus) como causa de cistitis. (MONTERROZA, 2017)

Las infecciones por hongos como *Cándida* se pueden encontrar en niños inmunocomprometidos, diabéticos o con cateterismo vesical permanente, en especial si han recibido manejo antibiótico por largo tiempo. Otros gérmenes frecuentes se presentan en pacientes portadores de litiasis coraliforme, en los cuales es habitual encontrar *Klebsiella spp.* y *Proteus* que se divide en indol positivo (*P. rettgeri*, *P. vulgaris*, y *P.morganii*) e indol negativo (*P. mirabilis*). En mujeres sexualmente activas se aíslan *Staphylococcus*, especialmente el *aureus*. También es fácil conseguir ITU causadas por *Pseudomonas spp.* En las infecciones nosocomiales, *E. coli* es la causa del 50% de ellas, otros bacilos Gram negativos implicados en la ITU adquirida en la comunidad tienen menor frecuencia, y se presentan casos debido a gérmenes como: *Citrobacter spp* y *Serratia spp.* (MONTERROZA, 2017)

En pacientes hospitalizados con sonda vesical o que han recibido antibióticos de amplio espectro por tiempo prolongado se encuentran como patógenos causantes de la ITU: *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus faecalis* (enterococos) y *Cándidas* (trasplante renal)

Existen diversos patógenos que llevan a la producción de una infección de vías urinarias la mayoría de ellos bacilos gram negativos encontrados en la microbiota fecal siendo la más relevante la *Escherichia coli* que se encuentran en 2 de cada 3 estas bacterias migran a otras partes dependiendo de las condiciones del huésped las cuales tiene que

ser favorables para su proliferación y producir una infección, también se pueden producir infecciones por estafilococos y los enterococos. Las infecciones urinarias son provocadas más comúnmente por bacterias que se trasladan desde el exterior del cuerpo a través de la uretra y hacia la vejiga siendo la *E. coli* la bacteria más común que causa una infección urinaria provocando de un 80 a 90% de todas las infecciones. También existen otras bacterias que pueden causar infecciones urinarias como son *Staphylococcus saprophyticus*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*. (ANCHUNDIA, 2020)

## **2.15. PATOGENIA**

Una vez la bacteria alcanza el tracto urinario puede ser expulsada por el vaciado de la orina o adherirse al uroepitelio. En este momento factores de virulencia como las diferentes clases de fimbrias pueden ayudar a favorecer que se presente la infección. El microambiente del tracto urinario, como las anormalidades anatómicas del mismo, el estado del uroepitelio y el flujo urinario adecuado, son la clave para el desarrollo o no de una infección urinaria, por tanto, la severidad se relaciona con la virulencia de la bacteria, la capacidad de adherencia al epitelio de la vía urinaria, la presencia de fimbrias en la superficie de la bacteria y la susceptibilidad del huésped. (MONTERROZA, 2017)

Factores de microorganismos: las características que poseen son propias lo que les proporcionan facilidad al momento de la colonización, algunas de ellos son proteínas como la hemaglutinina ubicada en el exterior de la membrana celular, estructuras como las fimbrias tipo 1 que tienen la capacidad de unirse a estructuras ricas en manosa como es el caso de la proteína de Tamm-Horsfall la cual se ubica en orina humana y bien, la presencia de hemolisinas y factor necrotizante citotóxico que benefician la patogenicidad del microorganismo factores del huésped: se basan en los cambios que se producen en el flujo urinario, hormonales del epitelio uretral o genital y, alteraciones químicas, los malos hábitos higiénicos, cateterismos y manipulación de la orina, embarazo y diabetes.



## 2.16. FACTORES PREDISPONENTES

En las mujeres, entre los factores de riesgo están: La falta de una higiene adecuada de los genitales, es un factor importante en el desarrollo de infecciones. Cuando una mujer se limpia arrastrando el papel con excremento de atrás hacia delante, lo lleva hacia el meato urinario, por lo que las bacterias, generalmente de *Escherichia coli*, penetran a la uretra y provocan la infección. En las mujeres sexualmente activas, las relaciones coitales pueden originar infecciones, ya que bacterias de diversos tipos pueden penetrar hacia la uretra.

También pueden producirse durante el embarazo, aunque generalmente no presentan síntomas, ya que el útero al aumentar de volumen, produce presión en la vejiga y en los uréteres, lo que obstruye el flujo de la orina, ocasionando un riesgo mayor de infección. La retención urinaria es otro causal, ya que cuando una persona se “aguanta” mucho tiempo y por muchas ocasiones, hay una mayor predisposición a las infecciones, por otro lado, se ha encontrado que, en mujeres sanas y añosas, la actividad sexual es un factor de riesgo más débil que si se presenta en mujeres jóvenes (Llendorozos, 2004). Son más frecuentes en las mujeres, especialmente si se trata de mujeres sexualmente activas porque las relaciones sexuales pueden hacer que las bacterias se diseminen en forma ascendente hacia la vejiga (Harvard University, 2008). Los factores socioeconómicos se han mostrado como causa importante de predisposición a las infecciones urinarias. Inciden en ello tanto las condiciones particulares del sujeto como las generales del país. Así, la prevalencia de infecciones de vías urinarias en mujeres de bajo nivel socioeconómico es más elevada (6 - 7%) que en aquellas de alto nivel (2%). Pero también, países subdesarrollados como los integrantes de África, poseen una prevalencia frecuencia superior, que es al menos 3 veces la mostrada por los países desarrollados

(Francia, Italia, España, y seis veces la de los países de gran desarrollo social). (MARIELA, 2013).

Los factores de riesgo asociados a la infección no complicada del tracto urinario son cambiantes y dependen fundamentalmente de la edad, de los hábitos de conducta, de las condiciones fisiológicas y anatómicas del tracto urinario y de ciertos factores genéticos. La patogenia de la ITU es compleja y existen múltiples factores (bacterianos, inmunitarios, anatómicos, urodinámicos, genéticos, etc.) que pueden influir en la localización, curso y pronóstico de la misma, si bien el vaciamiento vesical frecuente y completo constituye el principal mecanismo de defensa frente a la ITU. Actualmente se acepta la existencia de una predisposición individual y genética a padecer una ITU, existiendo polimorfismos que condicionan mayor susceptibilidad para presentar ITU recurrente y daño renal progresivo como consecuencia del proceso inflamatorio local. En función de la interrelación entre la capacidad defensiva del huésped y la virulencia bacteriana, la ITU se manifestará de forma más o menos grave.

Es importante destacar que hay anomalías del tracto urinario que favorecen el enlentecimiento del flujo urinario, incluyendo el reflujo vesicoureteral dilatado, la fimosis en lactantes varones, la disfunción del tracto urinario inferior y el estreñimiento, además de la instrumentación de la vía urinaria, la vejiga neurógena y la nefro urolitiasis

## **2.17. EXAMEN COMPLETO DE ORINA**

### **2.17.1 HISTORIA**

Los términos de “uroanálisis”, “urianálisis”, “Análisis de la orina” “citoquímico de orina”, “parcial de orina” describen un perfil o grupo de pruebas tamiz con capacidad para detectar enfermedad renal, del tracto urinario o sistémica. Desde el punto de vista de los procedimientos médicos, la orina se ha descrito como una biopsia, obtenida de forma

indolora, y para muchos la mejor herramienta de diagnóstico no invasiva de las que dispone el médico.

El estudio de la orina es la prueba de laboratorio más antigua. Veamos algunos de los aspectos más relevantes en la historia de esta prueba: (ALVARADO, 2017)

Siglo V antes de Cristo, Hipócrates escribió un libro sobre uroscopia y los clínicos de ese tiempo concentraron sus esfuerzos diagnósticos en dichos conceptos. Por ejemplo, diagnosticaban las diabetes, si al orinar el paciente sobre el suelo, al poco tiempo abundaban hormigas. Además, en los dibujos del hombre de las cavernas, en los jeroglíficos egipcios y en papiros quirúrgicos de Edwin Smith, se observaba al médico examinando su sabor y elaborando un diagnóstico al observar el color, la turbidez, el olor y el volumen. (CAMPUZANO MAYA)

Siglo I, Charaka, un médico hindú, describió diez tipos de orina, incluida la que contiene azúcar.

Siglo II, Claudio Galenus de Pérgamo (Galeno), recogió todo el conocimiento de la época bajo su doctrina de la patología humoral, en donde “no son órganos sólidos el foco de las enfermedades sino los cuatro fluidos o humores corporales: sangre, colera, flema y melancolía, y la enfermedad se produce por el desequilibrio de estos fluidos y la naturaleza y localización de la misma puede establecerse de la composición y la apariencia de los humores. Por lo tanto, una enfermedad también se manifiesta en la orina”, las enseñanzas de Galeno dominaron el pensamiento médico hasta el siglo XVI y sobrevivieron hasta el siglo XIX. (CAMPUZANO MAYA).

Siglo X, el médico árabe Isaac Judaeus, basándose en las teorías del humor de Galeno, desarrolló un esquema, con el que elevó los hallazgos en orina a nivel de criterio diagnóstico casi “infalible” de todos los estados patológicos conocidos para la época, teoría que se denominó uromancia o uroscopia, la cual fue practicada en la Edad Media. Bajo esta teoría se distinguían más de 20 matices de color en la orina, desde el cristalino, pasando

por el “tono pelo de camello, el blanco, el “rojo mora” y el verde pálido hasta el negro, de los que se extraían las conclusiones correspondientes acerca de la enfermedad del paciente. Esta posición poco científica condujo a la “adivinación por la orina”, duramente criticada por los médicos del siglo XVI.

Siglo XVII, con la invención del microscopio, el uroanálisis adquirió gran importancia al analizar el centrifugado, lo que dio origen al estudio del sedimento, estudios ampliados por Thomas Addis, para fines del siglo XIX ya existieron tratados completos sobre el examen macroscópico de la orina.

1797, Carl Friedrich Gartner propuso estudiar la orina en la cabecera del paciente y William Cruikshank describió por primero vez la propiedad de coagulación (presencia de proteínas) de la orina al aplicar calor en algunas muestras.

1827, Richard Bright en “Reports of Medical Cases, al describir la “naturaleza albuminosa de la orina”, inicio la química cualitativa aplicada a la orina.

1850, Jules Maumené es el padre de las tiras reactivas si se tienen en cuenta que para esa época impregnó una tira de lana de oveja merino con “protocloruro de estaño” (cloruro de estaño) la cual al aplicar una gota de orina y calentándolo con una vela, la tira se tornaba negra inmediatamente si la orina contenía azúcar.

1883, George Oliver comercializo sus “papeles de prueba de orina”, papel de filtro impregnado de los reactivos necesarios para facilitar la tarea del médico frente al paciente. (CAMPUZANO MAYA) (DR, 2006)

1904, la empresa Helfenberg AG inicia la comercialización de papeles reactivos y entre ellos una prueba para detectar la presencia de sangre en la orina mediante un método

de química húmeda que utilizaba bencidina, mucho antes que una prueba similar de bencidina sobre papel apareciera en el mercado.

1920, Fritz Feigl publica su técnica “análisis inmediato” dando origen a lo que años más tarde serían las tirillas reactivas de hoy.

1950, la compañía Boehringer Mannheim fabricó las tirillas reactivas por primera vez a nivel industrial.

1964, aparecen las primeras tirillas de Combur (Roche Diagnostics).

Desde hace mucho tiempo se reconoce que las propiedades físicas y químicas de la orina constituyen indicadores importantes del estado de salud, ya que fue el primer líquido biológico que se utilizó con fines de diagnóstico.

Desde la utilización de hormigas para detección de glucosuria hasta la automatización del examen incluyendo el análisis de partículas por citometría de flujo y la identificación microscópica por análisis de imágenes, fueron muchos los médicos que hicieron aportaciones significativas al estudio sistematizado de la orina, algunos de los más importantes se mencionan a continuación:

Siglo XI. En Persia, Ismael de Jurgani escribe un estudio práctico en el que incluye siete observaciones o pruebas a realizar en la orina, como son color, consistencia, cantidad, transparencia, sedimento, olor y espuma.

En 1964, Thomas Willis en Inglaterra publica un tratado en el que intenta realizar un verdadero análisis químico de la orina con los conocimientos de su tiempo.

Siglo XIX. En 1827 Richard Bright considera por primera vez un estudio de laboratorio, la

detección de albúmina en orina como verdadero “signo físico” de enfermedad. En 1850, Jules Maumené es el padre de las tiras reactivas se tienen en cuenta que para esa época impregnó una tira de lana de oveja con cloruro de estaño la cual aplicar una gota de orina y calentándolo con una vela, la tira se tornaba negra inmediatamente si la orina contenía azúcar.

Siglo XX. En 1947, las compañías de seguros comienzas a incorporar el examen general de orina a sus exámenes médicos, lo que incrementa enormemente el número de exámenes realizados. En 1941 Walter Ames Compton desarrolla una tableta reactiva para determinar azúcares reductores en orina de forma mucho más rápida y simple que la prueba de Benedict que se utilizaba hasta entonces. En 1950, la compañía Boehringer Mannheim fabricó las tirillas reactivas por primera vez a nivel industrial. Actualmente la tecnología permite determinar 10 analitos de manera simultánea con una sola tira reactiva en dos minutos.



Imagen 5. Historia del examen general de orina. Tomado y adaptado de [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ancient-origins.es%2Fnoticias-historia-tradiciones-antiguas%](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ancient-origins.es%2Fnoticias-historia-tradiciones-antiguas%2F)

## **2.18. EXAMEN DE ORINA**

El EGO está compuesto por varias pruebas que identifican las distintas sustancias eliminadas por el riñón, su resultado es de gran importancia en el estudio inicial de enfermedades de origen urinario o sistémico. (GOMEZ, 2017). Una de las pruebas más solicitadas de manera rutinaria es el EGO, en el cual se derivan el análisis químico, análisis físico y de manera conjunta el análisis microscópico del sedimento urinario (SU) en busca de elementos formes. De manera general, las enfermedades renales y de las vías urinarias representan un problema de salud pública importante y su diagnóstico tardío afecta la calidad de vida del paciente, llegando en los casos más severos a incapacidad y/o muerte.

Para obtener resultados de calidad, todas las etapas son importantes desde la toma de muestra que presenta al laboratorio, la fase analítica, hasta la validación de los resultados. Es por ello que el Bioanalista debe brindar una serie de recomendaciones al paciente para la recolección de la muestra y el transporte al laboratorio.

El examen de orina es una prueba de uso rutinario en medicina. Esta herramienta es relativamente simple y permite hacer diagnóstico de numerosas entidades renales, urológicas y sistémicas. La muestra ideal para el uroanálisis es la primera de la mañana, la que toma el paciente después de una noche de cama, inmediatamente al momento de levantarse, siguiendo las instrucciones, antes de desayunar o desarrollar cualquier actividad. La orina debe permanecer al menos 2 horas en la vejiga, de tal manera que las reacciones que puedan detectarse en el estudio se lleven a cabo en este tiempo. (FUENTES, 2019)

## **2.19. TOMA DE MUESTRA DE LA ORINA**

De acuerdo con normas internacionales, lo ideal es recolectar la primera orina de la mañana. Se recomienda la recolección de la muestra en un recipiente limpio y enviarla lo más pronto posible al laboratorio para su análisis. (CUADRA, 2018)

No es recomendable que se tarde más de 2 horas su llegada al laboratorio para su análisis ya que se distorsionará su resultado.

En caso de que sea imposible su análisis en ese plazo, se puede enfriar la muestra, sin congelar, para su preservación a 4°C. (CUADRA, 2018)

Para la toma de muestra se recomienda:

En caso de los hombres, realizar limpieza del pene, con toallita, a nivel del meato uretral. En caso de las mujeres, se debe separar los labios y realizar la limpieza con toallita, y tomar la muestra.

No debe tocar el interior del recipiente para evitar que se contamine.

Para la recolección de la muestra de orina es necesario realizar una limpieza en el área genital con toallas humedecidas con un antiséptico suave o algodón con jabón y agua, además es necesario proporcionar un frasco de vidrio o plástico de boca ancha esterilizado y se deben de brindar instrucciones al paciente.

Se recomienda recolectar la porción media del chorro, esto significa que los pacientes deben orinar en el inodoro una pequeña cantidad y luego recolectar un volumen adecuado en el recipiente, de aproximadamente 30mL, y terminar de orinar en el inodoro. Las muestras que requieren investigación microbiológica deben ser examinadas en menos de dos horas, y si esto no es posible se deben refrigerar sin preservantes y examinadas en menos de 24 horas, y si esto tampoco es posible debe utilizarse ácido bórico como preservante sólo o en combinación con algún medio estabilizador (formiato de sodio presente en glicerol) y examinadas en menos de 48 horas (FUENTES C. E., 2019)





Imagen 6. Muestra de orina. Tomada y adaptada de <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmedlineplus.gov%2Fspan>

## 2.20. Procedimiento para la toma de muestras de orina

Para el análisis rutinario de orina (sistemático, anormales y sedimento, etc.) se necesita un frasco de recogida de orina (no es necesario que sea estéril) (TRABAJO, 2016)

Se debe recoger la primera orina de la mañana, la cantidad puede ser variable, entre 20ml a 100ml.

La mejor hora para tomar una muestra es la primera hora de la mañana, ya que está más concentrada y puede mostrar mejor las posibles irregularidades.

Se le explicara al paciente cual es el procedimiento y el objeto del análisis. Se recomienda que se comience a orinar y dejar caer la primera parte de la orina al inodoro, luego poner el envase limpio para recoger unos 50 a 80 cc y separar el envase de la salida de la orina. Luego se cierra el envase adecuadamente para su transporte y entrega al personal sanitario encargado de la realización del análisis. (TRABAJO, 2016)

Identificar el frasco de orina con los datos del paciente. La muestra debe conservarse refrigerada a temperatura de 2-6°C hasta sus análisis.

## 2.21. ANÁLISIS QUÍMICO

Las tiras reactivas son métodos de química seca, instrumento de diagnóstico básico cuya finalidad es detectar algunos cambios patológicos que pueden aparecer en la orina del paciente. Su utilización es sencilla y no requieren de complejos métodos que dificulten su empleo.

Entre las recomendaciones están utilizar bien mezclada sin centrifugar, sacar una tira reactiva y sumergirla en la muestra, escurrir el exceso de orina en el borde del frasco, mantener la tira en posición horizontal.

Las tiras reactivas se tratan de una tira de celulosa impregnada de sustancias químicas que nos permite obtener los resultados en un minuto. Es una tira de plástico con unos taquitos adheridos, cada uno con el reactivo para la determinación concreta, lo que nos permite reanalizar varias pruebas de una sola vez. Habrá que introducir la tira en la muestra de orina bien homogenizada y posteriormente ver los colores que aparecen.

Desde la introducción de las tiras reactivas y múltiples pruebas, cintas de prueba y tabletas, el tamizaje químico de la orina se ha convertido en un procedimiento sensible y rápido. Los colores generados en cada almohadilla de reactivo varían de acuerdo con la concentración del analito presente. Los colores generados por cada almohadilla se comparan visualmente con una gama de colores específicos. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017)

La orina se debe probar a temperatura ambiente. Si la muestra de orina ha sido refrigerada, se debe llevar a temperatura ambiente antes de la prueba. El procedimiento para usar la tira es la siguiente:

Sumerja completamente las áreas de prueba de la tira en orina fresca, bien mezclada, no centrifugada y retire inmediatamente. Se debe tener cuidado de no tocar las áreas de prueba.

Retire el exceso de orina tocando el borde la tira en el contenedor de la orina. Siga los requisitos del fabricante para mantener la tira reactiva en posición horizontal o vertical. En el momento correcto, comparar las áreas de prueba con las caras de color correspondientes en el contenedor. La tira debe leerse con buena iluminación para una comparación precisa del color.



Imagen 7. Análisis químico. Tomado y adaptado de

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.salud.mapfre.es%2Fenfermedades%2Furologicas%2Fleucocitos-orina-significado-y-causa>

Registre los resultados según el protocolo del laboratorio. Las pruebas básicas que se realizan las tiras reactivas son:

### **2.21.1 GLUCOSA**

Se eliminan por vía urinaria cantidades pequeñas de glucosa no determinables por los métodos usuales. Cuando, se utilizan métodos cuantitativos muy sensibles como los basados en la actividad de la enzima glucosa oxidasa encuentran en la orina de individuos normales cantidades normales cantidades de glucosa que oscilan entre 10 y 150 mg por mililitros. (UROANALISIS, 2019)

Se detecta a través de la reacción de la glucosa oxidasa/peroxidasa. La lectura de glucosuria debe ser cero porque la glucosa filtrada es reabsorbida casi en su totalidad (99.9%) en el túbulo contorneado proximal y solo aparece en la orina cuando el valor de la glicemia supera el umbral renal tubular de reabsorción de glucosa estipulada entre 160-180mg/dl o cuando hay daño en el túbulo proximal renal. Un valor hasta 15 mg/dl se considera normal en la primera orina del día y se positiviza si es mayor de 30 mg/dl. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017)

Detección de la glucosa mediante tira reactiva, se trata de una tira reactiva donde hay dos reacciones, la de la glucosa oxidasa y la de la peroxidasa, dándonos una referencia de la concentración de glucosa en sangre. El reactivo cambiará de color de verde a pardo, indicándonos la presencia de glucosa si aparece un cambio en el color de la tira reactiva, y la ausencia de glucosa si no se produce cambio de color.

La glucosa es filtrada por el glomérulo para luego ser reabsorbida, en condiciones normales, solamente una pequeña cantidad es excretada en la orina. De 162 a 180 gramos son reabsorbidos diariamente. La reabsorción de glucosa aumenta a medida que aumenta la concentración en la sangre, hasta que el sistema de transporte de la glucosa se satura y los transportadores de glucosa-sodio alcanzan su capacidad máxima. Este punto es conocido como umbral renal de la glucosa que corresponde a una glicemia mayor o igual a 180mg/dL y la glucosa filtrada no es reabsorbida. Usualmente la glicosuria es asociada con diabetes mellitus, sin embargo, existen condiciones en las que se observa glucosa en la orina, tal es el caso del síndrome de glucosuria renal, en este se observa glucosa en la orina sin existir hiperglicemia debido a un umbral renal de glucosa más bajo del normal. También se ha observado glicosuria en embarazos, pacientes gastrectomizados, después de la aplicación de adrenalina, en pancreatitis agudas, hipertiroidismo, ayuno prolongado y en alteraciones renales donde la absorción renal está disminuida (FUENTES C. E., 2019)

### **2.21.2 BILIRRUBINA.**

La bilirrubina se encuentra en la orina en estado de cromógeno y le confiere a la orina un color anaranjado más o menos intenso según la cantidad puede llegar a ser color “coca cola”

La bilirrubina y la biliverdina no existen en la orina como pigmentos puros sino en combinaciones formando bilirrubatos y biliverdatos que se degradan con la luz a temperaturas elevadas y cambios de pH. (UROANALISIS, 2019)

En las hepatopatías se eliminan por la orina ácidos y sales biliares. Normalmente la Bilirrubina no es detectable en orina, incluso por los métodos más sensibles.

La bilirrubina proviene de la degradación de eritrocitos. La hemoglobina se degrada a biliverdina y esta puede tomar dos vías para dar bilirrubina no conjugada, primero se dirige al torrente sanguíneo volviéndose no soluble uniéndose a la albúmina y la conjugada que en lugar de irse al torrente sanguíneo se va al hígado junto con el ácido glucurónico volviéndose hidrosoluble y por lo tanto filtrada. La única que puede medirse en orina es la directa o conjugada. La indirecta puede medirse al aumentar el urobilinógeno, que no necesariamente indica bilirrubina indirecta aumentada. La bilirrubina conjugada es transportada en los conductos biliares. Esta tiene menor afinidad por la albumina y es excretada en la orina. (FUENTES C. R., 2019)

### **2.21.3 CETONAS**

Se denominan cuerpos cetónicos a un grupo de tres compuestos que son:

Ácido acetil acético

Ácido betahidroxibutírico

Acetona.

Los cuerpos cetónicos aparecen en exceso en sangre y orina cuando el metabolismo hepático de las grasas se acelera por carencia de glúcidos como la inanición, exceso de grasa en la alimentación y alteración de la regulación enzimática como en la diabetes.

(UROANALISIS, 2019)

Su lectura debe ser cero, la presencia de cetonuria está relacionada con alteraciones en el metabolismo de los ácidos grasos y de los carbohidratos y se forman en el hígado. La cetonuria se puede clasificar de acuerdo a sus valores de la siguiente manera: leve 80mg/dl. En pediatría esta prueba es muy útil en el estudio y control de los pacientes con diabetes mellitus descompensada y con errores innatos del metabolismo. Los cuerpos cetónicos son una fuente de energía para el músculo y el sistema nervioso central y se filtra libremente en el glomérulo, pero la acetona se volatiliza por el pulmón, y es por esto por lo que aparece en cantidades menores en la orina. Detección de los cuerpos cetónicos mediante tira reactiva: Los reactivos utilizados son el nitroprusiato sódico, glicina y fosfato ácido de sodio. Los resultados serán negativo o positivo (desde + hasta +++), mostrando en este último caso un aspecto púrpura la tira reactiva. La prueba se basa en el principio de Legal, en donde el ácido acetoacético y la acetona reaccionan con el nitroprusiato sódico. No es tan sensible para el ácido  $\beta$ -hidroxibutírico. El cambio de color es de color rosa pálido a marrón y la reacción se notifica como negativa, traza, moderada o grande o negativa a 160 mg / dL. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017).

Cetonas o cuerpos cetónicos es el nombre que recibe la acetona, el ácido acetoacético y el ácido hidroxibutírico. En pacientes diabéticos la aparición de dichas sustancias puede llevar al paciente a padecer una acidosis y el coma. Sin embargo, existen otras condiciones en las que pueden aparecer en la orina, consumo de grasas acompañado de una baja o nula ingesta de carbohidratos, ayuno prolongado, inanición, caquexia, estenosis gástrica, carcinoma de esófago, en niños con vómitos intensos, deshidratación, estados febriles prolongados, trastornos gastrointestinales, vómitos en el embarazo e intoxicación anestésica (FUENTES C. R., 2019).

#### **2.21.4 DENSIDAD**

Valores bajos se observan en diabetes insípida, en la nefritis crónica y en trastornos de origen nervioso, valores altos se observan en diabetes mellitus, nefritis parenquimatosa o procesos febriles. (UROANALISIS, 2019)

La determinación de densidades está entre 1.000 y 1.030

Es una prueba de concentración y de dilución del riñón; refleja el peso de los solutos en la orina. Cualquier alteración que se presente en la densidad urinaria está asociada a daños en la función de concentración del túbulo renal; su valor varía durante todo el día oscilando entre 1.003-1.030g/L. Los recién nacidos y los lactantes pueden tener una densidad urinaria entre 1.005 - 1.010g/L y los niños mayores 1.010-1.025g/L En primera orina de la mañana, sospechar patología cuando hay densidades <1.010g/L (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017)

La densidad o gravedad específica indica la cantidad de solutos, en su mayoría urea, que contiene la orina. Esta prueba mide la capacidad de concentración de los riñones, la capacidad de reabsorción es de las primeras funciones en ser afectada en enfermedades renales, por lo cual medir la densidad es uno de los aspectos más importantes a determinar cuándo se realiza el examen de orina. El resultado también se ve afectado en caso de deshidratación o alteraciones de la hormona vasopresina. (FUENTES C. R., 2019)

#### **2.21.5 SANGRE (ERITROCITOS)**

La interpretación del resultado “trazas” puede variar ampliamente entre pacientes y se requiere una valoración clínica para su interpretación. El desarrollo de puntos verde que denotan la presencia de Eritrocitos intactos o de un color verde homogéneo (hemoglobina o mioglobina) en el área reactiva de la tira indican la necesidad d una investigación más profunda. La sangre suele encontrarse en la orina durante los períodos menstruales de la mujer. (UROANALISIS, 2019)

Cuando aparecen glóbulos rojos intactos en orina hablaremos de hematuria, la cual puede ser macroscópica o microscópica. Hematuria sólo puede ser detectada químicamente o microscópicamente.

Detección de sangre mediante tira reactiva: La tira reactiva no discrimina entre hematuria, hemoglobinuria y mioglobinuria porque todas catalizan la reacción de la peroxidasa. Los resultados se expresan como negativos o positivos (que va desde +, hasta +++). Esta prueba es muy sensible a los oxidantes y a las peroxidases presentes en la orina. los glóbulos rojos intactos producen manchas desiguales en la zona de la reacción. la presencia de glóbulos rojos intactos dará una reacción verde moteada, mientras que la hemoglobina libre y mioglobina darán un color verde uniforme o verde a azul oscuro. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017)

Los hematíes son discos uniformes bicóncavos de aproximadamente 7µm de diámetro y 2 µm de grosor, carecen de núcleo. Pueden provenir de cualquier parte del tracto urinario y en ocasiones por contaminación menstrual; es por eso que las pacientes renales deben esperar de 4 a 5 días de terminar su período para poder realizarse el examen de orina, debido a que la lesión o ruptura de vasos sanguíneos en el riñón provoca la liberación de eritrocitos hacia la orina. (FUENTES C. R., 2019)

Su prueba se basa en la actividad de pseudoperoxidasa de la hemoglobina, la cual cataliza la reacción de 3,3',5,5'-tetrametilbencidina con hidroperóxido orgánico tamponado. El color resultante varía desde verdoso-amarillento, pasando por verde azulado, hasta azul oscuro.

#### **2.21.6 pH**

La orina de 24 horas tiene un pH normal comprendido entre 5 y 7.5. El régimen dietético influye notablemente en la reacción urinaria. Los componentes urinarios que actúan como



reguladores del valor del pH son los fosfatos monobásicos y dibásicos de sodio y potasio. (UROANALISIS, 2019)

El rango varía de 4.5 – 8. Normalmente la orina es ligeramente ácida, este parámetro varía de acuerdo al equilibrio ácido-base sanguíneo, a la función renal y en menor proporción a la dieta, a fármacos y al tiempo de exposición de la muestra. La orina es alcalina cuando su pH es mayor a 6.5, como sucede en dietas vegetarianas, ingesta de diuréticos, alcalosis respiratoria, vómito, acidosis tubular renal distal o tipo I y en aquellos casos donde la urea se convierte en amoníaco y aumenta el pH como sucede en las orinas procesadas tardíamente y en las infecciones por *Proteus spp*, productor de amoníaco gracias a la acción de la ureasa. Cuando la orina tiene un pH menor a 6 se considera ácida y se da por dietas hiperproteicas, cetoacidosis diabética, infecciones por *E. Coli*, fiebre, acidosis respiratoria, aciduria por ácido mandélico y fosfórico, administración de fármacos como anfotericina B, espironolactona y aines. Detección del pH mediante tira reactiva: Los reactivos que utilizan las tiras reactivas son el rojo de metilo y el azul de bromotimol con una escala de colores que se encuentra entre el naranja y el azul. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017)

El pH normal de la orina suele ser próximo a 6, pero si la orina está infectada por microorganismos que degradan la urea se obtienen valores altos, frecuentemente por encima de los fisiológicos, asociados a olor a amoníaco. En las enfermedades que cursan con alteraciones del equilibrio ácido-base, la determinación del pH de la orina permite estudiar la capacidad del riñón para compensar dicho trastorno. En la acidosis metabólica encontramos una orina ácida, con aumento de su acidez titulable  $[H_2PO_4^-]$  y la concentración de amonio  $[NH_4^+]$ . En los enfermos con cetoacidosis diabética se excretan gran cantidad de iones hidrógeno por la orina en forma de iones amonio  $[NH_4^+]$ . En la acidosis respiratoria también encontramos una orina acidificada, con aumento de la concentración de iones amonio  $[NH_4^+]$ . (FUENTES C. E., 2019). En la tira contiene como indicadores rojos de metilo, fenolftaleína y azul de bromotimol y reacciona con los iones

de H<sup>+</sup>. El pH de la orina puede oscilar entre 4.5-8.0. Los valores suelen ser más bajos después del ayuno nocturno y más altos después de las comidas. En los pacientes con cistinuria o hiperuricemia hay que alcalinizar la orina para reducir el riesgo de litiasis, para ello se administra bicarbonato y citrato sódico.

### **2.21.7 PROTEÍNAS**

La cantidad de proteínas eliminadas por la orina no debe exceder los 100 mg en 24 horas. En relación con el volumen/ minuto urinario los valores normales oscilan alrededor de 0.05 mg por minuto. (UROANALISIS, 2019)

La proteinuria patológica es un signo de lesión de incapacidad glomerular o de trastorno tubular. También puede explicar la proteinuria las enfermedades caracterizadas por una larga evolución con excreción masiva de proteínas por la orina.

La presencia de cantidades aumentadas de proteína en la orina puede ser un indicador importante de la enfermedad renal. Puede ser el primer signo de un problema grave y puede aparecer mucho antes de otros síntomas clínicos. Normalmente no se deben reportar proteínas en la orina; su valor debe ser menor a 4mg/m<sup>2</sup>/hora. Sin embargo, la albúmina, puede aparecen en estados de metabolismo aumentado. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017)

La tira reactiva tiene una sensibilidad y especificidad de 99% para detectar albuminuria, pero es pobre para detectar globulinas, glucoproteínas, ribonucleasas, lisozimas y mucoproteínas como la de Tamm-Horsfall. El indicador cambia de amarillo a azul (o verde) entre pH 3 y pH 4, pero en presencia de proteína, este cambio de color ocurrirá entre pH 2 y pH 3.

En condiciones normales solo una pequeña cantidad de proteína es filtrada por el glomérulo y la mayor parte es reabsorbida. La uromodulina o proteína de Tamm-Horsfall, es una proteína de bajo peso molecular y es excretada en la orina, en baja cantidad, en condiciones fisiológicas normales. Es también la matriz de la mayoría de los cilindros

urinarios. Esta proteína no se encuentra en el plasma humano, ya que es producida por los riñones. No se entiende del todo su función, pero se cree que está asociada al balance hidroelectrolítico e inmunidad del riñón. Los niveles de uromodulina en orina pueden ser utilizados como marcadores para predecir el daño renal. La proteinuria ha sido asociada a enfermedades renales y es reflejo del daño subyacente, además es un factor de riesgo para desarrollar enfermedad renal crónica y fallo renal. (FUENTES C. R., 2019).

Es posible encontrar albúmina en la orina, la cual está asociada a futuros daños renales y cardiovasculares. Sin embargo, también es posible encontrar proteinuria en pacientes que han realizado ejercicio extremo, embarazo, fiebre e infecciones. Por lo cual la proteinuria no es una prueba definitiva para el diagnóstico de enfermedad renal. También se ha observado proteinuria en pacientes con nefritis lúpica, que es una de las complicaciones del lupus eritematoso sistémico más común. La proteína puede ser medida mediante tiras de orina, la reacción se basa en el principio de error proteico de los indicadores la cual es evidenciada por un cambio de color. Las almohadillas se encuentran impregnadas con un indicador como el azul de tetrabromophenol y un amortiguador ácido. A medida que la concentración de proteína aumenta el color de la almohadilla vira a verde cada vez más oscuro. El test es especialmente sensible a la presencia de albumina en la orina.

#### **2.21.8 UROBILINÓGENO**

El urobilinógeno se oxida con facilidad en contacto con el aire, por aumento de la temperatura o de exposición a la luz solar. Los valores normales están comprendidos entre 0 y 1.1 unidades de Ehrlich en dos horas. (UROANALISIS, 2019).

Es un pigmento biliar que se oxida fácilmente a temperatura ambiente; su valor está relacionado directamente a la presencia de bilirrubina indirecta y se encuentra normalmente en concentraciones bajas, alrededor de 1mg/dl e incluso su lectura puede

ser menor o negativa. La presencia de urobilinógeno en la orina está asociada a patologías hepatocelulares como la hepatitis y a entidades con hiperbilirrubinemia indirecta como las anemias hemolíticas; su existencia también puede significar o indicar daño temprano del parénquima hepático. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017).

Detección de urobilinógeno mediante tira reactiva: Se utiliza el paradimetilaminobenzaldehído y una solución ácida. Los colores que pueden aparecer van desde el amarillo, que se considerará negativo, hasta un marrón oscuro, siendo este positivo. Cuando se presenta bilirrubina en la orina es conjugada o directa, ya que por ser hidrosoluble pasa el glomérulo renal.

La bilirrubina conjugada es degradada en el intestino, por bacterias, y se convierte en urobilinógeno, este es excretado en la orina en pequeñas cantidades. En condiciones normales aproximadamente un 50% es excretado en las heces, otra pequeña parte se reabsorbe en la circulación enterohepática y finalmente es excretada en la orina. Puede observarse un aumento de bilirrubina, con elevación en el urobilinógeno urinario, en pacientes que toman antibiótico, con hemólisis, obstrucción intestinal y enfermedades hepáticas. El urobilinógeno produce bilirrubina conjugada que llega al conducto biliar. En el hígado está la vía biliar que llega al duodeno, la bilirrubina conjugada debe ser excretada por lo que las bacterias lo convierten en urobilinógeno expulsándolo en mayor porcentaje por las heces y en menor la orina. En niños pequeños no está desarrollada su microbiota que degradaría la biliverdina es decir no degrada ni transforma por lo que sus heces son de color amarillo. (FUENTES C. R., 2019)

#### **2.21.9 NITRITOS**

Esta prueba se basa en la conversión de los nitratos provenientes de la dieta, en nitritos por la acción de las bacterias presentes en la orina.

Es específica para nitritos y no reacciona con otras sustancias presentes en la orina. Cualquier desarrollo de color rosado uniforme debe interpretarse como un resultado. Un resultado negativo no prueba la ausencia de bacterias sino la presencia de microorganismos que no tengan la reductasa para transformar los nitratos a nitritos. Su valor en orina debe ser cero, es un método indirecto para determinar la presencia de bacterias en la orina. Las enterobacterias como la *E. Coli* tienen la particularidad de reducir los nitratos a nitritos, Esta prueba tiene una alta especificidad para infección urinaria, pero baja sensibilidad; por lo tanto, si su resultado es negativo no descarta la existencia de ITU. Un resultado positivo de nitritos obliga al médico a confirmar la infección urinaria a través del urocultivo, prueba que es el patrón de oro para el diagnóstico de ITU. Los falsos negativos de los nitritos se presentan en las infecciones urinarias generadas por bacterias no fermentadoras de nitratos como el *Enterococcus spp*, *Acinetobacter spp*, *Staphylococcus spp*, *Streptococcus spp*, *Mycobacterium spp*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas spp*, *Neisseria gonorrhoeae*, anaerobios y en otras circunstancias como la IU *Cándida spp*, presencia de vitamina C, esta inhibe el paso de nitratos a nitrito, pH urinario menor de 6 y urobilinógeno elevado. Los nitritos positivos son una prueba específica de infección urinaria y su resultado se puede combinar con el de la esterasa; si ambas pruebas son positivas, las probabilidades de tener un urocultivo positivo son muy altas, pero cuando son negativas, y el paciente está asintomático, es muy poco probable la existencia de ITU. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017).

Detección de los nitritos mediante tira reactiva: El reactivo que utilizan las tiras se denomina reactivo de Griess, impregnado de una amina donde se obtendrá un conjunto coloreado más o menos rosa al impregnarlo en una orina con presencia de nitritos. Este color indicará que existe una infección en las vías urinarias, mientras que la intensidad del color dependerá de la concentración existente de nitritos, pero no indica la intensidad de la infección.

La prueba detecta los nitritos resultantes de la reducción de los nitratos presentes en una muestra de orina por Enterobacterias, principalmente géneros pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae* tales como de *Proteus*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Escherichia coli*. Se considera una prueba de tamizaje para infecciones urinarias. Si bien el cultivo de orina es la prueba estándar para el diagnóstico de las infecciones urinarias, la prueba de nitritos es sugerente para la realización de un urocultivo. (FUENTES C. R., 2019).

La prueba se basa en la reacción de Griess, en la que el nitrito al encontrarse en pH ácido reacciona con el ácido para-arsanílico, formando una diazona, que luego reaccionará con la 19 tetrahidrobenzoquinolina, que finalmente produce un compuesto de color fucsia. La principal causa de falsos positivos es la contaminación bacteriana, por lo que debe correlacionarse con él microscopio. También puede haber falsos positivos en pacientes con hiperbilirrubinemia, en un estudio realizado en 2007 se determinó que la especificidad disminuía a medida que la bilirrubina total sérica aumentaba.

Entre las principales causas para falsos negativos se encuentran la sobrepoblación bacteriana provocando la reducción del nitrito a nitrógeno, la inhibición del metabolismo bacteriano por la utilización de antibióticos, presencia de grandes cantidades de ácido ascórbico, alta densidad de la muestra, etc. Es importante tomar en cuenta que existen infecciones causadas por microorganismos que no reducen los nitratos tales como *Staphylococcus*, *Streptococcus* y levaduras, entre otros, las cuales no podrán ser detectadas por la prueba de nitritos.



Imagen 8. Bacterias reductoras a nitritos. Tomado y adaptado de <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdiagnosticoencasa.com%2Friesgos-de-tener-nitritos-en-la-orina>

### 2.21.10 LEUCOCITOS

Los resultados positivos tienen significado clínico, aun cuando lecturas de trazas son de significado cuestionable a menos que se repitan en muestra diferentes y concuerden con la clínica. (UROANALISIS, 2019)

La prueba de esterasa leucocitaria se considera una medida indirecta para indicar la presencia en la orina de glóbulos blancos, principalmente granulocitos, neutrófilos y eosinófilo, su positividad se corresponde con, al menos, 4-5 leucocitos por campo. Nunca puede diagnosticarse una ITU por la única presencia de leucocituria en una tira reactiva. Las pruebas positivas de esterasa y nitritos son fundamentales en el diagnóstico inicial de ITU febril en los pacientes mientras se obtiene el resultado del urocultivo; las dos pruebas pueden tener un valor predictivo negativo (VPN) de 98.7%, valor que se puede aumentar a 99.2%, cuando se les suman los hallazgos positivos del examen microscópico, aumentando así las posibilidades diagnósticas de la infección. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017).

Detección de leucocitos mediante tira reactiva: Estas células blancas intactas o lisadas son las únicas que contienen en su citoplasma una enzima llamada esterasa, la cual hidroliza el reactivo de la tirilla haciéndola cambiar de color; de esta forma se determina la presencia de los leucocitos. La tira reactiva es capaz de detectar a partir de 10 – 25 leucocitos/ $\mu$ l de orina apareciendo un color violeta cuando es positivo.

El aumento de leucocitos en la orina puede estar dado por procesos inflamatorios o de infección, pueden observarse solos o en acúmulos, observándose en una pielonefritis, cistitis o uretritis, son más grandes que los eritrocitos y más pequeños que las células epiteliales, y entran en cualquier parte del tracto urinario.

El principio de la prueba revela la presencia de esterases granulocitarias. Las esterases escinden un derivado del éster pirazol aminoácido para liberar un derivado de hidroxipirazol que luego con la sal de diazonio determina un producto violeta. (FUENTES C. E., 2019)

## **2.22 ANÁLISIS FÍSICO**

Para el análisis físico las características que se tienen en cuenta son:

Aspecto: la orina es límpida y transparente. En ciertas circunstancias el aspecto de la orina puede indicar la presencia de enfermedades, como sucede en el síndrome nefrótico que se caracteriza por orinas espumosas y lechosas debido a la presencia de proteínas y de colesterol respectivamente. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017)

Color: el color de la orina es ámbar-amarillo, dado por la presencia del pigmento urocromo. Puede variar de un amarillo a un ámbar oscuro según la concentración de los pigmentos urocromicos y en menor medida a pequeñas cantidades de urobilina y uroeritrina. Los cambios bruscos de color pueden indicar un proceso patológico o la ingestión de sustancias coloreadas que se eliminan por esta vía como por ejemplo el colorante de la remolacha o drogas. En un individuo sano, la intensidad del color dependerá de la cantidad de la orina emitida, la dieta, medicamentos, etc.; la orina es de



color amarillo claro hasta amarillo oscuro, a mayor concentración más oscura se observa. Hay gran variedad de colores que puede presentar la orina como consecuencia de múltiples enfermedades, o también pueden ser un hallazgo importante, pero sin importancia clínica. (FUENTES C. R., 2019).

### **2.22.1 ASPECTO**

El aspecto de la orina normal recién emitida es transparente y/o límpido. La aparición de una turbidez suele ser normal en la primera orina de la mañana debido a la gran concentración de sales que pueden formar precipitados en forma de cristales. La presencia de una turbidez homogénea o marcada indica un proceso patológico de base. (UROANALISIS, 2019)

La orina normal es transparente, pudiendo aumentar por la presencia de sales y cristales. En la orina normal también es normal encontrar hilos de moco provenientes de las vías urinarias. La orina normal se puede volver algo turbia si se deja en reposo, aunque esta turbidez desaparece al agitar la muestra. Pues bien, si la turbidez aparece en la orina recién emitida puede deberse a múltiples causas como elevada cantidad de bacterias u hongos, células epiteliales, hematíes, leucocitos, cantidad abundante de moco de las vías urinarias debido a una inflamación de las mismas, líquido prostático, semen, materia fecal y alteraciones del pH. (FUENTES C. R., 2019)

Olor: el olor de la orina es débilmente aromatizado debido a la presencia de ácidos orgánicos volátiles y amoniacal por descomposición de la urea. Algunas enfermedades pueden presentar un olor característico como a continuación se describe: (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017)

- Fruta dulce: diabetes mellitus.
- Azúcar quemada: leucinosis.
- Ratón: fenilcetonuria.
- Pescado: hipermetionemia.
- Sudor de pies: aciduria por ácido butírico o hexanoico.

La orina recién emitida tiene un olor característico, no desagradable. Se pueden producir en la orina olores anormales producidos por algunos alimentos (Espárragos, ajo) y en varios estados patológicos. La orina posee un olor característico producido por la presencia de amonio, que será más intenso si la orina está concentrada. Esta tiene un olor amoniacal por la degradación de la urea que producen los microorganismos en las infecciones o contaminación. En determinadas enfermedades la orina puede variar su olor. Puede carecer de olor solamente en la insuficiencia renal aguda. Existe una enfermedad metabólica llamada “enfermedad de la orina con olor a jarabe de arce” en la cual la orina adquiere este olor. El olor “rancio” o “a ratón” es característico en la fenilcetonuria. Sin embargo, el olor rara vez tiene importancia clínica, por lo que no es común reportarlo. (FUENTES C. R., 2019).



Imagen 9. Análisis físico. Tomado y adaptado de <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fcssp.gob.sv%2Fwp-content%2Fuploads%2F2018%2F02%2FVENTAJAS-DE-AUTOMATIZACION>

### **2.23 ANÁLISIS DEL SEDIMENTO URINARIO**

Para el análisis microscópico se consideran como componentes del sedimento urinario las células, los cilindros y los cristales.

Células: Hacen referencia a los glóbulos rojos, glóbulos blancos, bacterias y células epiteliales.

### **2.23.1 Glóbulos rojos (GR)**

Se define hematuria cuando existen más de 5 GR por campo en orina fresca centrifugada o más de 5 GR por milímetro cúbico en orina no centrifugada. Se debe sospechar hematuria cuando el conteo es de 3 a 5 GR por campo.

Los eritrocitos en la orina son discos bicóncavos, con un tono naranja pálido (debido a la hemoglobina) y lisos, similares a los observados en frotis de sangre periférica. En orinas hipotónicas pueden observarse crenados y en orinas hipertónicas pueden hincharse, tornándose esféricos y pueden llegar a lisarse. En ocasiones pueden observarse solamente las membranas de los eritrocitos dándoles un aspecto como de “fantasma”. Los eritrocitos pueden fácilmente confundirse con gotas de grasa, pero pueden diferenciarse de estas por sus variaciones de tamaño y ausencia de hemoglobina.

El análisis de eritrocitos dismórficos es solicitado por un médico en caso de enfermedad renal con hematuria, no rutinariamente, y sirve para determinar si la hematuria es glomerular o no glomerular. Cuando existe hematuria glomerular, pueden observarse eritrocitos con cambios en la membrana, morfológicos, de tamaño y contenido de hemoglobina. Estos cambios ocurren cuando el eritrocito atraviesa la membrana glomerular y los túbulos renales por acciones mecánicas, osmóticas y enzimáticas. El porcentaje de eritrocitos dismórficos para determinar si el daño es glomerular varía, sin embargo, el promedio se encuentra alrededor del 50%. (FUENTES C. R., 2019).

### **2.23.2 Glóbulos Blancos (GB)**

El valor normal de glóbulos blancos en la orina es de 0-4 por campo, principalmente neutrófilos. Se denomina leucocituria a la presencia de más de 5 células blancas por campo en orina centrifugada y piuria a la presencia de más de 10 glóbulos blancos en orina sin centrifugar. Con respecto a la localización de la inflamación existen algunas asociaciones que pueden orientar al médico a ubicar el proceso; la presencia de leucocituria con cilindros leucocitarios, es reflejo de una inflamación del tracto urinario superior como la pielonefritis, mientras que la leucocituria con células epiteliales

escamosas es por compromiso del tracto urinario inferior como la uretritis. Si la tira reactiva es negativa para nitritos, esterasa y además no existe piuria ni bacteriuria, la probabilidad de IU es muy baja menos del 1%.

Estas células pueden aparecer en la orina de pacientes sanos, sin embargo, no deben de exceder a 5 por campo. Pueden encontrarse linfocitos, monocitos, pero es más común encontrar polimorfonucleares. Miden de 10-20µm, los polimorfonucleares se distinguen por tener núcleos segmentados y gránulos en su citoplasma, que en ocasiones presentan movimiento browniano. Estos son más grandes que los eritrocitos.

### **2.23.3 Bacterias**

La orina siempre debe estar libre de bacterias, su presencia tiene importancia clínica por la relación que tienen con los episodios de infección urinaria y su reporte en el uroanálisis se puede realizar en cruces como a continuación se describe: - Bacteriuria escasa + - Bacteriuria baja ++ - Bacteriuria moderada +++ - Bacteriuria abundante ++++ Dos o más cruces de bacterias es la cantidad que muestra la mejor especificidad y eficacia (80%) para predecir un resultado positivo del urocultivo, mientras que una cruz puede deberse a muestras contaminadas, episodios de bacteriuria asintomática, infección urinaria en estadio inicial o a pacientes sub-tratados con antibióticos.

La orina esta normalmente libre de bacterias mientras esta en el riñón y en la vejiga, pero puede producirse la contaminación con bacterias presentes en la uretra o la vagina o de otras fuentes externas. Cuando una muestra de orina fresca recién emitida y recolectada apropiadamente contiene un gran número de bacterias, especialmente, si están acompañadas por muchos leucocitos, es generalmente indicación de una infección urinaria, las bacterias se informan de acuerdo al número que se encuentra presente (escasas, moderadas, etc.) pero en el análisis de la orina de rutina no se intenta identificar el organismo exacto. Algunas bacterias reducen el nitrato a nitrito, lo que permite su

detección mediante métodos químicos. No obstante, no todas las bacterias patógenas son reductoras del nitrato. Además, existen afecciones que influyen en la presencia de nitritos. La presencia de leucocitos, es más específica que la prueba de nitritos en el diagnóstico de infección bacteriana.

#### **2.23.4 Células epiteliales**

Las células epiteliales provienen de diferentes sitios del tracto urinario como se describe a continuación: - Tubulares o renales: hacen referencia a las células epiteliales del túbulo renal; pueden estar presentes en pielonefritis, necrosis tubular aguda, rechazo a injertos y nefritis túbulo-intersticial.

Estas células provienen del revestimiento de diferentes porciones del tracto urinario. Entre estas se encuentran principalmente: escamosas, de transición y renales. Estas pueden ser encontradas normalmente en la orina en pequeñas cantidades

Transicionales: son células provenientes del epitelio de la pelvis renal, vesical, ureteral y de la porción superior de la uretra; están presentes en los procesos inflamatorios de estos sitios y en litiasis renal.

Caudadas: estas células están asociadas al cuello vesical.

Escamosas: son células del tercio distal de la uretra y del epitelio vaginal; su presencia sugiere contaminación genital, vaginitis o uretritis.

#### **2.23.5 Cilindros**

Normalmente no deben reportarse cilindros en la orina; estos se forman dentro del túbulo renal principalmente en el distal y en el colector. Su centro (matrix) lo compone una proteína renal llamada Tamm-Horsfall sobre la cual se van uniendo elementos celulares o detritus que le van dando la forma a medida que viajan a través del túbulo, El nombre del cilindro lo determina el elemento o la célula que predomine en la unión con la proteína matrix.

La unidad funcional del riñón es la nefrona la cual se encuentra constituida por un glomérulo, túbulos contorneados, asa de Henle y túbulo colector. En condiciones normales, el filtrado glomerular es acelular y contiene una pequeña cantidad de proteínas plasmáticas. Una lesión en la red capilar glomerular o en su envoltura epitelial, como la glomerulonefritis, produce por regla general una pérdida de integridad de la membrana basal, lo que produce una hematuria o proteinuria, así como también las alteraciones en las expansiones citoplasmáticas (podocitos) de las células epiteliales pueden dar lugar a proteinuria, incluso en ausencia de una lesión discernible de la membrana basal. Un cilindro es un molde cilíndrico formado en la luz de los túbulos renales o de los conductos colectores, la presencia de cilindros es indicativa de una enfermedad intrínseca del riñón por alteración de la funcionalidad de la nefrona, siendo de mucha importancia para un diagnóstico de patología renal y están constituidos principalmente por la proteína de Tamm-Horsfall. Sin embargo, no se ha observado relación entre la tasa de formación de cilindros con la concentración o cantidad de proteína de Tamm-Horsfall en la orina

Cilindros hemáticos: los constituyen glóbulos rojos. Siempre significan daño del glomérulo renal, como sucede en la nefritis lúpica.

Cilindros leucocitarios: los forman glóbulos blancos. Están relacionados a procesos inflamatorios del parénquima renal de origen infeccioso o no infeccioso; en casos de pielonefritis están presentes en el 80% de los casos asociados a leucocituria.

Cilindros hialinos: normalmente se pueden presentar en concentraciones bajas de 1 a 2 por campo, posterior a la realización de ejercicios físicos, en personas con fiebre o con deshidratación. Si se presentan en circunstancias diferentes a las mencionadas, tienen una concentración mayor o persisten en el tiempo se debe descartar la presencia de glomerulopatía aguda o crónica.

Cilindros granulosos: son producto de células tubulares necrosadas. Ocasionalmente se pueden encontrar luego de la realización de ejercicios forzados y frecuentemente están relacionados con la presencia de enfermedades del parénquima renal agudas o crónicas como la glomerulonefritis.

Cilindros epiteliales tubulares: están asociados a patologías como necrosis tubular aguda, enfermedad renal crónica, nefritis túbulo intersticial, síndrome nefrítico, intoxicación por metales pesados, rechazo de injerto e infecciones virales por CMV, hepatitis y sarampión.

Cilindros grasos: están presentes en el síndrome nefrótico y en el hipotiroidismo.

Cilindros céreos: están relacionados con patologías renales graves como la falla renal crónica.

### **2.23.6 Cristales**

Los cristales pueden encontrarse en la orina cuando algún compuesto se encuentra en exceso o debido a sus propiedades de solubilidad. Si los cristales son formados en el riñón pueden originar cálculos o ser signo de algún problema metabólico (cistina, tirosina, leucina, colesterol, etc.), sin embargo, la mayoría de los cristales carecen de importancia médica. La presencia de cristales suele estar relacionada al pH. Los cristales que se asocian a las orinas ácidas son: ácido úrico, oxalato de calcio, uratos amorfos, bilirrubina, cistina, tirosina, ácido hipúrico y colesterol. En pH básico: Biurato de amonio, carbonato de calcio, fosfatos amorfos, fosfato triple

Los cristales se forman por precipitación de sales en la orina producto de los cambios en el pH, concentración de las sales y variación en la temperatura. Se pueden presentar como verdaderos cristales o como material amorfo, rara vez tienen importancia clínica y solo en determinadas situaciones pueden tener significado patológico, principalmente en los trastornos metabólicos y en la formación de cálculos. Los cristales más frecuentes son los uratos y fosfatos amorfos, los oxalatos de calcio, los cristales de ácido úrico y los fosfatos de amonio y magnesio. Estos cristales se pueden encontrar en personas sanas, pero también pueden estar presentes en determinadas situaciones patológicas como a continuación se describe:

Cristales de ácido úrico: se pueden encontrar en leucemias, fiebre, gota y procesos catabólicos de nucleoproteínas.

Cristales de uratos amorfos: presentes en estados febriles.

Cristales de oxalato cálcico: relacionados a dietas con ajo, naranja, tomate y en patologías como la diabetes mellitus, hepatopatías y litiasis.

Cristales de carbonato cálcico: están asociados a dieta vegetariana y a infecciones urinarias.

Cristales de fosfato - ácido cálcico: aparecen en hiperfosfaturia, hipercalciuria, obstrucciones urinarias y en pacientes con catéter vesical.

Cristales de fosfatos triples —fosfato-amonio-magnesio—, urato de amonio, fosfato y carbonato calcio: presentes en pH alcalino. Cuando existe ITU por bacterias productoras de amonio hay probabilidad de formación de cálculos coraliformes de fosfatos triples o estruvita.

Cristales de uratos y oxalatos cálcicos, ácido úrico, xantinas y cistina: presentes en pH ácido.

Los cristales que siempre son considerados anormales y que tienen relevancia clínica, se describen a continuación con su patología asociada:

Cristales de leucina: se encuentran en leucinosis y en hepatopatías graves.

Cristales de cistina: son comunes en cistinuria. Cristales de tirosina: presentes en tirosinosis y hepatopatías graves.

Cristales de colesterol: comunes en el síndrome nefrótico y quiluria.

Cristales de bilirrubinas: presentes en hiperbilirrubinemias.

Cristales de sulfonamidas: se encuentran en pacientes tratados con sulfonamidas.

Cristales de indinavir: presentes en pacientes con VIH tratados con este fármaco.

Otros hallazgos del uroanálisis:

### **2.23.7 Moco**

El moco es un material proteico proveniente del tejido glandular genitourinario; su presencia está relacionada a procesos inflamatorios del tracto urinario bajo, genital o a



contaminación. La presencia de moco en el paciente con fuerte sospecha de IU obliga a tomar una nueva muestra de orina con una mejor técnica de recolección.

### 2.23.8 Hongos

Su reporte debe ser negativo. La *Candida albicans* es el hongo responsable de la mayoría de las infecciones micóticas del tracto urinario, pero en algunas ocasiones a su presencia no se le da el significado patológico que amerita, por lo tanto el reporte de hongos en la orina debe ser analizado integralmente junto al cuadro clínico del paciente, sus antecedentes patológicos, farmacológicos, inmunológicos, hallazgos al examen físico, presencia de la forma micelial o patógena del hongo y a la adecuada técnica de recolección de la muestra, para de esta forma darle respaldo al diagnóstico de infección micótica y no subestimar su presencia en el EGO y clasificarla siempre como contaminación.

### 2.23.9 Parásitos

En la orina no debe haber presencia de huevos ni de parásitos intestinales.

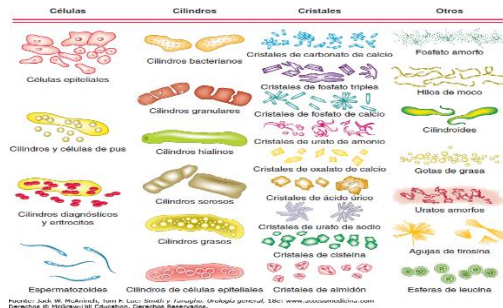


Imagen 10. Sedimento urinario. Tomado y adaptado de <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3a%2F%2Fwww.pinterest.com%2Fcorozocortez%2F&psig=AOvVaw0u9G1Rzrllk>

## 2.24 UROCULTIVO

Es la prueba definitiva para el diagnóstico de ITU, orientando el tratamiento definitivo según el antibiograma, por lo que se recomienda su realización siempre que sea posible. Es el umbral aceptado actualmente de acuerdo al criterio de Kass para establecer el diagnóstico de ITU es encontrar en el cultivo de orina 10<sup>5</sup> unidades formadoras de colonias por mililitro (ufc/mL) de bacterias patógenas del tracto urinario, resultando en un 7.2% de falsos positivos secundarios a la contaminación. Para el diagnóstico definitivo de ITU es requisito imprescindible el disponer de un cultivo de orina en el que se muestre la existencia de crecimiento bacteriano en cifras de más de 50 000-100 000 unidades formadoras de colonias/ml. La orina ha de ser recogida de la forma adecuada recomendada. Sin embargo, la Academia Americana de Pediatría (AAP) en sus más recientes guías propongan que el diagnóstico de ITU se establezca mediante un uroanálisis que sugiera infección (datos de piuria y/o bacteriuria, es decir, la presencia de nitritos y esterasa leucocitaria) y la presencia de al menos 50 000 ufc/mL de un patógeno urinario conocido obtenido mediante cateterismo vesical o punción suprapúbica. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017).



Imagen 11. Cultivo de orina. Tomado y adaptado de

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fenfermeriabuenosaires.com%2Finfecciones-del-tracto-urinario-laboratorio%](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fenfermeriabuenosaires.com%2Finfecciones-del-tracto-urinario-laboratorio%2F)

### **2.24.1 TOMA DE MUESRA PARA EL UROCULTIVO**

La recolección de la muestra de orina se realiza en la primera micción de la mañana.

Para obtener un resultado adecuado en el uroanálisis, es necesario tener en cuenta lo siguiente en la recolección de la muestra: (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017)

Recolección por micción espontánea:

- Lavar el área genital y perineal del paciente con suficiente agua y jabón momentos antes de la toma de la muestra. No utilizar antisépticos.
- Tener listo el frasco recolector de orina, sin uso, estéril y sellado.
- Tomar la muestra de orina a partir del chorro medio descartando la primera parte de la micción. La orina recolectada en el frasco no debe ser tocada ni por los dedos ni por ningún otro objeto.
- Recolectar un volumen de orina suficiente para su estudio 10cm mínimo.
- Evitar que la orina rebose el frasco, el rebosamiento facilita su contaminación.
- Sellar inmediatamente el frasco una vez recolectada la orina y rotularlo con el nombre del paciente, número de historia clínica, hora y fecha de recolección.
- Conservar el frasco en un lugar seguro, evitando la exposición solar y los movimientos constantes agitación.
- Procesar la muestra en el laboratorio clínico lo más pronto. Si después de 30 minutos de recolectada no se procesa, se debe refrigerar en la puerta de la nevera a 4 grados centígrados por un tiempo máximo de 24 horas, de lo contrario se corre el riesgo de que se alteren las sustancias contenidas en ella por efectos de la temperatura ambiental y la luz solar.

#### Bolsa colectora adhesiva:

- Lavado de manos de quien coloca la bolsa, seguido del lavado de los genitales externos y la región perineal con agua jabonosa (no antisépticos), aclarando con suero salino fisiológico y secando con gasa estéril.
- Posteriormente, se coloca el colector, el borde del cual debe incluir en los varones el pene y parte del escroto y toda la vulva en las niñas.
- En el caso de utilizarse para descartar una ITU, debe cambiarse el colector cada 20- 30 minutos siguiendo los mismos pasos; aun así, existe alto riesgo de contaminación.
- Debido al alto índice de contaminación un urocultivo positivo obtenido por bolsa recolectora no se considera ITU. Se debe repetir la toma de muestra por sondeo o punción vesical para confirmar diagnóstico, previo a iniciar tratamiento antibiótico.

Sin embargo, en la conferencia proporcionada en el 2014 por el Nefrólogo Pediatra, Dr. Edgar Reyes, se toman las medidas antes descritas, para evitar el cateterismo vesical, debido a que este último puede causar estrechez ureteral después de varios intentos o por la manipulación que se realiza. Además de la incomodidad que le proporciona al paciente, refiriendo que se han obtenido muestras positivas en urocultivos, si se realizan los pasos anteriormente expuestos.

#### Punción Suprapúbica:

- Se considera la técnica más fiable (gold standard) para diagnosticar una ITU en recién nacidos y lactantes, pero es una técnica dolorosa que precisa de la habilidad del facultativo y un volumen vesical de orina suficiente.

- Se aconseja esperar 60-90 minutos desde la última micción, asegurar una correcta hidratación del paciente y realizarla guiada por ecografía. No se aconseja en mayores de 18 meses. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017)
- Se coloca al paciente en decúbito supino con las piernas en flexión y abducción (posición de rana). Los cuidados de asepsia deben ser como en el caso anterior. Se limpia la zona de punción situada un cm por encima de la sínfisis del pubis en la línea media.
- Se utiliza una aguja intramuscular conectada a una jeringa de 5-10 ml perpendicular a la pared abdominal o con ligera inclinación caudal. La introducción de la aguja ha de ser rápida y, luego, aspirar.
- Pueden ser complicaciones la hematuria transitoria, el hematoma en la pared vesical y la punción de un asa intestinal que, rara vez, evoluciona a peritonitis. Son contraindicaciones la enfermedad hemorrágica y la obstrucción intestinal.

#### Cateterismo Vesical:

- El lavado de genitales se realiza del mismo modo que los anteriores, teniendo en cuenta que es un procedimiento estéril con riesgo de ITU, por lo que se debe usar un campo estéril con un paño con apertura para los genitales y guantes estériles.
- Para obtener la muestra, generalmente se usan sondas de alimentación (de punta redonda, de 4 French en menores de seis meses y de 6-8 French en mayores de seis meses). Las sondas de Foley se reservan para recogidas prolongadas.
- La sonda que se utilice debe lubricarse en su extremo distal e introducirse por el meato urinario sin forzar. En el caso de los niños, se aconseja que, una vez introducida la sonda, pocos milímetros se coloque el pene en posición horizontal para seguir introduciendo la sonda. Se desechan las primeras gotas y se recoge

el resto en frasco estéril. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017).

Las complicaciones pueden ser frecuentes (disuria, polaquiuria, irritabilidad y microhematuria), posibles (ITU) y raras (rotura uretral).

### **2.25 UROCULTIVO COMO DIAGNÓSTICO**

El diagnóstico de ITU debe plantearse frente a una historia y examen físico sugerente, asociado a un examen de orina compatible. Se confirma con un urocultivo positivo.

La mayoría de los autores coinciden en la utilidad de las diversas pruebas diagnósticas como el urianálisis o examen general de orina, el análisis mediante el uso de tiras reactivas, la visualización del sedimento urinario, la tinción de Gram y el cultivo, que es considerado el estándar de oro para establecer el diagnóstico. El análisis rápido de una tira reactiva, junto con el cuadro clínico, puede ser suficiente para que el clínico decida instaurar manejo para una ITU, sin olvidar que solo el análisis bacteriológico podrá dar el diagnóstico certero y por lo tanto no debe omitirse en ningún caso. (ALVARADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2017).

### **2.26 BACTERIAS PRODUCTORAS DE BETALACTAMASAS**

Los betalactámicos son una gran familia de antimicrobianos (penicilinas, cefalosporinas, carbapenems, monobactams e inhibidores de penicilinasas), teniendo al anillo betalactámico como un componente en común, estos representan el 50% de los antimicrobianos prescritos a nivel mundial. Su mecanismo de acción consiste en la destrucción de la pared celular de las bacterias a través de fijación a las PBP6. Por lo tanto, las bacterias, en su mayoría gram negativas, utilizan enzimas llamadas betalactamasas para hidrolizar el anillo betalactámico, inhibiendo su mecanismo de acción. Estas betalactamasas se diferencian por su espectro de resistencia, así tenemos las Betalactamasas de espectro extendido (BLEE), la cual confiere resistencia a las

penicilinas, cefalosporinas de primera, segunda (excepto las cefamicinas como la cefoxitina o cefotetan), tercera, cuarta generación y aztreonam, siendo inhibidas por los inhibidores de betalactamasas como el ácido clavulánico y sensibles o los carbapenems. (Salazar, 2018)

Las AmpC, se encuentran naturalmente codificadas a nivel cromosómico (gen ampC) en algunos géneros bacterianos, conocidos bajo el acrónimo de AMPCES como *Aeromonas* spp., *Morganella* spp., *Providencia* spp., *Citrobacter* spp., *Enterobacter* sp., *Serratia marcescens*, entre otras. Estas confieren resistencia a penicilinas, cefalosporinas de primera a tercera generación y aztreonam exceptuando las cefalosporinas de cuarta generación, no son inhibidas por los inhibidores de betalactamasas, sensibles a carbapenems. Este tipo de mecanismo cromosomal sin embargo, también es frecuente encontrar en microorganismos no productores de AmpC (o productores débiles) como *Salmonella* spp., *E. coli*, *Klebsiella* spp., cuya resistencia es codificadas en plásmidos.

Inhibidores de Betalactamasas Resulta ser una buena alternativa para las AmpC donde no se evidencia hidrólisis para Inhibidores de betalactamasas, se plantea el uso de Piperacilina/Tazobactam, es una indicación controversial en el caso de pacientes críticos. Existen estudios en paciente con Bacteriemia para ver mortalidad relacionado con tratamiento empírico, uno de ellos fue realizado por Tamma et al concluyen que los pacientes que reciben piperacilina/tazobactam tenían dos veces más riesgo de morir en comparación con los tratados con carbapenémicos, sin embargo, en otro estudio realizado por Gutiérrez et al no confirman lo mismo. Finalmente, el estudio de MERINO concluye que se debe realizar el cambio a carbapenémicos si se aísla la presencia de una bacteriemia por Enterobacteria productora de BLEE o AmpC. Se menciona como buena alternativa a piperacilina/tazobactam cuando el MIC es  $< 16/4$  (Salazar, 2018)

Las infecciones por bacterias Gram negativas resistentes a múltiples antibióticos, y su elevada frecuencia tanto en hospitales como en la comunidad, se ha convertido en un problema de salud pública en el mundo debido a su asociación con hospitalizaciones más prolongadas, mayores tasas de fracasos terapéuticos, aumento de la mortalidad y

mayores costos de la atención hospitalaria. Estas bacterias tienen diferentes mecanismos de resistencia a los antibióticos betalactámicos, y la producción de betalactamasas es el principal contra la familia de antibióticos más utilizada para combatir las infecciones bacterianas en el mundo. Entre las betalactamasas de mayor impacto clínico, están las de espectro extendido (BLEE), las cuales se han identificado principalmente en *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, y son codificadas por genes cromosómicos o plasmídicos. Las BLEE se definen como betalactamasas capaces de hidrolizar penicilinas, cefalosporinas de primera y segunda generación, una o más oximinocefalosporinas (en particular, cefotaxima, ceftriaxona y ceftazidima) y monobactámicos (aztreonam); una de sus características es ser sensibles a los inhibidores de las betalactamasas, como el ácido clavulánico, el sulbactam, el tazobactam y el avibactam. Otras enzimas de importancia clínica son las betalactamasas de tipo AmpC, presentes en algunas *enterobacterias* y en bacterias Gram negativas no fermentadoras. Estas pueden ser codificadas por genes cromosómicos y presentarse de forma constitutiva o inducible, o ser adquiridas a través de plásmidos. Las enzimas AmpC son capaces de hidrolizar cefalosporinas de tercera generación y cefamicinas, y se diferencian de las BLEE en que no son sensibles a los inhibidores de las betalactamasas. Por último, las betalactamasas de tipo carbapenemasas se han identificado principalmente en Enterobacteriaceae, en *Acinetobacter baumannii* y en *Pseudomonas aeruginosa*; su codificación puede ser cromosómica o generarse en genes asociados con varios elementos móviles, como los transposones, los integrones y una variedad de plásmidos, lo que permite su rápida diseminación entre las especies y dentro de ellas. Las carbapenemasas tienen un mayor espectro hidrolítico frente a casi todos los antibióticos betalactámicos, incluidos los carbapenémicos.



## 2.27 SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD

Como sucede con los elementos de una historia clínica y del examen físico, cada procedimiento de diagnóstico clínico o prueba de laboratorio reúne una serie de características que reflejan la información esperada acerca de un paciente del cual el médico desea saber si posee o no determinada enfermedad. En el presente manuscrito analizaremos varios puntos necesarios para comprender la importancia y aplicabilidad del cálculo de la sensibilidad, la especificidad y otros parámetros estadísticos en la práctica clínica diaria para determinar:

- a) ¿Qué tan eficientes pueden ser las pruebas de diagnóstico clínico y de laboratorio para clasificar a un sujeto como sano o enfermo, de acuerdo con su real estado de salud?; es decir, ¿Cuál es el desempeño operativo de la prueba (sensibilidad y especificidad)? (VIZCAINO-SALAZAR, 2017)
- b) ¿Cuál es la confiabilidad de la prueba o la reproducibilidad de los resultados?, por ejemplo, al ser nuevamente aplicada por otro sujeto, por el mismo sujeto o al compararla con otra prueba que no es usada como estándar de referencia.
- c) ¿Cómo verificar qué tan de acuerdo están dos observadores frente a un fenómeno?

Para esto se presentan las definiciones de los principales parámetros de evaluación de una prueba de diagnóstico clínico y de laboratorio, entre ellos la sensibilidad, la especificidad, los valores predictivos positivo y negativo, las razones de verosimilitud, las probabilidades pre y post - prueba, entre otros; además de los procedimientos para su cálculo y las interpretaciones de los resultados. Finalmente, se presentan algunos ejemplos para su mejor comprensión.

**Sensibilidad:** proporción de individuos enfermos que poseen una prueba positiva.

**Especificidad:** proporción de individuos sin la enfermedad que poseen una prueba negativa o normal.

En razón a lo anteriormente expuesto, el conocimiento de las características de una prueba determinada no permite tener una interpretación exacta del resultado, solo nos dice qué proporción de pacientes, con y sin la enfermedad, podrían presentar un resultado positivo o negativo, respectivamente. En este sentido, el interés del médico es determinar la presencia o ausencia de la enfermedad; en consecuencia, surgen las siguientes preguntas: a) Si el resultado es positivo ¿Cuál es la probabilidad de que la enfermedad esté presente? y b) Si el resultado es negativo ¿Cuál es la probabilidad de que la enfermedad no esté presente?

La primera pregunta refleja lo que se conoce como **valor predictivo positivo (VPP)** de una prueba diagnóstica y la segunda está relacionada con lo que se denomina **valor predictivo negativo (VPN)** del resultado de una prueba diagnóstica. La definición precisa de estos conceptos sería:

**Valor predictivo positivo (VPP):** proporción de individuos con una prueba positiva que presentan la enfermedad.

**Valor predictivo negativo (VPN):** proporción de sujetos con una prueba negativa que no presentan la enfermedad. (VIZCAINO-SALAZAR, 2017)

De acuerdo con esto se puede inferir que la sensibilidad y la especificidad representan la validez de una prueba diagnóstica, y que el valor predictivo positivo y valor predictivo negativo representan la seguridad de una prueba diagnóstica. En este sentido, podemos calificar una prueba diagnóstica en los parámetros mencionados como excelente (mayor o igual al 95%), buena (entre 80% y 94%), regular (entre 50% y 79%) y mala (menor del 50%).

La determinación de los parámetros de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo

y valor predictivo negativo se realiza construyendo, en primer lugar, una tabla binaria o de 2x2, a partir de la cual se obtienen los diversos resultados probables de una prueba diagnóstica

**Sensibilidad:** Corresponde a la proporción de individuos correctamente diagnosticados con la condición o enfermedad por la prueba diagnóstica. En otras palabras, la proporción de verdaderos positivos correctamente identificados por el test del total de individuos enfermos según el estándar de referencia.

**Especificidad:** Corresponde a la proporción de individuos correctamente diagnosticados con ausencia de la condición o enfermedad por la prueba diagnóstica en estudio. Vale decir, es la proporción de verdaderos negativos que fueron correctamente identificados por el test, del total de individuos sanos según el estándar de referencia. De lo anterior podemos inferir que la especificidad es el cociente entre los verdaderos negativos dividido por la suma de verdaderos negativos y falsos positivos. (DRES. SEBASTIAN BRAVO-GRAU, 2015)

	Enfermedad presente	Enfermedad ausente
Prueba positiva	Verdaderos positivos (VP) a	Falsos positivos (FP) b
Prueba negativa	Falsos negativos (FN) c	Verdaderos negativos (VN) d

Imagen 12. Tabla 2x2. Tomado y adaptado de

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdocs.bvsalud.org%2Fbiblioref%2F2018%2F05%2F883697%2Fimportancia-calculo-sensibilidad-y-es>.

**Verdaderos positivos:** la enfermedad está presente y se diagnostica al paciente como enfermo.

**Falsos positivos:** el paciente no presenta la enfermedad y se le diagnostica como enfermo.

**Verdaderos negativos:** la enfermedad no está presente y se diagnostica al paciente como sano.

**Falsos negativos:** la enfermedad está presente y se diagnostica al paciente como sano.

Posteriormente, para el cálculo de los parámetros anteriormente mencionados, se toman los datos registrados en la tabla de 2x2 y se aplican las fórmulas presentadas en la siguiente tabla: (VIZCAINO-SALAZAR, 2017)

	Enfermedad presente	Enfermedad ausente	
Prueba positiva	a	b	a + b
Prueba negativa	c	d	c + d
	a + c	b + d	

Diagram illustrating the calculation of Sensibilidad (Sensitivity) and Especificidad (Specificity) from a 2x2 contingency table. The table is annotated with arrows and labels:

- A blue arrow points down from the 'Prueba positiva' row to the 'a + c' label, which is associated with 'Sensibilidad'.
- A green arrow points right from the 'a' cell to the 'a + b' label, which is associated with 'VPP' (Verdaderos Positivos).
- A red arrow points right from the 'd' cell to the 'c + d' label, which is associated with 'VPN' (Verdaderos Negativos).
- An orange arrow points down from the 'b + d' label to the 'Especificidad' label.

Imagen 13. Tabla cálculo de sensibilidad y especificidad. Tomada y adaptada de

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdocs.bvsalud.org%2Fbiblioref%2F2018%2F05%2F883697%2Fimportancia-calculo-sensibilidad-y-e>.

**Sensibilidad:** Corresponde a la proporción de individuos correctamente diagnosticados con la condición o enfermedad por la prueba diagnóstica. En otras palabras, la proporción de verdaderos positivos correctamente identificados por el test del total de individuos enfermos según el estándar de referencia. **Especificidad:** Corresponde a la proporción de individuos correctamente diagnosticados con ausencia de la condición o enfermedad por la prueba diagnóstica en estudio. Vale decir, es la proporción de verdaderos negativos que fueron correctamente identificados por el test, del total de individuos sanos según el

estándar de referencia. De lo anterior podemos inferir que la especificidad es el cociente entre los verdaderos negativos dividido por la suma de verdaderos negativos y falsos positivos (VIZCAINO-SALAZAR, 2017).

Valores predictivos. La sensibilidad y la especificidad son medidas importantes de la exactitud diagnóstica de una prueba, pero no pueden ser usadas para estimar la probabilidad de enfermedad en un paciente individual. Los valores predictivos positivos (VPP) y negativos (VPN) proporcionan estimaciones de la probabilidad de la enfermedad. Vale decir, es la probabilidad de que la prueba diagnóstica entregue el diagnóstico correcto, si esta resulta positiva o negativa.

Valor Predictivo Positivo: Corresponde a la probabilidad condicional de que el paciente tenga la enfermedad, dado que el test resultó positivo. Expresado de otra manera, es la proporción de pacientes con la prueba diagnóstica positiva que efectivamente tienen la condición.

Valor Predictivo Negativo: Corresponde a la probabilidad condicional de que el paciente no tenga la enfermedad, dado que la prueba diagnóstica resultó negativa. En otras palabras, es la probabilidad de que el individuo no tenga la condición en estudio luego de que el test es negativo. Es equivalente al inverso de la probabilidad post-test de tener la enfermedad dado que el test resultó negativo.

Como sucede con los elementos de una historia clínica y del examen físico, cada procedimiento de diagnóstico clínico o prueba de laboratorio reúne una serie de características que reflejan la información esperada acerca de un paciente del cual el médico desea saber si posee o no determinada enfermedad. En el presente manuscrito analizaremos varios puntos necesarios para comprender la importancia y aplicabilidad del cálculo de la sensibilidad, la especificidad y otros parámetros estadísticos en la práctica

clínica diaria para determinar:

a) ¿Qué tan eficientes pueden ser las pruebas de diagnóstico clínico y de laboratorio para clasificar a un sujeto como sano o enfermo, de acuerdo con su real estado de salud? es decir, ¿Cuál es el desempeño operativo de la prueba (sensibilidad y especificidad)?. (VIZCAINO-SALAZAR, 2017)

b) ¿Cuál es la confiabilidad de la prueba o la reproducibilidad de los resultados?, por ejemplo, al ser nuevamente aplicada por otro sujeto, por el mismo sujeto o al compararla con otra prueba que no es usada como estándar de referencia.

Para esto se presentan las definiciones de los principales parámetros de evaluación de una prueba de diagnóstico clínico y de laboratorio, entre ellos la sensibilidad, la especificidad, los valores predictivos positivo y negativo, las razones de verosimilitud, las probabilidades pre y post prueba, entre otros; además de los procedimientos para su cálculo y las interpretaciones de los resultados. Finalmente, se presentan algunos ejemplos para su mejor comprensión.

**Sensibilidad:** proporción de individuos enfermos que poseen una prueba positiva.

**Especificidad:** proporción de individuos sin la enfermedad que poseen una prueba negativa o normal.

En razón a lo anteriormente expuesto, el conocimiento de las características de una prueba determinada no permite tener una interpretación exacta del resultado, solo nos dice qué proporción de pacientes, con y sin la enfermedad, podrían presentar un resultado positivo o negativo, respectivamente. En este sentido, el interés del médico es determinar la presencia o ausencia de la enfermedad; en consecuencia, surgen las siguientes preguntas: a) si el resultado es positivo ¿cuál es la probabilidad de que la enfermedad esté presente? y b) si el resultado es negativo ¿cuál es la probabilidad de

que la enfermedad no esté presente? La primera pregunta refleja lo que se conoce como **valor predictivo positivo (VPP)** de una prueba diagnóstica y la segunda está relacionada con lo que se denomina **valor predictivo negativo (VPN)** del resultado de una prueba diagnóstica. La definición precisa de estos conceptos sería:

**Valor predictivo positivo (VPP):** proporción de individuos con una prueba positiva que presentan la enfermedad.

**Valor predictivo negativo (VPN):** proporción de sujetos con una prueba negativa que no presentan la enfermedad. (VIZCAINO-SALAZAR, 2017)

acuerdo con esto se puede inferir que la sensibilidad y la especificidad representan la validez de una prueba diagnóstica, y que el valor predictivo positivo y valor predictivo negativo representan la seguridad de una prueba diagnóstica. En este sentido, podemos calificar una prueba diagnóstica en los parámetros mencionados como excelente (mayor o igual al 95%), buena (entre 80% y 94%), regular (entre 50% y 79%) y mala (menor del 50%)

La determinación de los parámetros de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo se realiza construyendo, en primer lugar, una tabla binaria o de 2x2, a partir de la cual se obtienen los diversos resultados probables de una prueba diagnóstica

**Sensibilidad:** Corresponde a la proporción de individuos correctamente diagnosticados con la condición o enfermedad por la prueba diagnóstica. En otras palabras, la proporción de verdaderos positivos correctamente identificados por el test del total de individuos enfermos según el estándar de referencia.

**Especificidad:** Corresponde a la proporción de individuos correctamente diagnosticados con ausencia de la condición o enfermedad por la prueba diagnóstica en estudio. Vale decir, es la proporción de verdaderos negativos que fueron correctamente identificados por el test, del total de individuos sanos según el estándar de referencia. De lo anterior podemos inferir que la especificidad es el cociente entre los verdaderos negativos dividido por la suma de verdaderos negativos y falsos positivos. (DRES. SEBASTIAN BRAVO-GRAU, 2015)

### CAPÍTULO III

#### 3.1 RESULTADOS OBTENIDOS

#### 3.2 SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE NITRITOS Y ESTERASAS LEUCOCITARIAS DE LA TIRA QUIMICA REACTIVA

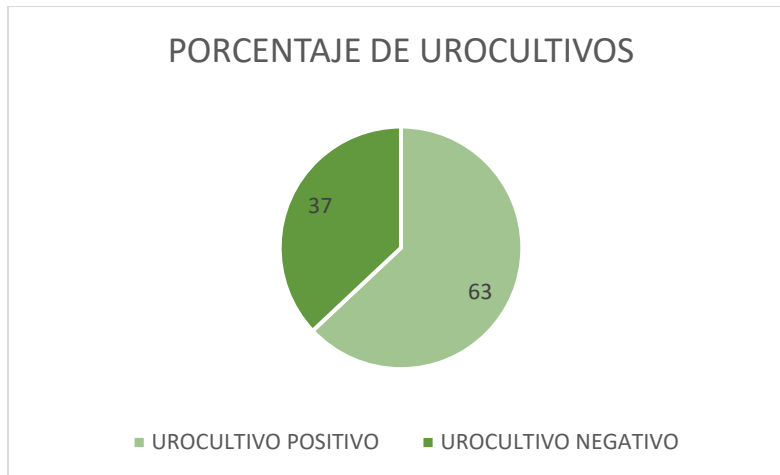
Tabla 1. Frecuencia de urocultivos

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Urocultivo positivo	327	63
Urocultivo negativo	193	37
Total	520	100

Nota: Adaptación propia de recolección de datos urocultivos de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.



**Gráfica 1. Porcentaje de urocultivos negativos y positivos**



Nota: Adaptación propia de recolección de datos urocultivos de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

### **3.3 INTERPRETACIÓN: PORCENTAJE DE UROCULTIVOS NEGATIVOS Y POSITIVOS**

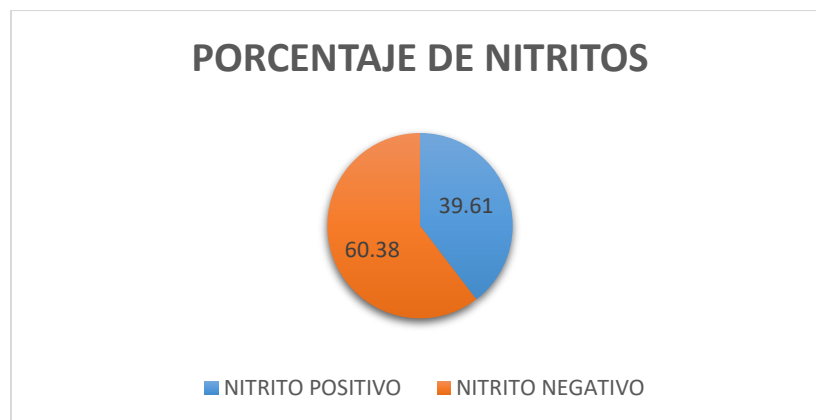
De los 520 urocultivos se observó que 317 tienen un resultado positivo, es decir un 63%, mientras que 193 muestras tienen un resultado negativo con un porcentaje del 37%.

**Tabla 2. Presencia de nitritos en orina identificados por medio de la tira química reactiva**

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Nitrito positivo	206	39.61
Nitrito negativo	314	60.38
Total	520	100

Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

**Gráfica 2. Porcentaje de nitritos identificados por medio de la tira química reactiva**



Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

### 3.4 INTERPRETACIÓN: PORCENTAJE DE NITRITOS POSITIVOS

De las 520 muestras analizadas, se logra evidenciar que mediante el uso de tiras químicas reactivas 206 (39.61%) muestras presentaron nitritos positivos, mientras que 314 muestras (60.38%) restantes presentaron nitritos negativos.

**Tabla 3. Cálculo de la sensibilidad de nitritos de la tira química reactiva usando como prueba confirmatoria el urocultivo**

SENSIBILIDAD=	$\frac{VP}{VP+FN}$
SENSIBILIDAD=	$\frac{206 \times 100}{206 + 25}$
SENSIBILIDAD=	89%

Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

**Tabla 4. Cálculo valor predictivo positivo de nitritos**

VPP=	$VP/(VP+FP)$
VPP=	$\frac{206 \times 100}{206 + 28}$
VPP=	88%

Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

### **3.5 INTERPRETACIÓN: CALCULO DE SENSIBILIDAD Y VALOR PREDICTIVO POSITIVO DE NITRITOS**

Usando la fórmula para el cálculo de la sensibilidad se obtuvo un valor de 89%, lo que nos indica que, de cada 100 muestras 89 tienen nitrito positivo, mientras que las 11 muestras restantes serán falsos negativos. El resultado del VPP tiene un porcentaje similar a la sensibilidad, lo que indica que cuando la tira química reactiva marca nitritos positivo en una muestra el 88% de las veces será un valor verdadero.

**Tabla 5. Cálculo de especificidad de nitritos de la tira química reactiva usando como prueba confirmatoria el urocultivo**

ESPECIFICIDAD=	$\frac{VN}{VN+FP}$
ESPECIFICIDAD=	$\frac{314 \times 100}{314 + 28}$
ESPECIFICIDAD=	91%

Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

**Tabla 6. Cálculo del valor predictivo negativo de nitritos**

VPN=	$\frac{VN}{VN+FN}$
VPN=	$\frac{314 \times 100}{314 + 25}$
VPN=	92%

Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

### **3.6 INTERPRETACIÓN: CALCULO DE ESPECIFICIDAD Y VALOR PREDICTIVO NEGATIVO DE LOS NITRITOS**

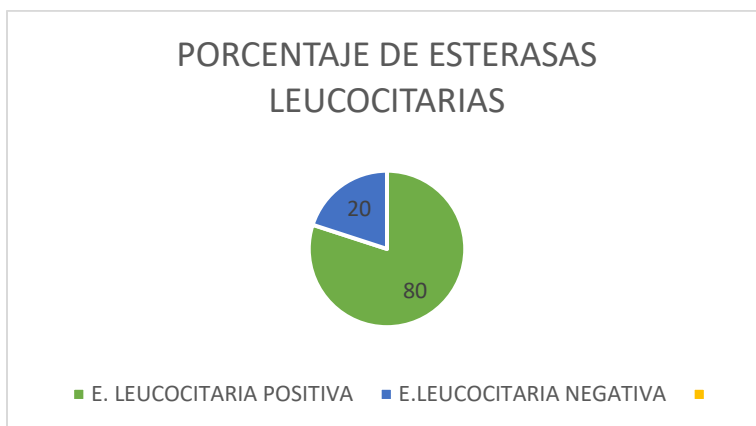
Usando la fórmula para el cálculo de la especificidad se obtuvo un valor de 91%, esto nos indica que cada 100 muestras 91 no van a contener nitritos mientras que los 9 restantes son falsos positivos. El VPN nos dice que cuando la tira química reactiva no marca nitritos el 92% de las veces es un valor real, es decir la muestra no va a contener nitritos.

**Tabla 7. Presencia de esterases leucocitarias en orina identificados por medio de la tira química reactiva**

<b>Parámetro</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Esterasa leucocitaria positivo</b>	417	80
<b>Esterasa leucocitaria negativo</b>	103	20
<b>Total</b>	520	100

Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

**Gráfica 3. Porcentaje de esterasas leucocitarias identificados por medio de la tira química reactiva.**



Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

### **3.7 INTERPRETACIÓN: PORCENTAJE DE LAS ESTERASAS LEUCOCITARIAS**

De las 520 muestras analizadas, se logra evidenciar que mediante el uso de tiras químicas reactivas 417 (80%) de las muestras presentaron Esterasas Leucocitarias positivos, mientras que 104 muestras (20%) restantes presentaron nitritos negativos.

**Tabla 8. Cálculo de la sensibilidad de esterasas leucocitarias de la tira química reactiva usando como prueba confirmatoria el urocultivo**

SENSIBILIDAD=	$\frac{VP}{VP+FN}$
SENSIBILIDAD=	$\frac{417 \times 100}{417 + 25}$
SENSIBILIDAD=	94%

Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

**Tabla 9. Cálculo del valor predictivo positivo de las esterasas leucocitarias**

VPP=	$\frac{VP}{VP+FP}$
VPP=	$\frac{417 \times 100}{417 + 28}$
VPP=	94%

Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.



### 3.8 INTERPRETACIÓN: CALCULO DE LA SENSIBILIDAD Y VALOR PREDICTIVO POSITIVO DE LAS ESTERASAS LEUCOCITARIAS

Una vez aplicada la fórmula para el cálculo de la sensibilidad se obtuvo un valor de 94%, lo que nos indica que, de cada 100 muestras con esterasas leucocitarias positivo, la tira solo detectará 94 positivas para esterasas leucocitarias mientras que los 6 restantes serán falsos negativos. El VPP indica que cuando la tira química reactiva marca esterasas leucocitarias positivo en una muestra el 94% de las veces será un valor verdadero.

**Tabla 10. Cálculo de la especificidad de esterasas leucocitarias de la tira química reactiva usando como prueba confirmatoria el urocultivo**

ESPECIFICIDAD=	$\frac{VN}{VN+FP}$
ESPECIFICIDAD=	$\frac{103 \times 100}{103+ 28}$
ESPECIFICIDAD=	79%

Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

**Tabla 11. Cálculo del valor predictivo negativo de las esterasas leucocitarias**

VPN=	$VN/(VN+FN)$
VPN=	$\frac{103 \times 100}{103 + 25}$
VPN=	81%

Nota: Adaptación propia de recolección de datos examen completo de orina, de Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, en el año 2019.

### **3.9 INTERPRETACIÓN: CÁLCULO DE LA ESPECIFICIDAD Y VALOR PREDICTIVO NEGATIVO DE LAS ESTERASAS LEUCOCITARIAS**

Aplicada la fórmula para el cálculo de la especificidad se obtuvo un valor de 79%. Esto nos indica que cada 100 muestras 79 no contienen esterasas leucocitarias, la tira reactiva detectará 79 negativas y 21 positiva. El VPN nos dice que cuando una tira no marca nitritos el 81% de las veces es un valor real, es decir la muestra no va a contener esterasas leucocitarias.

## CONCLUSIONES

Con respecto a la sensibilidad de los nitritos del análisis de la tira química reactiva de orina se pudo evidenciar que el profesional de la salud podrá dar inicio al tratamiento para las infecciones urinarias ya que la sensibilidad fue del 89% lo que indica que cada 100 pacientes 89 tienen un resultado de nitrito positivo verdadero mientras que los 11 pacientes restantes tienen un resultado falso negativo. El valor predictivo positivo evidencio que el 88% de la será un valor verdadero en el resultado de nitritos.

91% fue el resultado de la especificidad de los nitritos de la tira química reactiva de orina, por lo que el profesional de salud podrá dar tratamiento a los pacientes ya que de 100 muestras 91 fueron verdaderos negativos y 9 falsos positivos. El valor predictivo negativo tuvo un 92% lo que indico que cuando la tira no marca nitritos, este será un valor verdadero.

La sensibilidad de las esterasas leucocitarias de la tira química reactiva demostró tener un resultado del 94%, por consiguiente, de cada 100 muestra se detectó 94 con resultados de verdaderos positivos y 6 muestra presentaron falsos negativos. El valor predictivo positivo evidencio que cuando la tira reactiva marca esterasas leucocitarias un 94% presento un valor verdadero.

Se evidenció que La especificidad de las esterasas leucocitarias obtuvo un porcentaje del 79% lo que indica un valor bajo, es decir que de cada 100 muestras 79 presentaron resultados verdaderos negativos y 21 muestra evidenciaron falsos positivos. El valor predictivo indico un 81% lo que indico que este porcentaje fue un valor real de que la muestra contiene esterasas leucocitarias.

El urocultivo como prueba confirmatoria para el análisis de diagnóstico de infecciones

urinarias, no debe dejar de tener importancia ya que es la prueba Gold Estándar para el diagnóstico de infecciones urinarias, en este examen se evidencia la presencia de bacterias formadoras de betalactamasa que es un parámetro muy importante para el éxito del tratamiento con antibióticos administrados por el médico.

Para finalizar el médico podrá basarse en la sensibilidad y especificidad de los nitritos y esterasas leucocitarias de la tira química reactiva de orina ya que presentan porcentajes altos de predicción en una infección urinarias teniendo en cuenta el urocultivo es la prueba confirmatoria Gold estándar y también en la importancia de las bacterias formadoras de betalactamasas por lo que debe elegir antibióticos para dar inicio a un tratamiento temprano que no sea betalactámicos.

## RECOMENDACIONES

- A los laboratorios clínicos: Establecer una correcta fase analítica para la lectura de las tiras químicas reactivas del análisis de orina para correlacionar la sensibilidad y especificidad de los nitritos y esterasas leucocitarias usando como prueba confirmatoria el urocultivo
- Al médico: deberá analizar las necesidades de cada paciente respecto a los resultados que se evidencien en las tiras químicas reactivas. Como médico deberá tener conocimiento sobre tratamientos con antibióticos. Una vez aplicado el tratamiento al paciente, se deberá dar seguimiento para confirmar su recuperación.
- No obviar la prueba de urocultivo ya que es el Gold Estándar para el diagnóstico de las infecciones urinarias.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ALEXANDRA, T. G. (2013). *UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA*. Obtenido de FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y DELA SALUD.
2. ALVARADO, M. N. (SEPTIEMBRE de 2017). *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*.
3. ANCHUNDIA, J. A. (2020). *UNIVESIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI*.
4. Bellorin, D. O. (2019). *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/11275/1/100407.pdf>
5. BERNUY SALDAÑA, J. C. (2019). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA*. Obtenido de FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.
6. CAMPUZANO MAYA, G. A. (s.f.). *REVISTA UROLOGIA COLOMBIANA*. Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/REFE%202%20HISTORIA.pdf>
7. CORDOVA, M. S. (2020). *UNIVERSIDAD RICARDO PALMA*. Obtenido de .  
PRESENTADO POR LA BACHILLER EN MEDICINA HUMANA MARY STEPHANNIE GUTIÉRREZ CÓRDOVA
8. CRUZ, J. A. (24 de MARZO de 2020). *SISTEMA URINARIO*. Obtenido de UNIVERSIDAD POLITECNICA DEL BICENTENARIO.
9. CUADRA, D. J. (JULIO de 2018). *UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA*.
10. DR, J. H. (2006). *ANATOMIA DEL APARATO GENITOURINARIO*. Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/Anatomia%20del%20aparato%20genitourinario.pdf>

11. DRES. SEBASTIAN BRAVO-GRAU, J. P. (2015). ESTUDIOS DE EXACTITUD DIAGNOSTICA: HERRAMIENTAS PARA LA INTERPRETACION. *CHILENA DE RADIOLOGIA*.
12. F., D. J. (s.f.). *ANATOMIA DEL APARATO GENITOURINARIO*. Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/Anatomia%20del%20aparato%20genitourinario.pdf>
13. FUENTES, C. R. (ABRIL de 2019). *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*. Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/orina.pdf>
14. GOMEZ, Z. E. (SEPTIEMBRE de 2017). *INSTITUTO POLITECNICO DE SALUD DR. LUIS FELIPE MONCADA*.
15. GUTIERREZ, E. M. (2018). *UNIVERSIDAD RICARDO PALMA*. Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/TESIS%20HINOJOSA.pdf>
16. JIMENEZ, M. A. (s.f.). *INFECCION URINARIA*.
17. MARIELA, T. G. (2013). *UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA*. Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/TESIS%20INFECCIONES%20%20URINARIAS.pdf>
18. MONTERROZA, S. R. (2017). *UNIVERSIDAD DE CORDOVA* . Obtenido de <file:///C:/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/286766338%20PATOGENIA.pdf>

19. PARRA, D. C. (s.f.). *ANATOMIA Y FISIOLOGIA RENAL*. Obtenido de file:///C:/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/ANATOMIA-Y-FISIOLOGIA-RENAL.pdf
20. PUJOLS, Y. T. (24 de MARZO de 2021). *SISTEMA URINARIO*. Obtenido de ANATOMIA Y FISIOLOGIA: :/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/SISTEMA\_URINARIO20200327-58237-v5qopn-with-cover-page-v2.pdf
21. RAMON, G. (s.f.). *SISTEMA RENA Y ACTIVIDAD FISICA*. Obtenido de :/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/ac25-sist-renal.pdf
22. S., G. R. (s.f.). *SISTEMA RENAL Y ACTIVIDAD FISICA*. Obtenido de file:///C:/Users/Windows%2010/Dropbox/PC/Desktop/TESIS%20AVAN/ac25-sist-renal.pdf
23. Salazar, A. (2018). *BETALACTAMASAS LA EVOLUCION DEL PROBLEMA. PERU INVESTING SALUD*.
24. SOCIAL, I. G. (2019). *IGSS*.
25. Toro, S. C. (2019). *UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA*.
26. TRABAJO, R. D. (2016).
27. UROANALISIS, M. D. (2019). *HOSPITAL DE LA VEGA*.
28. VIZCAINO-SALAZAR, G. J. (2017). *IMPORTANCIA DEL CALCULO DE LA SENSIBILIDAD, LA ESPECIFICIDAD Y OTROS PARAMETROS ESTADISTICOS EN EL USO DE LAS PRUEBAS DE DIAGNOSTICO CLINICO Y DE LABORATORIO. ARTICULOS DE REFLEXION*.



## ANEXOS

### Anexo 1. Área de heces y orina



Fuente: Tomada del Laboratorio Clínico de la Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, área de heces y orina.

### Anexo 2. Área de Laboratorio



Fuente: Tomada del Laboratorio Clínico de la Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, Guatemala.

## Anexo 3. Inserto Tiras químicas reactivas H10 (DR 10010)

### H10 (DR 10010)

#### Tiras reactivas para urianálisis – Guía del usuario

##### Use previsto:

Esta guía explica los métodos, los principios de reacción y los principales puntos de interés para el uso de las tiras de urianálisis de Dini. Las tiras de urianálisis H 10 de Dini han sido diseñadas para urianálisis cualitativo y semicuantitativo dentro del diagnóstico in vitro. Deben ser empleadas únicamente por profesionales. Los resultados de las tiras pueden leerse visualmente y mediante un instrumento. Es importante leer esta guía antes de llevar a cabo el análisis. En la siguiente tabla se indican los tipos de tiras y los parámetros analizados.

H10	Urobilínógeno, Bilirrubina, Cetona (ácido acetacético), Sangre, Proteínas, Nitritos, Leucocitos, Glucosa, Densidad específica y pH.
-----	---

##### Toma de muestra y preparación:

Recoger la orina fresca en un contenedor limpio y seco. No centrifugar la orina. Mezclar bien la muestra antes de realizar la prueba. La orina debe analizarse en dos horas. La muestra debe recogerse y conservarse en condiciones adecuadas para el análisis.

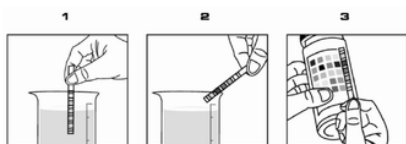
**Nota:** No emplear agua como control negativo. Los conservantes no evitan el deterioro de cetona, bilirrubina o urobilínógeno. El crecimiento bacteriano en muestras que se almacenan durante un tiempo excesivo puede causar resultados anómalos en glucosa, pH, nitritos y sangre.

##### Método

Temperatura ambiente (25 ± 5°C)

##### Lectura visual

- Tomar una tira del envase y cerrar éste nuevamente de inmediato.
- Sumergir el área de reacción de la tira en la muestra de orina y retirarla a continuación.
- Sacudir suavemente la tira contra el borde del contenedor de orina para eliminar el exceso de muestra.
- Mantener la tira en posición horizontal y comparar el resultado en la tira con la escala de colores que aparece en el envase de las tiras. Anotar el resultado. Para un resultado semicuantitativo, leer el resultado respetando el tiempo indicado en la escala del envase. El pH y las proteínas pueden leerse en cualquier momento dentro de los 60 segundos siguientes a la inmersión de la tira en la muestra. Para resultados cualitativos, la tira debe leerse a los 1-2 minutos de la inmersión de la misma en la muestra. Si se obtiene un resultado positivo, repetir la prueba y leer el resultado dentro del tiempo especificado. Los cambios de color pasados dos minutos no tienen valor diagnóstico.



##### Prueba en instrumento

Deben seguirse las instrucciones indicadas en el manual del instrumento.

##### Limitaciones del método

Como para el resto de pruebas de laboratorio, el diagnóstico definitivo o las decisiones terapéuticas no pueden realizarse basándose en un único resultado.

Las características de funcionamiento se basan en estudios clínicos y analíticos. En la muestra clínica, el resultado depende de muchos factores: la variabilidad de la percepción del color, la presencia o ausencia de factores de inhibición que se pueden encontrar en la orina, densidad específica, pH y condiciones de iluminación cuando se lee. Dada la variabilidad de muestras y lecturas, una muestra con una concentración de analito entre dos niveles puede dar resultado en cualquiera de los dos niveles. La concordancia total entre resultados visuales e instrumental no es posible por la distinta percepción del ojo humano y del sistema óptico del instrumento.

##### Condiciones de conservación y validez

**Condiciones de conservación:** las tiras deben almacenarse en un lugar seco a una temperatura de 2-30°C, alejadas de la luz solar. Para proteger el buen funcionamiento de la tira, el ambiente debe ser seco, fresco y estar protegido de la luz solar.

**Validez:** Los envases cerrados, almacenados en un lugar seco, alejados de la luz solar y a temperatura de 2-30°C, tienen una validez de dos años. Una vez el envase está abierto, su validez es de un mes si se cierra la tapa correctamente después de cada uso y se almacena en un lugar seco, alejado de la luz solar y a una temperatura de 2-30°C.

##### Principios de reacción

**Glucosa:** la glucosa se oxida mediante glucosa oxidasa formando ácido glucurónico y peróxido de hidrógeno. El peróxido de hidrógeno reacciona con un cromógeno (yodo) el cual, mediante peroxidasa, es transformado a su forma oxidada (yodo), provocando un cambio de color.

**Bilirrubina:** la bilirrubina directa y el diazono dicloroanilina producen compuestos azo en medio fuertemente ácido.

**Cetona:** El acetacetato y el nitroprusiato de sodio reaccionan en medio alcalino produciendo un color violeta.

**Densidad específica:** los electrolitos presentes en la sal reaccionan con pomelesilvino éter y ácido maleico, que son ácidos débiles, provocando un cambio de color.

**Sangre:** la hemoglobina actúa como peroxidasa, catalizando la reacción del peróxido de hidrógeno y un cromógeno, que variará de color en función de la concentración de sangre en la muestra.

**pH:** se emplea un indicador químico.

**Proteínas:** el indicador azul de tetrabromofenol vira de color en presencia de proteínas en la muestra.

**Urobilínógeno:** El urobilínógeno y el diazono producen un compuesto azo de color rosa en medio fuertemente ácido.

**Nitritos:** Los nitritos de la orina y la sulfanilamida forman un compuesto de diazono, que reacciona con tetrahidroquinolina-3-fenol, produciendo un cambio de color.

**Leucocitos:** Los granulocitos contienen esterasas que catalizan la hidrólisis del pirrolimino éster para liberar 3-hidroxi-5-fenilpirrol, el cual reacciona con un compuesto de diazono formando un color violeta.

##### Explicación del resultado:

###### Glucosa:

El método es específico para la glucosa. No hay sustancias en la orina que puedan generar falsos positivos. Si la concentración de ácido ascórbico supera los 2,8 mmol/L o la concentración del ácido acetacético supera 1,0 mmol/L y la concentración de glucosa en orina es baja, pueden producirse falsos negativos.

###### Bilirrubina:

En condiciones normales, no debe encontrarse bilirrubina en la orina. Los fármacos que dan una coloración roja a la orina y otros compuestos que en medio ácido son de color rojo (por ejemplo, fenazopiridina) pueden afectar al resultado. Altas concentraciones de ácido ascórbico pueden dar falsos resultados negativos.

###### Cetona:

La tira reactiva reacciona con ácido acetacético y acetona en orina. Las muestras normales dan resultados negativos. Pueden obtenerse falsos resultados positivos en muestras con una alta coloración o que presentan una concentración elevada de metabolitos de levodopa.

###### Densidad específica:

Pueden determinarse densidades entre 1,000 y 1,030. En general, el error medio entre los resultados de la tira y los resultados del índice de refracción es sólo 0,005. Para ajustar mejor el valor de este parámetro, puede sumarse 0,005 a las lecturas de pH igual o mayor a 6,5. Los componentes no iónicos de la orina no modifican el valor de este parámetro. Orinas con pH muy básico pueden dar resultados inferiores que en otros métodos. Orinas con concentraciones moderadas de proteínas (1,75 g/L) pueden dar resultados de densidad elevados.

###### Sangre:

La reacción puede variar entre pacientes y deben considerarse otros criterios médicos para su interpretación. La presencia de puntos verdes (reticulocitos intactos) o de color verde (hemoglobina/mioglobina) en el área de reacción a los 60 segundos indica que se deben realizar pruebas complementarias. Puede encontrarse sangre en la orina de mujeres con el periodo. Concentraciones de hemoglobina entre 150 y 620 µg/L corresponden aproximadamente a 5-15 células/µL. La tira reactiva es muy sensible a la hemoglobina y puede emplearse como complemento a la lectura al microscopio. La sensibilidad de la tira puede verse disminuida en muestra con una alta densidad específica. Las tiras son igualmente sensibles a la hemoglobina que a la mioglobina. Algunos oxidantes como el hipoclorito de sodio pueden causar resultados falsos positivos. Las peroxidasa microbiana asociada a una infección del tracto urinario puede producir un resultado falso positivo. Si la concentración de ácido ascórbico es inferior a 5 mmol/L, el resultado de la prueba no se ve alterada.

###### pH:

Los valores de pH oscilan entre 5 y 8,5 para lectura visual y entre 5 y 9 para lectura instrumental.

###### Proteínas:

El área de reacción es más sensible a la albúmina que a las globulinas, hemoglobina, proteínas de Bence Jones y mucoproteínas. Un resultado negativo no indica una ausencia total de proteínas en la orina. Normalmente no se encuentran proteínas en orina mediante métodos de análisis convencionales aunque una mínima cantidad de proteína es excretada por el riñón en condiciones normales. La presencia de proteínas en orina se evidencia con una coloración oscura en el área de reacción. Orinas muy básicas pueden dar resultados falsos positivos. Muestras de orina contaminadas con compuestos amoníacos cuaternarios y soluciones con clorhexidina pueden dar resultados falsos positivos.

Fuente: Inserto Tiras químicas reactivas utilizadas en el Laboratorio Clínico de la Unidad Periférica de consulta externa en el área Metropolitana, para el análisis químico de las muestras de orina.