



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

"PROCESOS PATOLÓGICOS DEL SISTEMA URINARIO"

TESIS PROFESIONAL TEÓRICA

Que para Obtener el Título de:

Químico Biólogo

Especialidad Análisis Clínicos

Presenta

**GASTELUM VALENZUELA CLAUDIA
Exp.203208460**

Navojoa, Sonora

Enero de 2017

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

RC873.9
.G38

R. T 170042

APROBACIÓN

Los miembros del jurado asignado para revisar la tesis profesional Claudia Gastelum Valenzuela lo han encontrado satisfactorio y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el título de Químico Biólogo, Especialidad Análisis Clínicos.



M.C Ramona Icedo Garcia
Presidente



Dra. Guadalupe González Ochoa
Secretario



Dra. Norma Patricia Adan Bante
Vocal



M.C. Rosa Amelia Vázquez Curiel
Suplente

DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

Se permite y se agradece las citas breves del material contenido en este trabajo de tesis Profesional sin permiso especial de los autores, siempre y cuando se le de crédito correspondiente a los autores y a la Universidad de Sonora, Unidad Regional Sur.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en este trabajo, deberá dar los créditos a la Universidad de Sonora, previa aprobación escrita del manuscrito en cuestión, del director de la tesis profesional.



M.C RAMONA ICEDO GARCÍA

Jefe del Departamento de Ciencias Químico Biológicas y Agropecuarias

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Primeramente agradezco infinitamente a DIOS por todas las bendiciones que me ha dado a lo largo de mi vida , por demostrarme día a día su presencia en todas las cosas que me rodean, que por simple que parezcan me demuestra en ellas su infinito amor y misericordia, por eso y mucho más gracias mi señor Jesús.

Quiero dedicar este trabajo a una persona que ya no está entre nosotros pero fue y será una de las más importantes de mi vida mi querida abuelita Santiaga Valenzuela Sialiqui (Q.E.P.D) que la recuerdo cada día con mucho amor y cariño. GRACIAS nana por todo lo que hiciste por mí y por mis hermanos por darnos tu cariño, comprensión y consejos, que diosito te tenga en su santa gloria, de allá del cielo cuidanos y protégenos siempre, te quiero mucho

Con todo mi amor y cariño a mis padres Rosario Valenzuela Valenzuela y Carlos Emilio Gastelum Espinoza, gracias por sacarnos adelante a mis hermanos y a mí, por sus consejos, su apoyo incondicional, su amor infinito, por su constante lucha, gracias por todo lo que nos han dado pero sobre todo gracias por darnos el ser, sin ustedes no seríamos nada, los quiero mucho.

Gracias dios por poner en mi camino a la persona indicada, mi esposo Aurelio Sombra Sialiqui, y hacer que nuestros caminos coincidieran y tomaran rumbos iguales. Gracias por ser mi compañero de vida, el padre de mi hijo, mi confidente, mi amigo, mi apoyo incondicional, en una palabra mi todo te amo mucho mi amor.

Quiero dedicar este trabajo especialmente a la personita que vino a alegrar mi vida y mi existencia: Mi hijo amado Ángel Gael Sombra Gastelum que día a día saca lo mejor de mí y que se ha convertido en lo más valiosa e importante de mi existencia.

Te amo hijo eres lo más hermoso que me ha pasado, gracias por haber llegado a este mundo y convertirte en mi razón de ser, en el motor que me impulsa seguir adelante y ser una mejor persona para ti, Te amo.

A mis hermanos Edith, José Carlos y Santiago Antonio así como a mis sobrinos Manuel Alan, Carlos Eduardo y José trinidad.

Especialmente quiero agradecer a mi hermana su amistad, su amor de hermana que siempre ha sido incondicional, gracias por ser mi amiga, mi confidente por eso y mucho más te quiero.

Quiero agradecer infinitamente a mi directora de tesis la profesora Ramona Icedo García por el tiempo otorgado por su disposición y su valiosa participación así como su comprensión y apoyo incondicional en el desarrollo y elaboración de este trabajo. Sin usted todo esto no hubiera sido posible, gracias por hacer realidad un anhelo que desde hace años parecía un sueño y hoy gracias a usted lo he podido cumplir por eso y mucho más gracias profe.

De igual manera quiero hacer mención a una persona muy importante que ha sido testigo del esfuerzo que me ha costado dar este paso en mi vida la profesora Rosa Amelia Vázquez Curiel que más que profesora es una amiga que ha sabido alentarme con sus sabios consejos muchas gracias profe por ser parte de este gran esfuerzo.

A los sinodales que con sus críticas constructivas y atinados comentarios permitieron mejorar y enriquecer el trabajo de tesis: Dra. Guadalupe González Ochoa y Dra. Norma Patricia Adan Bante.

"A todos los que participaron y colaboraron para hacer que este anhelado sueño fuera una realidad Gracias Muchas Gracias".

CLAUDIA GASTELUM VALENZUELA

CONTENIDO

	Página
APROBACIÓN	ii
DECLARACIÓN INSTITUCIONAL	iii
AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS	iv
CONTENIDO	vi
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
OBJETIVO GENERAL	x
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
FISIOLOGÍA RENAL	1
Riñones	2
Formación de la Orina	5
Transporte de Orina desde el Riñón hasta los Uréteres y la Vejiga	9
ANÁLISIS CLÍNICOS DE FLUIDOS BIOLÓGICOS PARA EL	11
DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS DEL SISTEMA URINARIO	
Examen General de Orina (EGO)	11
Muestra de Orina	11
Conservación de la Muestra	12
Examen Físico de la Orina	12
Examen Químico de la Orina	14
Examen Microscópico de la Orina	17
Urocultivo	27
Aclaramiento Plasmático Renal	29
Proteína en Orina de 24 Horas	30
Electroforesis de Proteínas en Orina	31
Pruebas Sanguíneas	34

Análisis Clínicos y Patologías del sistema Urinario	35
CONCLUSIÓN	43
BIBLIOGRAFÍA	44

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Sustancias filtradas, reabsorbidas y excretadas en la orina en 24 horas	9
2	Conservadores para orina	13
3	Correlación de la evaluación macroscópica y microscópica	18
4	Características de tinción del sedimento urinario	21
5	Elementos formes en orina	22
6	Flora comensal y patógena del sistema urinario	28
7	Medición de proteínas y albumina en orina de 24 horas	30
8	Valores normales en suero, plasma u orina	34
9	Descripción de síndromes y patologías del sistema urinario, con hallazgos de laboratorio.	35

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Sistema urinario masculino: izquierda y femenino: derecha	1
2	Riñón	2
3	A. Nefronas y conductos colectores. B. Estructura del glomérulo o corpúsculo renal	4
4	Formación de la orina por filtración, reabsorción, secreción y efectos hormonales	6
5	Vejiga urinaria en hombre y mujer	10
6	Tiras para orina y rango de colores específicos de la escala	14
7	Analizadores semiautomáticos para análisis químico de la orina.	15
8	Sistemas para análisis de sedimento urinario	19
9	Morfología de las estructuras observadas frecuentemente en el sedimento urinario	23
10	Equipos automatizados para análisis de orina	26
11	Patrones electroforéticos de suero y orina en pacientes con excreción anormal de proteínas	33

OBJETIVO GENERAL

Describir la fisiología renal y los análisis de fluidos biológicos en el laboratorio clínico para el diagnóstico de enfermedades del sistema urinario.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir la fisiología y anatomía del sistema urinario.

Describir los procesos patológicos más importantes del sistema urinario.

Analizar los principales marcadores clínicos de procesos patológicos del sistema urinario.

RESUMEN

El sistema urinario está compuesto por dos riñones, dos uréteres, la vejiga y la uretra; en este sistema se llevan a cabo numerosas funciones, entre las que se encuentran la formación de la orina, misma que se forma en los riñones a través de la filtración de la sangre; en la orina se eliminan los desechos, a través de un complejo sistema que incluye mecanismos de filtración, reabsorción y excreción.

Diversas patologías del sistema urinario son diagnosticadas mediante las manifestaciones clínicas del paciente y los resultados de los análisis clínicos de fluidos biológicos, entre los que se encuentran principalmente el examen general de orina (EGO), urocultivo, aclaración de la orina, proteínas en orina de 24 horas, pruebas sanguíneas, entre otras.

En esta tesis se describen los principales conceptos y funciones del sistema urinario, los análisis de fluidos biológicos que se llevan a cabo en el laboratorio clínico para el diagnóstico de una patología renal y su correlación con procesos patológicos del sistema urinario.

INTRODUCCIÓN

El sistema urinario está compuesto por dos riñones, dos uréteres, la vejiga y la uretra y se divide a su vez, en sistema superior que comprende de los riñones y uréteres e inferior de la vejiga y uretra. En el primero de estos órganos del sistema urinario, se produce la orina a partir de la filtración de la sangre, los uréteres la conducen hasta la vejiga urinaria donde se almacena temporalmente y por medio de la uretra es evacuada hacia el exterior.

Los riñones son uno de los órganos de mayor importancia, debido a que ejercen numerosas funciones, entre ellas, la formación de la orina, la regulación de la composición iónica de la sangre, la regulación del pH sanguíneo, la regulación del volumen plasmático, la regulación de la presión arterial, el mantenimiento de la osmolaridad sanguínea, la producción de hormonas, la regulación de la concentración de glucosa sanguínea y la excreción de desechos y sustancias extrañas. Son órganos pares de color rojizo y de forma de alubia (frijol) situados en la pared posterior de la cavidad abdominal, a ambos lados de la columna vertebral; la estructura interna del riñón consta de tres regiones: la corteza, la médula y la pelvis renal; en la corteza y la médula se encuentran de 1 a 1.5 millones de nefronas consideradas como unidades funcionales del riñón y son las responsables de la formación de la orina.

Para el diagnóstico de enfermedades del sistema urinario se consideran las manifestaciones clínicas del paciente, así como los resultados de diversos análisis de fluidos biológicos en el laboratorio clínico. En esta investigación se describen los análisis de estos fluidos y su correlación con diversas patologías renales.

El objetivo principal de este trabajo consiste en describir la fisiología renal y los análisis de fluidos biológicos en el laboratorio clínico para el diagnóstico de enfermedades del sistema urinario. Para cumplir con este objetivo se realizó una revisión bibliográfica para describir la fisiología y anatomía del sistema urinario, las manifestaciones clínicas y su correlación con los resultados de los análisis de fluidos biológicos en el laboratorio clínico. Para determinar su correlación se describieron los principales análisis de fluidos biológicos y los resultados que ayudan al diagnóstico oportuno de patologías renales.

FISIOLOGÍA RENAL

El sistema urinario está compuesto por dos riñones, dos uréteres, la vejiga y la uretra (Tortora y Derrickson, 2009) y se divide a su vez, en sistema superior que comprende de los riñones y uréteres e inferior de la vejiga y uretra, Figura 1 (Forbes, et al 2009).

La orina se produce en los riñones a partir de la filtración de la sangre, los uréteres la conducen hasta el reservorio situado en la pelvis conocido como vejiga urinaria donde se almacena temporalmente y por medio de la uretra es evacuada hacia el exterior (Mundt y Shanahan, 2011; Ross y Pawlina, 2012).

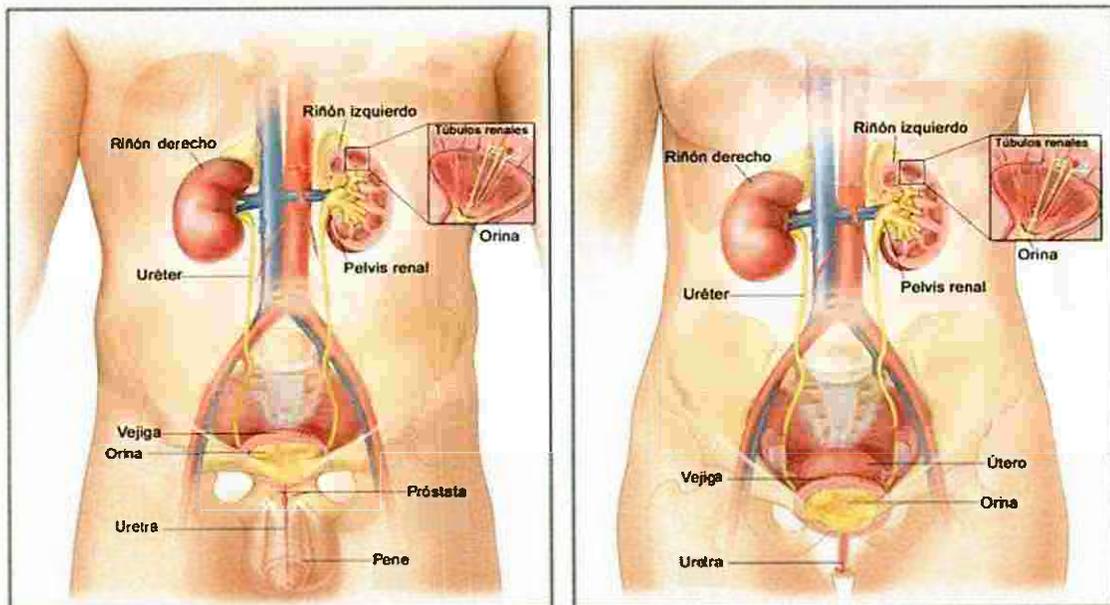


Figura 1. Sistema urinario masculino: izquierda y femenino: derecha (NCI, 2015).

Riñones

Los riñones, son órganos pares de color rojizo y de forma de alubia (frijol) situados en la pared posterior de la cavidad abdominal, a ambos lados de la columna vertebral como se muestra en la Figura 1 (Tortora y Derrickson, 2009; Mundt y Shanahan, 2011). En el adulto, cada riñón mide aproximadamente 12 cm de largo, 6 cm de ancho y 3 cm de espesor; su peso aproximado es de 150 gr (Rodríguez, 2010). Es un órgano que tiene una escotadura sobre el borde medio conocida como hilio renal, por el cual ingresa la arteria renal y salen la vena renal y el uréter; cada riñón está cubierto por una capsula y en su polo superior se ubica una glándula suprarrenal (Mundt y Shanahan, 2011).

La estructura interna del riñón consta de tres regiones: la corteza, la médula y la pelvis renal, Figura 2. La corteza es la estructura situada por debajo de la capsula renal, se prolonga hacia la medula a través de las columnas de Bertin. En la médula se encuentran también las pirámides renales situadas entre las columnas de Bertin, estas tienen forma de cono, en el extremo inferior se ubican las papilas que se proyectan hacia el cáliz menor, varios de estos se unen para formar un cáliz mayor. Los cálices mayores convergen entre sí para formar la pelvis renal, que es una extensión del uréter superior. La corteza y la medula renal contienen túbulos que incluyen los de las nefronas y los tubos colectores. (Mundt y Shanahan, 2011).

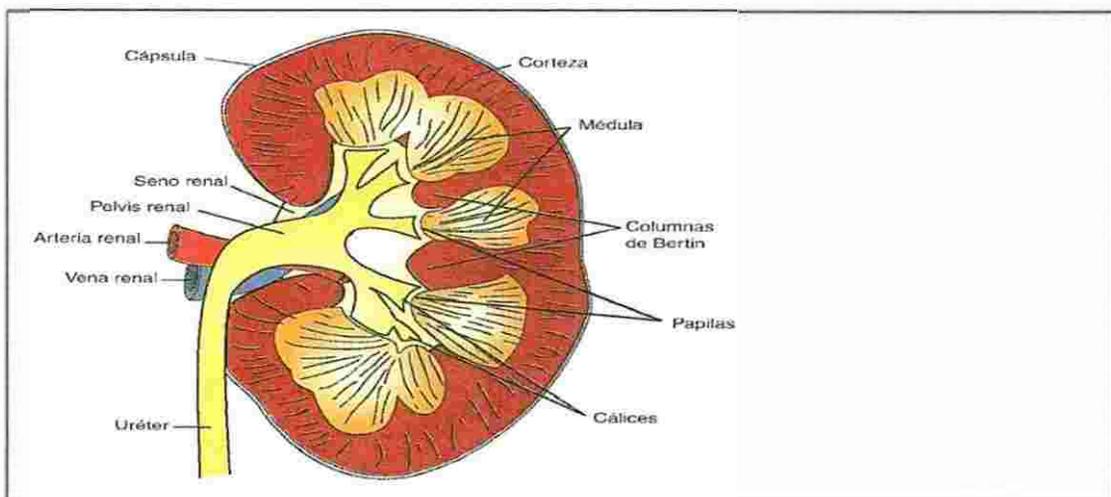


Figura 2. Riñón (Mundt y Shanahan, 2011).

Los riñones ejercen numerosas funciones, entre ellas, la formación de la orina, la regulación de la composición iónica de la sangre, la regulación del pH sanguíneo, la regulación del volumen plasmático, la regulación de la presión arterial, el mantenimiento de la osmolaridad sanguínea, la producción de hormonas, la regulación de la concentración de glucosa sanguínea y la excreción de desechos y sustancias extrañas.

En el riñón se encuentran de 1 a 1.5 millones de nefronas (unidades funcionales del riñón), se encuentran en la corteza y medula renal y son las responsables de la formación de la orina. (Strasinger S. K. y Di Lorenzo, 2010; Ross y Pawlina 2012). El riñón no puede regenerar nefronas, por lo tanto, en una lesión, enfermedad o envejecimiento, hay una reducción de nefronas; después de los 40 años, el número de nefronas funcionales suele reducirse alrededor de un 10% cada 10 años (Guyton, 2011).

La nefrona consta del glomérulo o corpúsculo renal y un túbulo largo que se divide en tres partes: el túbulo contorneado proximal, el asa de Henle y el túbulo contorneado distal (Mundt y Shanahan, 2011). En la Figura 3A se muestran los dos tipos de nefronas: cortical y yuxtamedular que se encuentran en el riñón y sus túbulos y conductos colectores. La nefrona superior (cortical), se extiende sólo por una corta distancia dentro de la médula y tiene un segmento delgado corto en el asa de Henle. La nefrona inferior (yuxtamedular), posee un asa de Henle larga que se introduce profundamente en la médula, alrededor del 20 al 30% de las nefronas son yuxtamedulares; ambas nefronas, drenan en túbulos colectores dentro la médula (Ross y Pawlina 2012).

La función de la nefrona inicia en glomérulo, este es un ovellijo capilar, rodeado por la capsula renal o capsula de Bowman, La capsula es la porción inicial de la nefrona donde la sangre que fluye a través de los capilares glomerulares se filtra para producir el ultrafiltrado glomerular. Los capilares glomerulares reciben la sangre desde una arteriola aferente y la envían a una arteriola eferente que luego se ramifica para formar una red capilar que irriga los túbulos renales. El sitio donde la arteriola aferente entra y la arteriola eferente sale a través de la capsula de Bowman recibe el nombre de polo vascular; en el lado opuesto al corpúsculo renal está el polo urinario, donde inicia el túbulo contorneado proximal Figura 3B (Ross y Pawlina 2012).

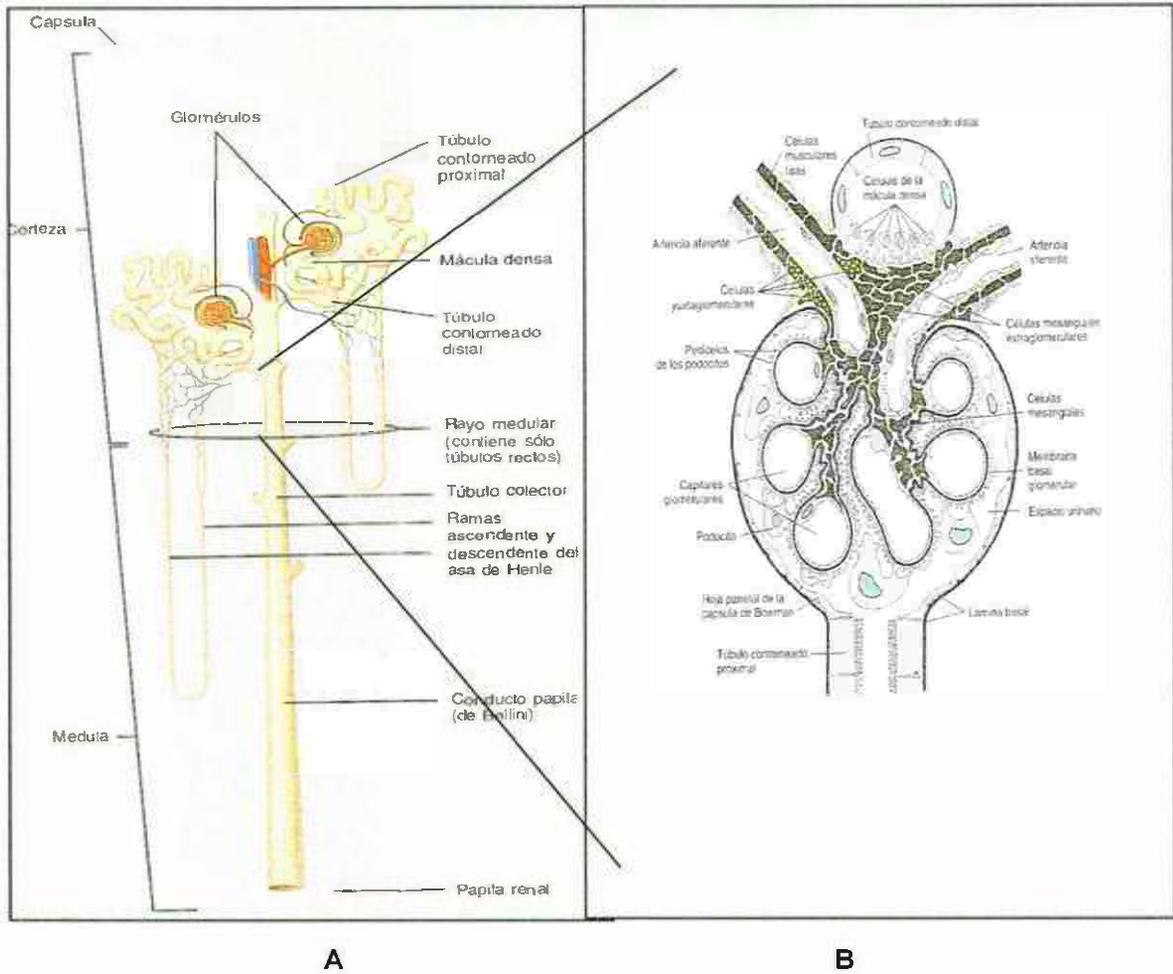


Figura 3. A. Nefronas y conductos colectores. B. Estructura del glomérulo o corpúsculo renal (Ross y Pawlina 2012).

Formación de la Orina

La formación de orina comienza con la filtración de aproximadamente 120 mL/min de plasma que pasa a través de los glomérulos para formar un ultrafiltrado o filtrado glomerular, este filtrado tiene la misma composición que el plasma sanguíneo, pero normalmente carece de proteínas y células normales de la sangre: eritrocitos, leucocitos y plaquetas; la tasa de filtración glomerular es proporcional al tamaño corporal y varía con la edad y el sexo.

El filtrado glomerular a su vez, es procesado a medida que atraviesa la nefrona, Figura 4 (Mundt y Shanahan, 2011). La membrana capilar glomerular es muy porosa y por lo tanto, filtra líquido con mayor fuerza y de modo selectivo las moléculas basándose en su tamaño y en su carga eléctrica (Guyton y Hall 2011).

Algunas de las moléculas filtradas son: agua, glucosa, electrolitos, aminoácidos, urea, ácido úrico, creatinina y amoniaco.

A medida que el filtrado glomerular pasa por los túbulos proximales se reabsorbe gran parte de agua, cloruro de sodio, bicarbonato, potasio, calcio, aminoácidos, fósforo, proteínas, glucosa y otras sustancias con umbral necesarias para el cuerpo y retornan al torrente sanguíneo. La reabsorción de estas sustancias es variable y más del 80% del filtrado es reabsorbido en el túbulo proximal debido a su forma estructural. Las células epiteliales que revisten esta parte del túbulo tienen un borde en cepillo de microvellosidades que proporcionan una superficie grande para la reabsorción y secreción, estas microvellosidades contienen varias enzimas como anhidrasa carbónica que favorecen este proceso (Mundt y Shanahan, 2011).

Los mecanismos celulares involucrados en la reabsorción tubular se denominan transporte activo y pasivo. Para que se produzca el transporte activo, la sustancia a ser reabsorbida debe combinarse con una proteína transportadora que se

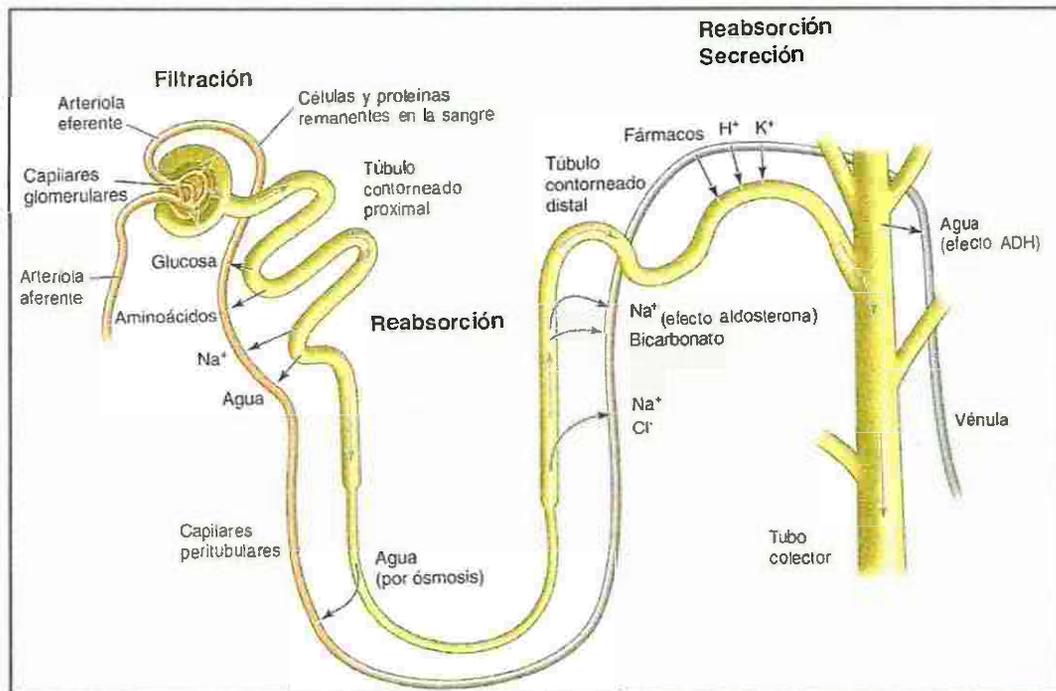


Figura 4. Formación de la orina por filtración, reabsorción, secreción y efectos hormonales (Mundt y Shanahan, 2011).

Encuentra en las membranas de las células tubulares. La energía electroquímica creada por esta interacción transfiere las sustancias a través de las membranas celulares y las devuelve al torrente sanguíneo. El transporte activo determina la reabsorción de glucosa, aminoácidos y sales en el túbulo contorneado proximal, cloro en el asa ascendente de Henle y sodio en el túbulo contorneado distal.

El transporte pasivo es el movimiento de moléculas a través de una membrana como resultado de diferencias en su concentración o potencial eléctrico en los lados opuestos de la membrana. La reabsorción pasiva de agua se lleva a cabo en todas las partes de la nefrona excepto en el asa ascendente de Henle, cuyas paredes son impermeables al agua. La urea se absorbe en forma pasiva en el túbulo contorneado proximal y el asa ascendente de Henle y la reabsorción pasiva de sodio acompaña el transporte activo del cloro en el asa ascendente (Strasinger y Di Lorenzo 2010).

El transporte activo, al igual que el transporte pasivo, puede estar influenciado por la concentración de la molécula transportada (Strasinger y Di Lorenzo 2010). Las moléculas con

umbral son aquellas reabsorbidas casi por completo por los túbulos renales cuando su concentración plasmática está dentro de límites normales. Si se supera el nivel plasmático normal, la molécula ya no es reabsorbida en su totalidad y por lo tanto, aparece en la orina (Mundt y Shanahan, 2011).

Tanto en el túbulo proximal como en el distal, los iones hidrógeno se intercambian por iones de sodio del bicarbonato de sodio. Luego los iones de hidrógeno se combinan con el bicarbonato en el filtrado para formar ácido carbónico que en presencia de anhidrasa carbónica, se descompone en agua y dióxido de carbono.

El dióxido de carbono se difunde fuera de túbulo y de esta manera el sodio y el bicarbonato son reabsorbidos. Al igual que el túbulo proximal, la rama descendente del asa de Henle es muy permeable al agua, pero la resorción de sustancias no se produce en esta parte del asa. La rama ascendente es impermeable al agua, pero hay una resorción activa de sodio, cloruro, calcio y magnesio. La pérdida de cloruro de sodio determina que el fluido que abandona el asa de Henle tenga una osmolalidad menor que el plasma, en esta sección del túbulo y en el túbulo restante, se agregan iones de hidrógeno y amoníaco. El mecanismo que permite la absorción de agua desde el asa descendente y la resorción de sustancias sin agua en la rama ascendente se conoce como multiplicación por contracorriente. Un grupo de vasos sanguíneos denominados vasos rectos, corren paralelos al asa de Henle, en estos vasos, las sustancias se difunden fuera del intersticio de la medula y hacia la rama ascendente y, luego, fuera de la rama ascendente de regreso al intersticio; el agua se mueve en la dirección contraria o fuera de la rama descendente y hacia la rama ascendente. El efecto neto es retener solo sustancias y no agua, en el intersticio de la medula. Este proceso junto con la resorción de sustancias desde el asa ascendente de Henle genera un intersticio hipertónico y así se absorbe agua desde el asa descendente y el tubo colector. Una parte de la reabsorción es pasiva y otra parte requiere energía para el transporte activo entre las células.

A diferencia de la reabsorción que elimina sustancias de los túbulos para retenerlas en el cuerpo, la secreción tubular implica el envío de moléculas desde la sangre en los capilares peritubulares hacia el filtrado tubular para ser excretadas. El proceso de secreción tubular elimina sustancias de desecho innecesarias que no son filtradas por el glomérulo como

varios fármacos y toxinas y estimula la secreción de iones hidrógeno y otros iones para ayudar a regular el equilibrio ácido-base y electrolítico.

La aldosterona segregada por la corteza suprarrenal estimula el intercambio de iones de potasio por iones de sodio aumentando los iones sodio en la sangre y a su vez el agua corporal elevando así la presión arterial. La absorción de agua en la porción distal de la nefrona está regulada por la hormona antidiurética (ADH) segregada por la hipófisis. Cuando el cuerpo necesita conservar agua segrega ADH y las paredes de los túbulos distal y colectores se tornan muy permeables lo que permite la reabsorción de agua. Si hay exceso de agua corporal, se produce menos ADH, las paredes de los túbulos se vuelven menos permeables y el volumen de orina excretada aumenta (Mundt y Shanahan, 2011).

Aproximadamente de los 120 mL/min de sangre que se filtra en el glomérulo, solo un promedio de 1 mL/min se excreta finalmente como orina. El volumen de orina normal en un adulto puede variar de 600 a 2000 mL en 24 horas (Mundt y Shanahan, 2011). En la Tabla 1 se muestran los principales componentes de la orina y la magnitud de la reabsorción tubular, donde se puede comparar las cantidades de sustancias que se filtran, se reabsorben y se excretan en la orina (Tortora y Derrickson, 2009).

En la orina se pueden encontrar otras sustancias como cuerpos cetónicos, proteínas, glucosa, bilirrubina y estructuras como cilindros, cristales, células sanguíneas, células epiteliales, bacterias, entre otras, algunas de las cuales se consideran normales en tanto que otras se detectan cuando el paciente sufre diversos trastornos metabólicos y renales (Mundt y Shanahan, 2011).

La eliminación de las diferentes sustancias en la orina se llevan a cabo a través de tres procesos renales: la filtración glomerular, la reabsorción de sustancias de los túbulos renales hacia la sangre, y la secreción de sustancias desde la sangre hacia los túbulos renales (Guyton y Hall, 2011).

Tabla 1. Sustancias filtradas, reabsorbidas y excretadas en la orina en 24 horas (Tortora y Derrickson, 2009).

Sustancia	Filtrado*	Reabsorbido	Orina
Agua	180 L	178-179 L	1-2 L
Proteínas	2 gr	1.9 gr	0.1 gr
iones sodio (Na ⁺)	579 gr	575 gr	4 gr
iones cloruro (Cl ⁻)	640 gr	633.7 gr	6.3 gr
iones bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	275 gr	274.97 gr	0.03 gr
Glucosa	162 gr	162 gr	0 gr
Urea	54 gr	24 gr	30 gr**
iones potasio (K ⁺)	29.6 gr	29.6 gr	2 gr***
Ácido Úrico	8.5 gr	7.7 gr	0.8 gr
Creatinina	1.6 gr	0 gr	1.6 gr

*Considerando que la filtración glomerular es de 180 L en 24 horas

**Además de filtrarse y reabsorberse la urea se secreta

***Después de que todo el K⁺ filtrado se reabsorbe virtualmente en los túbulos contorneados y el asa de Henle, una cantidad variable de K⁺ se excreta en las células principales en el túbulo colector.

Transporte de Orina desde el Riñón hasta los Uréteres y la Vejiga

La orina fluye sin alteraciones hacia un cáliz menor, un cáliz mayor y la pelvis renal y abandona cada riñón a través del uréter que la conduce hasta la vejiga urinaria donde se almacena. Todos estos conductos de excreción de la orina (vías urinarias) excepto la uretra tienen el mismo tejido celular: mucosa revestida por el urotelio (impermeable a las sales y al agua), musculo y una membrana externa. Los cálices, la pelvis renal, los uréteres y la vejiga están cubiertos por el urotelio (Ross y Pawlín 2012).

Uréter: el uréter conduce la orina desde la pelvis renal hasta la vejiga urinaria, tiene unos 24 a 34 cm de longitud, la porción distal del uréter se introduce en la vejiga y sigue un trayecto oblicuo a través de la pared vesical. Conforme la vejiga se distiende por la acumulación de orina los orificios uretrales se comprimen, lo cual reduce la posibilidad de que haya reflujo urinario hacia los uréteres. La contracción del musculo liso de la pared vesical también comprime los orificios de desembocadura de los uréteres en la vejiga.

Vejiga: La vejiga es el receptáculo distensible para la orina situada en la pelvis, su forma y tamaño cambian a medida que se llena, en la región del trigono se encuentran tres orificios, dos para los uréteres y uno para la uretra. Esta región es relativamente lisa, gruesa e invariable mientras que el resto de la pared vesical es gruesa y con pliegues cuando está vacía y es delgada y lisa cuando esta distendida. El musculo liso de la pared vesical forma el musculo detrusor, hacia el orificio uretral las fibras musculares forman el esfínter interno de la uretra, un musculo circular involuntario ubicado alrededor del orificio de la uretra. La contracción del musculo detrusor de la vejiga comprime todo el órgano y expulsa la orina hacia la uretra, Figura 5 (Ross y Pawlina 2012; Guyton 2011).

Uretra: es un tubo fibromuscular que conduce la orina desde la vejiga hasta el exterior a través del orificio externo de la uretra. El tamaño de la uretra en el hombre mide 20 cm de longitud y en la mujer de 3 a 5 cm.

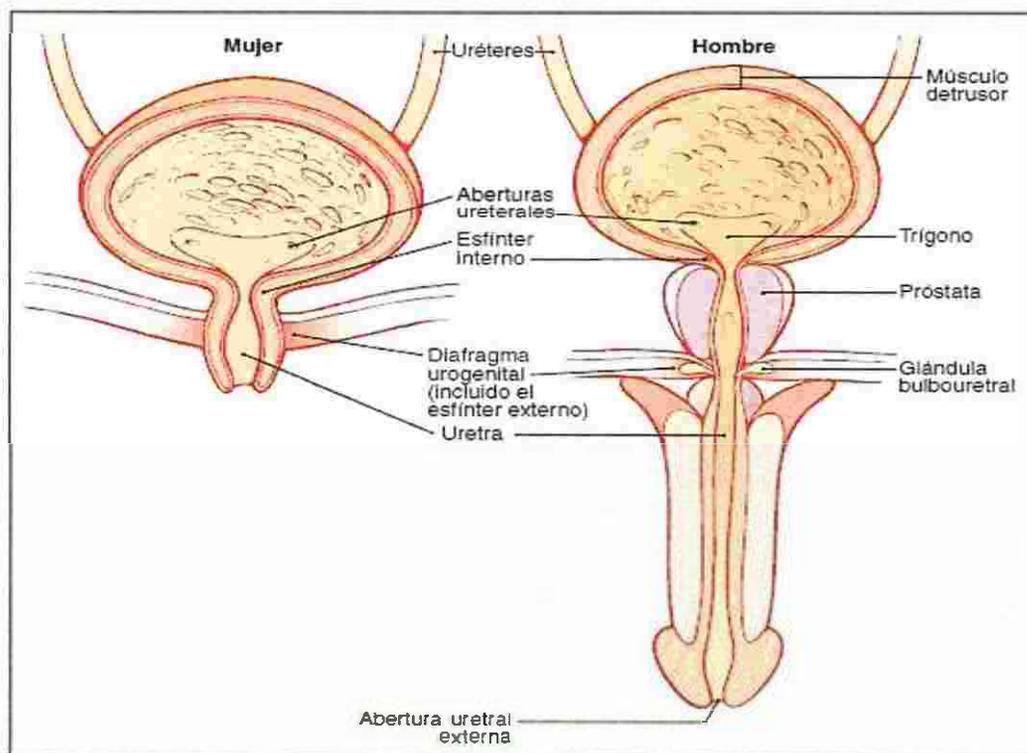


Figura 5. Vejiga urinaria en hombre y mujer (Guyton, 2011).

ANÁLISIS CLÍNICOS DE FLUIDOS BIOLÓGICOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS DEL SISTEMA URINARIO

Los análisis clínicos de fluidos biológicos para el diagnóstico de patologías del sistema urinario comprenden de la evaluación tanto de la cantidad como de la calidad de la orina y de la determinación de concentraciones de las sustancias de desecho en la sangre (Tortora y Derrickson, 2009). Entre los análisis de fluidos biológicos que se realizan frecuentemente en el laboratorio clínico se encuentran, Examen general de orina (EGO), urocultivo, aclaración de la orina, proteínas en orina de 24 horas y pruebas sanguíneas para la determinación de urea y creatinina, entre otras.

Examen General de Orina (EGO)

El Examen General de Orina (EGO) es una prueba rápida, de bajo costo y requiere de un equipo sencillo para su análisis, es el más utilizado, proporciona información para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades renales y de vías urinarias a través de las sustancias metabólicas de desecho (Guzmán & Cedillo, 2012; Crowley 2014).

El EGO consiste en un análisis de las características físicas, químicas y microscópicas de la orina. El volumen de orina eliminado por día en un adulto normal es de 1 a 2 litros, la ingestión de líquidos, la presión arterial, la osmolaridad de la sangre, la dieta, la temperatura corporal, los diuréticos, el estado mental y la salud general influyen en el volumen urinario. El agua representa alrededor del 95% del volumen total de la orina, el 5% restante consiste en electrolitos, sustancias derivadas del metabolismo celular y sustancias exógenas como fármacos (Tortora y Derrickson, 2009).

Muestra de Orina

El EGO se debe de realizar preferentemente con la primera orina de la mañana por poseer la mayor concentración de sustancias de desecho. La muestra recolectada debe ser del chorro medio, previo aseo de genitales externos y en recipiente limpio de boca ancha y tapón de rosca, en caso de requerir urocultivo el frasco debe de ser además estéril. En casos

especiales, la muestra puede ser recolectada por sondeo vesical, cateterismo, aspiración suprapúbica o bolsas recolectoras de orina (Mundt y Shanahan, 2011; Watnick y Dirckx, 2013).

Conservación de la Muestra

En condiciones ideales, la muestra de orina debe analizarse en un período menor a dos horas. Si esto no es posible, refrigerar la muestra de 2 a 8°C hasta su análisis y hasta por 24 horas para el estudio de sedimento urinario. (Jiménez & Ruiz, 2010; Mundt y Shanahan, 2011). Cuando no es posible refrigerar la muestra de orina, se puede mantener en tubos con un medio conservador que permite su conservación durante 72 horas y evita en muchas ocasiones falsos resultados para el examen del sedimento; para el uso de conservadores se deben de considerar los otros exámenes a realizar en la misma muestra, Tabla 2 (Gómez y Pellegrini, 2013).

Examen Físico de la Orina

Color: En condiciones normales el color es amarillo o ambar. El color se debe a los urocromos (pigmentos producidos por la degradación de la bilis) y la uribilina (proveniente de la degradación de la hemoglobina). La orina concentrada es más oscura, la dieta, los fármacos y ciertas enfermedades modifican el color (Tortora y Derrickson, 2009).

Claridad: transparencia o turbidez, en condiciones normales por lo general la orina es transparente, pero puede enturbiarse por la precipitación de fosfatos amorfos en la orina alcalina o de uratos amorfos en la orina ácida. Puede ser turbia en condiciones patológicas por la presencia de leucocitos, eritrocitos, células epiteliales y/o bacterias que se pueden confirmar mediante el examen microscópico del sedimento (Strasinger y Di Lorenzo, 2014; Mundt y Shanahan, 2011).

Olor: en condiciones normales la orina presenta un olor suave y característico.

Densidad: es la relación de la masa de sustancias desechadas (solute) por volumen de orina. En la orina varía de 1.001 a 1.035 (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

Tabla 2. Conservadores para orina (Mundt y Shanahan, 2011; Gómez y Pellegrini, 2013).

<i>Conservador</i>	<i>Analito para el cual se usa</i>	<i>Comentario</i>
Refrigeración	Electrolitos, creatinina, glucosa, proteína total, albumina, tamizaje de drogas	No interfiere con el análisis de rutina. Forma precipitados de uratos y fosfatos.
Congelamiento	Bilirrubina, Urobilinógeno	Destruye los elementos formes. Preserva la bilirrubina y el urobilinógeno
Ácido Bórico	Proteínas (albumina, aminoácidos), ácido úrico, hidroxiprolina, cortisol, estrógenos, esteroides	Interfiere solo con la determinación de pH. Preserva proteínas y elementos formes. Se acepta para el cultivo de orinas ya que inhibe el crecimiento de bacterias por 24 horas aproximadamente.
Ácido clorhídrico	Calcio, fósforo, ácido 5-aminolevulinico, oxalato	No sirve para realizar un análisis de rutina. Destrucción de elementos formes.
Ácido acético glacial	Aldosterona, catecolaminas, corticoesteroides, cortisol, estrógenos	No sirve para realizar un análisis de rutina. Destrucción de elementos formes.
Fluoruro de sodio	Glucosa	No sirve para realizar un análisis de rutina. Previene la glicolisis.
Carbonato de sodio	Porfirina, porfobilinogeno, urobilinógeno	No sirve para realizar un análisis de rutina. Preserva porfirinas y porfobilinógeno.
Formalina	Preservación del sedimento	Utilizar una gota por cada 30 mL de orina. Preserva los elementos formes. Interfiere con las determinaciones químicas ya que es una sustancia reductora. Si se utiliza una concentración demasiado alta precipita la proteína y se obtiene un resultado falso positivo.
Timol	Preservación del sedimento	Utilizar un cristal pequeño. Preserva los elementos formes. Interfiere con las determinaciones de precipitación de proteínas pero no en las pruebas de tiras reactivas para proteínas. Es un inhibidor de bacterias y levaduras.
Tolueno	Cetonas, proteínas, y sustancias reductoras	Utilizar 2 mL por cada 100 mL de orina. No es eficaz contra las bacterias que ya están en la orina. Como el tolueno flota en la superficie de la orina, puede ser difícil separar el conservante de la muestra; además, el tolueno es una sustancia inflamable
Cloroformo	Inhibe el crecimiento bacteriano	Su uso no se recomienda en la muestra de rutina, porque provoca cambios en las características del sedimento celular
Clorhexidina	Evita el crecimiento bacteriano y es útil como conservante de glucosa	Comercialmente se encuentra en tubos cónicos al vacío con tapón rojo-amarillo y contiene clorhexidina, etilparabeno y propionato de sodio. Las muestras en estos tubos se mantienen estables por 72 horas protegidos de la luz para evitar la afectación de bilirrubina y urobilinógeno.

Examen Químico de la Orina

El EGO incluye el examen químico para la determinación de leucocitos, nitritos, urobilinogeno, proteínas, pH, sangre, gravedad específica, cetonas, bilirrubina y glucosa mediante tiras reactivas. Estas determinaciones son cualitativas y se reportan como positivo o negativo y semicuantitativas donde las reacciones de color son aproximadamente proporcionales a la concentración de sustancia presente en la muestra, se reporta como trazas o hasta 4+.(Mundt y Shanahan, 2011).

La tira reactiva es una tira de plástico delgada, tiene adherida almohadillas pequeñas que contienen los reactivos para una reacción diferente, permite determinar en forma simultánea varias pruebas. Los colores que se generan, varían conforme a la concentración de la sustancia presente. Los colores generados por cada almohadilla se comparan visualmente con la escala proporcionada por el fabricante, Figura 6 (Mundt y Shanahan, 2011).

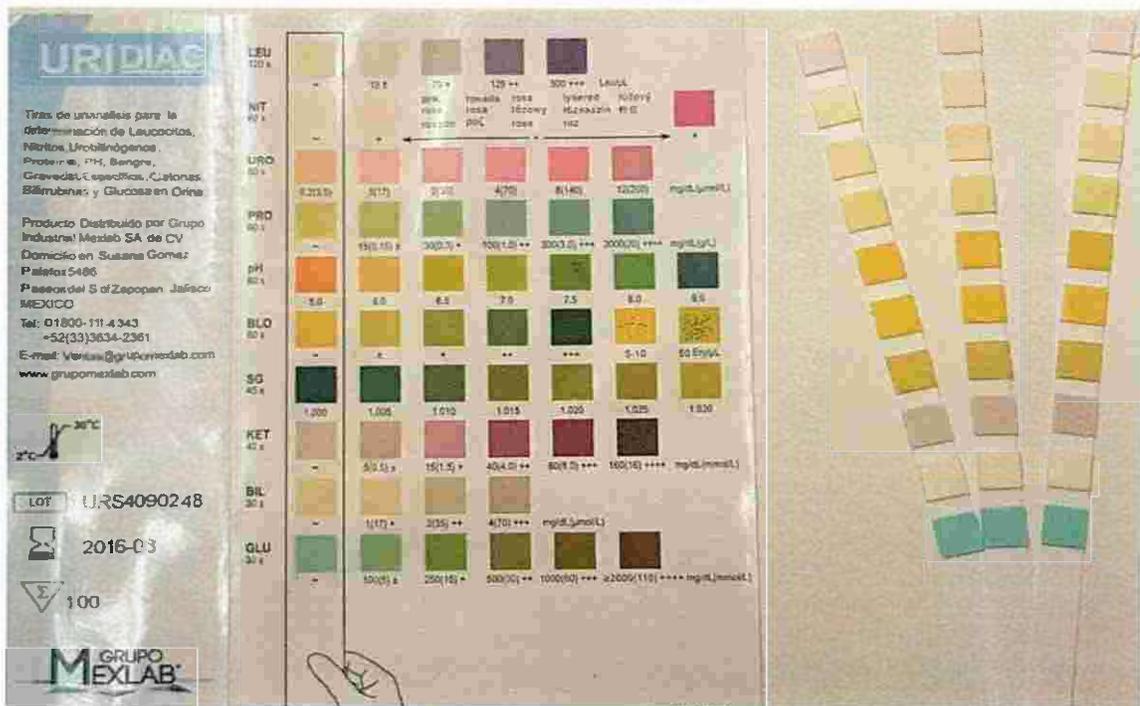


Figura 6. Tiras para orina y rango de colores específicos de la escala.

La metodología para el examen químico en la orina, consiste en sumergir por completo la tira reactiva por unos segundos, en una muestra bien mezclada, sin centrifugar y a temperatura ambiente. Eliminar el exceso de orina apoyando el borde de la tira con el recipiente de la muestra mientras se retira, secar el borde de la tira suavemente con papel absorbente. Esperar el tiempo especificado para que se produzca la reacción y comparar el color con la escala proporcionada por el fabricante (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

Comercialmente existen equipos analizadores semiautomáticos para el análisis químico de la orina, entre los cuales se encuentran: UriScan Pro II, Analizador UA-66 Mindray, Analizador Clinitek 50, Bayer, ClinitekAdvantus, entre otros; la ventaja de estos equipos es que disminuye el error humano en la lectura del resultado de la tira de orina Figura 7.



Figura 7. Analizadores semiautomáticos para análisis químico de la orina.

A continuación se describen los parámetros químicos determinados con la tira reactiva:

Leucocitos: es una prueba química que detecta la enzima esterasa de los leucocitos lisados, en especial en la orina diluida alcalina y no aparecen en el examen microscópico. La presencia de esta enzima sugiere la presencia de una infección. Por este método se puede detectar de 10 a 25 leucocitos/ μL de orina, aparece en la tira un color violeta cuando es positiva. Esta prueba se complementa con el examen microscópico del sedimento urinario (Strasinger y Di Lorenzo, 2014 y Delgado 2011).

Nitritos: la presencia de este metabolito en orina orienta la posibilidad de infección urinaria aun en pacientes asintomáticos, algunos medicamentos suelen dar resultados falsos negativos y algunas bacterias causantes de infección no generan la producción de nitritos (Rodríguez, 2010).

Urobilinógeno: deriva principalmente de la bilirrubina transformada por acción de bacterias intestinales. Una parte del urobilinógeno es excretada por las heces y una pequeña porción que se encuentra en la sangre es removida por el hígado y llevada al riñón para ser excretada y finalmente dar el color en la orina (Rodríguez, 2010). Menos de 1 mg/dL de urobilinógeno se encuentra normalmente en la orina, el aumento se observa en hepatopatías y trastornos hemolíticos (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

Proteínas: la presencia alta de proteínas en orina puede ser un indicador importante de enfermedad renal. Puede ser el primer signo de un problema serio y puede aparecer mucho antes que cualquier otro síntoma clínico. Sin embargo existen otras situaciones fisiológicas como el ejercicio físico y la fiebre que pueden conducir al aumento de la secreción de proteínas; existen varios trastornos renales en los que la proteinuria está ausente (Mundt y Shanahan, 2011).

pH: una de las funciones del riñón es mantener el equilibrio ácido-base del cuerpo, para mantener el pH constante en la sangre (alrededor de 7.40), el riñón debe de variar el pH, este se puede encontrar entre 4.6 y 8.0 en la orina, tiene un promedio 6.0, ligeramente ácido (Tortora y Derrickson, 2009).

Sangre: la hematuria, eliminación de eritrocitos en la orina, se observa en muchos estados patológicos por lo que es necesario investigar su origen (López, 2014).

Cetonas: representan tres productos intermediarios del metabolismo de los ácidos grasos: acetona, ácido acetoacético y ácido betahidroxibutírico. Por lo general en la orina no aparecen cantidades medibles de cetonas porque todas las sustancias grasas metabolizadas se degradan por completo a dióxido de carbono y agua. Sin embargo cuando se afecta el uso de hidratos de carbono como la principal fuente de energía, se deben metabolizar las reservas de grasa del cuerpo para proporcionar energía; detectándose cetonas en la orina (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

Bilirrubina: este metabolito proviene de la hemoglobina de los eritrocitos que son destruidos en el sistema retículo endotelial distribuido en todo el organismo. La hemoglobina es transportada al hígado donde se lleva a cabo su conjugación, misma que le permite ser filtrada a través del glomérulo renal. Contrariamente la bilirrubina no conjugada o indirecta no es capaz de pasar a la orina (Rodríguez, 2010).

Glucosa: la glucosa se presenta en la orina, cuando los valores de la glucosa en sangre superan la capacidad de reabsorción en el riñón (umbral renal) y se presenta cuando la glucosa sérica se encuentra entre 150 y de 180 mg/dL (López, 2014).

Examen Microscópico de la Orina

El examen microscópico consiste en analizar microscópicamente el sedimento urinario para identificar elementos formes presentes en la orina, como eritrocitos, leucocitos, células epiteliales, cilindros, bacterias, levaduras, parásitos, moco, espermatozoides, cristales, entre otros. Algunos de estos elementos carecen de importancia clínica y otros se consideran normales, a menos que estén presentes en cantidades elevadas; el examen del sedimento urinario incluye la identificación y cuantificación de elementos presentes.

Las alteraciones detectadas en el análisis físico-químico de la orina, deben ser consideradas para el análisis microscópico. Entre los parámetros físico-químicos considerados importantes se encuentran el color, claridad, sangre, proteína, nitrito, esterasa leucocitaria y glucosa.

En la Tabla 3 se muestran la correlación de estos parámetros con la evaluación microscópica(Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

Tabla 3. Correlación de la evaluación macroscópica y microscópica (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

<i>Prueba</i>	<i>Importancia</i>
Color	Sangre
Claridad	Hematuria, confirma causa patológica o no patológica que provoca turbidez
Sangre	Eritrocitos
Proteínas	Cilindros/células
Nitrito	Bacterias/leucocitos
Esterasaleucocitaria	Leucocitos/cilindros de leucocitos/bacterias
Glucosa	Levaduras

El resultado del análisis microscópico depende del procedimiento realizado, como del método para la preparación del sedimento, el volumen del sedimento realmente examinado, los métodos y los equipos utilizados para la visualización y la manera en que se informan los resultados (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

El método convencional consiste en colocar una gota de sedimento de la orina centrifugada sobre un portaobjetos, cubrirla con un cubreobjetos y examinarla al microscopio. En la actualidad existen sistemas disponibles como KOVA BiomedicalUrinalysis Kit byHycorBiomedical, Urisystem Count-10, Quick-PrepUrinalysisSystem, CenSlide 2000 UrinalysisSystempor, entre otros (Figura 8), que proporcionan una variedad de opciones como tubos de centrifuga calibrados y tapados, pipetas de decantación para controlar el volumen del sedimento y portaobjetos que controlan la cantidad de sedimento examinado, producen una monocapa uniforme de sedimento para el examen y presentan una cuadrícula calibrada para la cuantificación de elementos más uniforme y así obtener resultados similares entre laboratorios o entre un analista y otro. (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).



Figura 8. Sistemas para análisis de sedimento urinario.

Las muestras de orina deben de ser recientes y conservadas de manera adecuada. Los elementos formes sobre todo los eritrocitos, leucocitos y cilindros hialinos se desintegran con rapidez en especial en orinas alcalinas diluidas. Un volumen de 10 a 15 mL (comúnmente se utilizan 12 mL) en un tubo cónico, es adecuado y representativo para el análisis y observación del sedimento urinario. En caso de obtener muestras menores, por ejemplo 6 mL, se multiplica el resultado por 2 o se aclara al médico del volumen de muestra analizado (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

La muestra de orina (12 mL en tubo cónico) se centrifuga por 5 minutos a 2000 revoluciones por minuto. Se decanta y se deja una cantidad uniforme de sedimento y orina. Se resuspende ligeramente con una pipeta de plástico, mediante agitación suave o dando golpecitos con el dedo en el fondo del tubo. El volumen de sedimento colocado en el portaobjetos debe de ser uniforme para cada muestra. El volumen recomendado es de 20 μ L (0.02 mL), cubrir con un cubreobjetos de 22 x 22 mm por deslizamiento.

No permitir que la muestra fluya fuera del cubreobjetos. Observar un mínimo de 10 campos con objetivo seco débil (10X) para detectar cilindros y determinar la composición general del sedimento y luego se observa en seco fuerte (40X).

Los resultados pueden presentar leves diferencias entre una y otra muestra, por lo general los cilindros se reportan como el número promedio por campo 10x después del examen de 10 campos y los eritrocitos y los leucocitos como el número promedio por 10 campos 40X. Con frecuencia se reportan los resultados de células epiteliales, cristales y otros elementos en forma semicuantitativa como escasos, moderados y abundantes o como 1+, 2+, 3+ y 4+, seguido por la aclaración de uso de objetivo 10X o 40X. Para asegurar la exactitud del informe debe de correlacionarse los resultados microscópicos con los físico-químicos (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

Tinciones del sedimento:

Cuando se utilizan tinciones, aumenta la visibilidad global de los elementos que se examinan en el microscopio de campo claro porque cambia el índice de refracción. La tinción utilizada con frecuencia en el análisis de orina es la de Sternheimer-Malbin, que consta de cristal violeta y safranina. El colorante se absorbe bien por los leucocitos, las células epiteliales y los cilindros, lo que proporciona una delineación más clara de la estructura y los colores contrastantes del núcleo y el citoplasma.

En la Tabla 4 se describen algunos reactivos que se utilizan para tinción del sedimento urinario y sus características de tinción del sedimento urinario (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

Tabla 4. Características de tinción del sedimento urinario (Strasinger y Di Lorenzo, 2014).

<i>Tinción</i>	<i>Acción</i>	<i>Función</i>
Sternheimer-Malbin	Delinea las estructuras y contrasta los colores del núcleo y el citoplasma	Identifica leucocitos, células epiteliales y cilindros
Azul de toluidina	Refuerza el detalle nuclear	Diferencia leucocitos y células del epitelio tubular renal
Acético acético al 2%	Lisa los eritrocitos y refuerza los núcleos de los leucocitos	Distingue eritrocitos de leucocitos, levaduras, gotas de aceite y cristales
Tinciones para lípidos: Oil Red O y Sudan III	Tiñe los triglicéridos y las grasas neutras de rojo-anaranjado	Identifica gotas de grasa libres y células y cilindros que contienen lípidos
Gram	Diferencia las bacterias gram positivas de las gram negativas	Identifica cilindros bacterianos
Hansel	El azul de metileno y la eosina tiñen los gránulos eosinófilos	Identifica eosinófilos urinarios
Azul de prusia	Tiñe estructuras que contienen hierro	Identifica gránulos amarillo-castaño de hemosiderina en las células y los cilindros

Observación del Sedimento Urinario

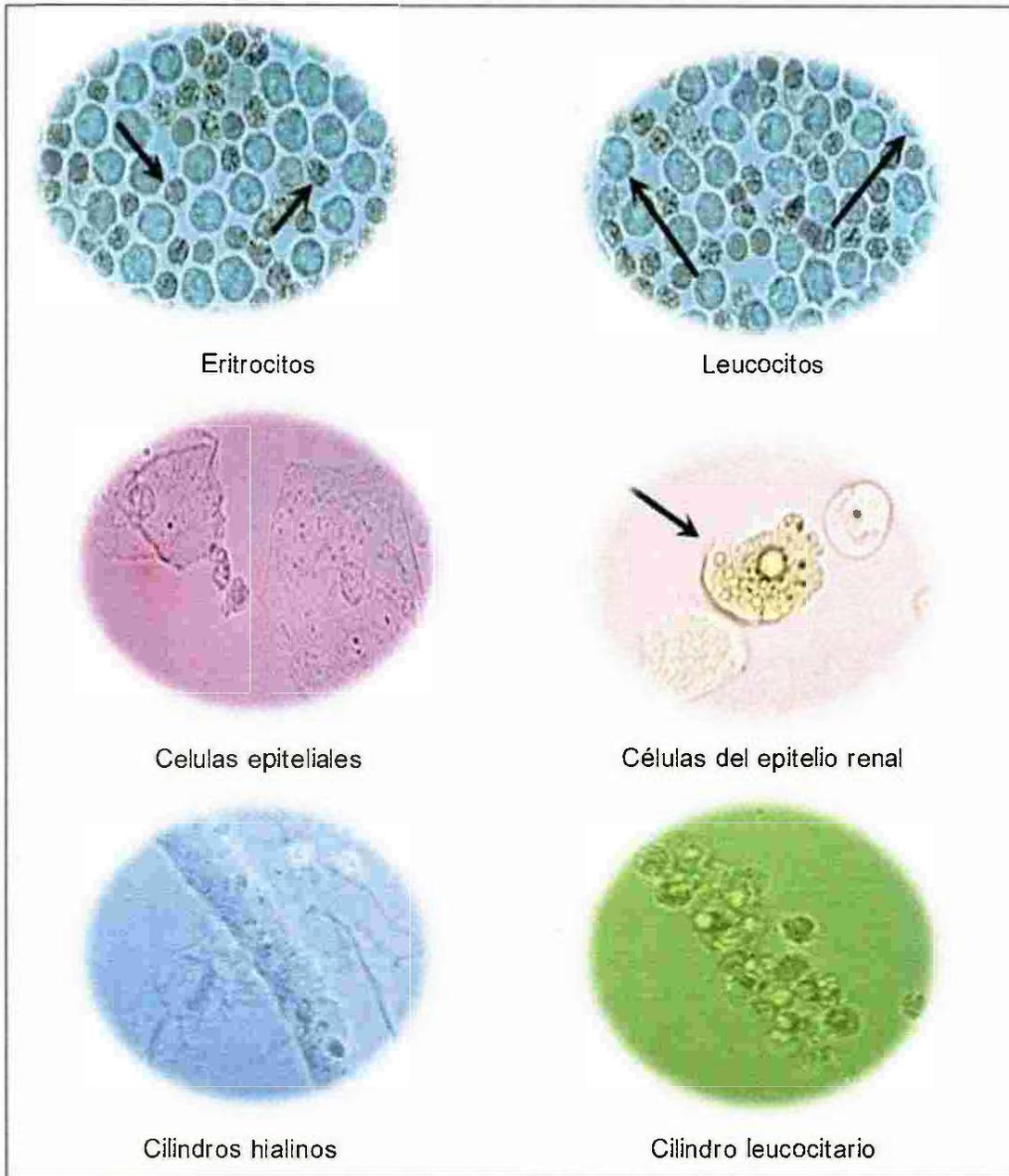
En la Tabla 5 se describen los elementos formes que observan frecuentemente en el sedimento urinario, los valores de referencia y su utilidad clínica y en la Figura 9 la morfología de estos elementos.

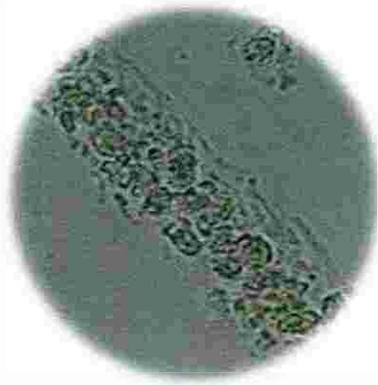
Tabla 5. Elementos formes en orina (Baños *et al*, 2010)

<i>Parámetro*</i>	<i>Valor de referencia</i>	<i>Utilidad clínica</i>
Eritrocitos	0-2/campo	Indicador de proceso infeccioso
Leucocitos	0-5/campo	Indicador de proceso infeccioso
Células Epiteliales	Hombre: escasa Mujer: variable en relación al ciclo menstrual	Normal
Células del epitelio renal	Ausente	Proceso inflamatorio, glomerulonefritis, nefrolitiasis
Cilindros hialinos	0-1 por campo	Hipersecreción de la proteína Tamm-Horsfall en túbulos renales por probable afección renal. Presente en algunos individuos sanos (ejem. atletas)
Cilindros leucocitarios	Ausente	Infiltración de leucocitos en túbulos renales, pielonefritis
Cilindro epitelial	Ausente	Daño tubular, rechazo a trasplante
Cilindro Eritrocitario	Ausente	Glomerulonefritis
Cilindro Granuloso	Ausente	Degeneración del cilindro celular por estasis en el túbulo renal causada por disminución en filtración glomerular
Cilindro Céreo	Ausente	Probable insuficiencia renal. Flujo de filtrado glomerular ausente
Cristales	Ausente	

*El número de elementos formes por campo debe visualizarse y reportarse con un aumento 400x. Contar al menos 10 campos visuales, sin embargo se debe analizar toda la laminilla

Figura 9. Morfología de las estructuras observadas frecuentemente en el sedimento urinario (Jiménez y Ruiz, 2010; Gómez y Pellegrini, 2013).





Cilindro epitelial



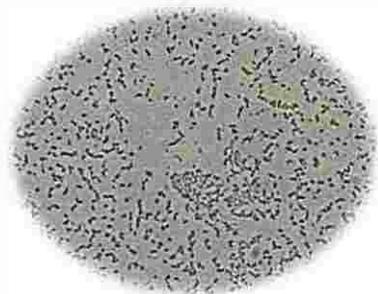
Cilindro eritrocitario



Cilindros granulosos



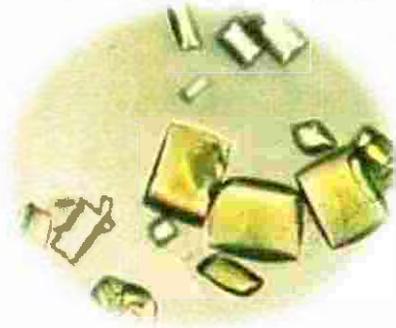
Cilindro cereo



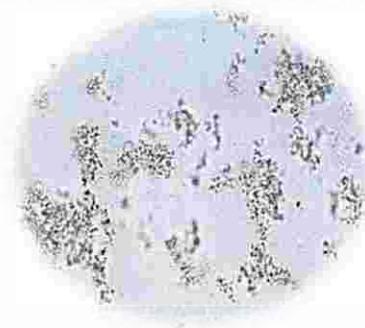
Bacterias



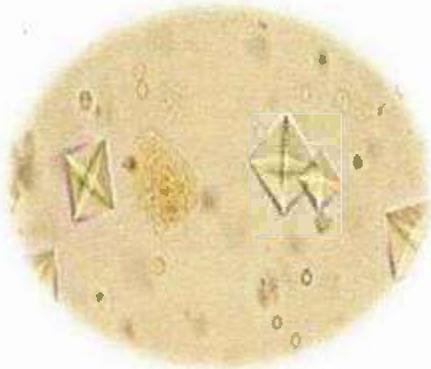
Levaduras



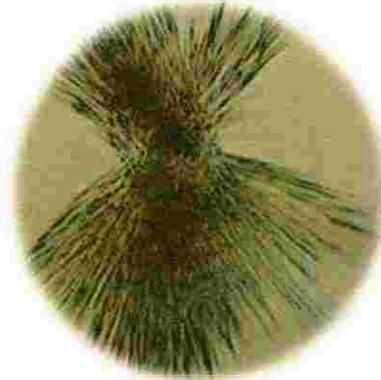
Cristal de ácido úrico, pH ácido



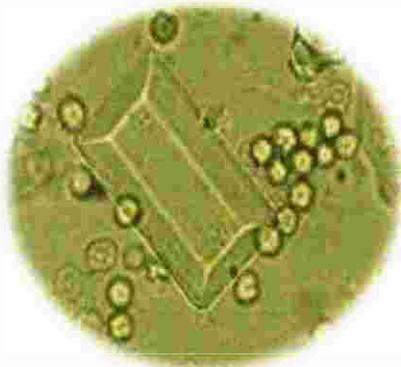
Uratos amorfos, pH ácido



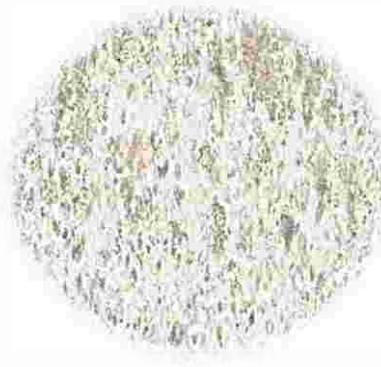
Oxalato de calcio, pH ácido/neutro



Cristal de tirosina, pH Acido/neutro



Fosfato triple, ph alcalino



Fosfatos amorfos, pH alcalino/neutro

Comercialmente existen equipos automatizados para el análisis de elementos formes en la orina, entre los cuales se encuentran, Figura 10:

- ✓ Citometría de flujo, representada por los analizadores UF® de la empresa SysmexCorporation,
- ✓ Microscopía automática sobre muestra de orina nativa, representada por los analizadores Iris® de Iris Diagnóstica
- ✓ Microscopía automática sobre orina centrifugada, representada por los analizadores SediMAX® de MenariniDiagnostics.



Figura 10. Equipos automatizados para análisis de orina (Sysmex UF 1000i, 2016; A.MenariniDiagnostics, 2016).

Los equipos automatizados presentan una serie de ventajas sobre la microscopía manual, pero de igual manera tiene sus desventajas:

Ventajas:

- ✓ Ahorro de tiempo en el análisis
- ✓ Evitar el cansancio del observador, que puede ser causante de estudios defectuosos.
- ✓ Mayor reproducibilidad de los resultados ya que se evitan discrepancias entre posibles observadores.
- ✓ Utilización de orina completa con lo cual, se evitan los posibles errores debidos a centrifugación, decantado y resuspensión del sedimento.

- ✓ Mejor cuantificación de los elementos formes (método estandarizado) que contando en cámara y, sobre todo, entre porta y cubre.

Desventajas:

- ✓ La clasificación errónea de artefactos como elementos formes.
- ✓ Deficiente identificación de algunos elementos (sales amorfas identificadas como bacterias).
- ✓ Elevado costo económico
- ✓ El ahorro de tiempo no es tan real como podría presuponerse, algunos sedimentos tienen que confirmarse o completarse por microscopía manual.

El examen microscópico manual es considerado como el método de referencia, sobre todo si se realiza por un método estandarizado, en este método se realizan muchos pasos (centrifugación, decantado, resuspensión) en los cuales se pueden producir pérdidas y deterioro de elementos y dar lugar a imprecisión e inexactitud en los resultados; la automatización puede ayudar a solventar estos problemas y mejorar la calidad de los resultados (Gómez y Pellegrini 2013).

Urocultivo

El urocultivo es un análisis de orina realizado en el laboratorio de microbiología clínica para el diagnóstico de una infección en el sistema urinario. Es útil, sencillo, barato y permite conocer el agente bacteriano causante de la infección (Ruiz y Perea 2010). El urocultivo no es un análisis de rutina, se realiza mediante un EGO previo que indique bacteriuria, leucocitos, nitritos y/o piuria en orina (Konaman 2008).

Son frecuentes las infecciones en el sistema urinario y se definen como la presencia y proliferación de microorganismos, comúnmente es bacteriana y ocasionalmente son hongos o virus. Se determina la bacteria causal de la infección mediante el cultivo de la orina en medios de crecimiento adecuados.

El urocultivo puede ser cualitativo, donde se identifique la bacteria o cuantitativo donde se indique la cantidad de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) causantes de

la infección. Se recomienda realizar una tinción de Gram del sedimento urinario previo al urocultivo para identificar la morfología bacteriana (bacteria gram positiva o gram negativa) y en base a este resultado se procede a seleccionar los medios de cultivo adecuados para el aislamiento e identificación bacteriana. Frecuentemente se utiliza un agar con sangre de carnero al 5% y un agar Mac Conkey o agar eosina azul de metileno (EMB) para el aislamiento bacteriano, debido a la morfología distintiva que presenta *Escherichiacoli* en este medio

Escherichiacoli causa el 80% de las infecciones no complicadas, *Proteusmirabilis*, *Klebsiellaspp* y *Staphylococcussaprophyticus*(en mujeres menores de 50 años) son responsables del 20% restante en la mayoría de los casos. Diversas bacterias causan infecciones complicadas, pero *Escherichiacoli* sigue siendo la principal bacteria causal (Ruiz y Perea, 2010). En la Tabla 6 se describen la flora comensal y patógena del sistema urinario.

Tabla 6. Flora comensal y patógena del sistema urinario (Konemanet al, 2008)

<i>Flora comensal</i>	<i>Patógenos potenciales</i>
Estreptococos $\alpha\beta$ hemolíticos	<i>Corynebacteriumurealyticum</i> *
Especies de Bacillus	Especies de enterococcus
	Enterobacterias*
<i>Estafilococos</i> coagulasa negativos	Especies de Pseudomonas
	<i>Staphylococcus aureus</i>
Difteroides	<i>Staphylococcusepidemidis</i> (hombres ancianos)
Especies de <i>Lactobacillus</i>	<i>Staplylococcussaprophyticus</i> (mujeres jóvenes)

*Proteus y Corinebacteriumurealyticum descomponen la urea, alcalizan la orina y predisponen a la formación de cálculos.

Aclaramiento Plasmático Renal

Este análisis consiste en evaluar la efectividad con la cual los riñones depuran una sustancia dada del plasma sanguíneo. El aclaramiento o depuración plasmática renal es el volumen de sangre depurado de una sustancia por unidad de tiempo, generalmente se expresa en mililitros por minuto. La depuración elevada indica excreción eficiente de una sustancia en orina y la depuración baja la excreción ineficiente. Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{U \times V}{P}$$

Donde:

A= Aclaramiento o depuración de una sustancia

U= Concentración de la sustancia en orina, mg/mL

P= Concentración de la sustancia en plasma, mg/mL

V= Velocidad de flujo urinario, mL/min.

El aclaramiento de creatinina (Ac) puede ser medido por la determinación de creatinina en sangre y orina, pero también calculado por el valor de la creatinina sérica que permite estimar el aclaramiento de la creatinina a través de la ecuación de Cockcroft y Gault con una diferencia entre ambas de 2 mL/min (Argente y Álvarez 2013).

$$Ac \text{ (hombres)} = \frac{(140 - \text{edad}) \times (\text{Peso en kg})}{(72) \times \left(\text{Cr en Sangre} \frac{\text{mg}}{\text{dL}} \right)}$$

$$Ac \text{ (mujeres)} = \frac{(140 - \text{edad}) \times (\text{Peso en kg}) \times 0.85}{(72) \times \left(\text{Cr en Sangre} \frac{\text{mg}}{\text{dL}} \right)}$$

La depuración de un soluto depende de los tres procesos básicos de la nefrona:

- ✓ Filtración glomerular
- ✓ Reabsorción tubular
- ✓ Secreción Tubular

Una sustancia que se filtra, pero que no se reabsorbe ni se secreta; su depuración es igual a la filtración glomerular porque todas las moléculas que atraviesan las membranas de filtración aparecen en la orina. Por ejemplo la creatinina presenta características muy parecidas: se filtra fácilmente, no se reabsorbe y se secreta en una cantidad muy baja. Motivo por el cual se utiliza para evaluar la filtración glomerular que generalmente es de 120 a 140 mL/min. El producto de desecho urea se filtra, se reabsorbe y se secreta en cantidades variables; su depuración es prácticamente menor que la filtración glomerular, cerca de 70 mL/min (Tortera 2009).

Proteína en Orina de 24 Horas

La cantidad de proteína y/o albumina excretada durante 24 horas, ayuda al diagnóstico y pronóstico de una enfermedad renal. Una proteinuria por encima de 150 mg en 24 horas o de 4 mg/m² /hora, debe ser considerada como patológica, Tabla 7.

Tabla 7. Medición de proteínas y albumina en orina de 24 horas. (Venegas y Arbeláez, 2007).

<i>Excreción de proteínas</i>	<i>Valor (mg/24 hrs)</i>
Valor normal en adultos	< 150
Proteinuria	≥ 150
Proteinuria en rango nefrótico	< 3,500
<i>Excreción de albumina</i>	<i>Valor (mg/24 hrs)</i>
Valores normales	2-30
Microalbumina	30-300
Macroalbumina	< 300

Electroforesis de Proteínas en Orina

La electroforesis de proteínas es una metodología que permite separar las proteínas presentes en sangre (suero) o en orina. En esta técnica se aplica una corriente eléctrica para desplazar las proteínas sobre una capa fina de agar similar a un gel. La distancia que recorre cada tipo de proteína depende de su tamaño, su forma, y su carga eléctrica.

Las proteínas así separadas pueden detectarse mediante un colorante que se fija y tiñe las distintas proteínas y pone de manifiesto un patrón de bandas característico. Cada banda indica la presencia de una proteína, mientras que el tamaño de la banda aporta una aproximación de la cantidad de proteína. Este patrón de bandas se convierte posteriormente en un gráfico, que muestra picos verticales allí donde existe mucha cantidad de una determinada proteína, y unos picos más pequeños o valles donde existe menos.

Un nuevo método conocido como electroforesis capilar separa las proteínas haciéndolas pasar a través de una columna fina y larga, dibujando un gráfico muy similar al que se obtiene con la electroforesis en gel de agarosa. Proteínas específicas que sean de interés pueden identificarse fijándolas en el gel mediante el uso de anticuerpos, procediendo después a la tinción, previa eliminación por lavado del resto de proteínas.

Este procedimiento es conocido como inmunofijación (IF). Anteriormente se había utilizado un método ligeramente diferente, la inmunoelectroforesis, para identificar proteínas específicas. Sin embargo, esta última técnica ha quedado ampliamente desplazada por la IF, dado que la IF resulta más fácil de realizar y de interpretar. Con una electroforesis, las proteínas séricas quedan separadas en cinco o seis bandas principales.

Estas fracciones son conocidas como albúmina, alfa-1, alfa-2, beta, y gamma (la fracción beta se encuentra a veces dividida en beta-1 y beta-2). La albúmina, producida en el hígado, se corresponde con una única banda y representa aproximadamente el 60% de las proteínas séricas. Con el término "globulinas" se está aludiendo al resto de proteínas diferentes de la albúmina. A excepción de las inmunoglobulinas y de algunas proteínas del complemento, la mayor parte de proteínas son también de síntesis hepática. Una descripción más amplia de todos estos grupos de proteínas puede encontrarse en la tabla Grupos de Proteínas.

Las bandas que se visualizan en la electroforesis de proteínas definen unos patrones característicos. Alteraciones de estos patrones se asocian a toda una serie de condiciones y enfermedades diferentes. Por ejemplo, en el mieloma múltiple (un tipo de cáncer de las células plasmáticas sanguíneas) el crecimiento y la división descontrolados de las células plasmáticas malignas conducen a la producción de grandes cantidades de un único tipo de inmunoglobulina monoclonal.

Los anticuerpos (inmunoglobulinas) deben ser distintos entre ellos para asegurar así el reconocimiento de bacterias, virus y otras sustancias extrañas para el organismo. Cada vez que el organismo está expuesto por ejemplo a un virus, una célula plasmática se divide y da lugar a un grupo o clon de células plasmáticas con capacidad para producir anticuerpos dirigidos a eliminar el virus. Dado que el conjunto de inmunoglobulinas de nuestro organismo es el resultado de los anticuerpos fabricados por gran cantidad de distintos clones, se suele hablar de patrón policlonal.

Cuando existe un cáncer de células plasmáticas, sólo se produce un tipo de anticuerpo por estas células cancerosas, conocido como proteína monoclonal. Esta proteína anómala puede visualizarse como una banda característica en el patrón electroforético.

Albumina: Su principal función es la estabilización del volumen sanguíneo y la regulación del intercambio de fluidos vasculares. Es responsable del 75% de la presión osmótica, transporta pigmentos, colorantes y drogas, contribuyendo a su excreción solubilidad y difusión a los tejidos. Casi todas las enfermedades muestran cierto grado de depresión de albúmina. Valores marcadamente bajos indican enfermedad hepática, renal o sistémica significativa.

La evaluación cualitativa de la composición de proteínas en la orina, ayuda a identificar su naturaleza. La electroforesis de proteínas separa las proteínas urinarias en cinco picos, de acuerdo con su peso molecular: albúmina y α -1-globulinas, α -2-globulinas, β -globulinas y γ -globulinas.

Este método ayuda a diferenciar entre una causa glomerular o tubular, ya que en la proteinuria glomerular, la albúmina puede alcanzar el 70% del total de proteínas excretadas, mientras que en la proteinuria tubular la mayoría de las proteínas excretadas son inmunoglobulinas.

En la Figura 11 se observa un pico monoclonal en la región gamma en la proteinuria de Bence Jones, mientras que un pico heterogéneo amplio en esta misma región indica proteinuria tubular (Venegas y Arbeláez, 2007).

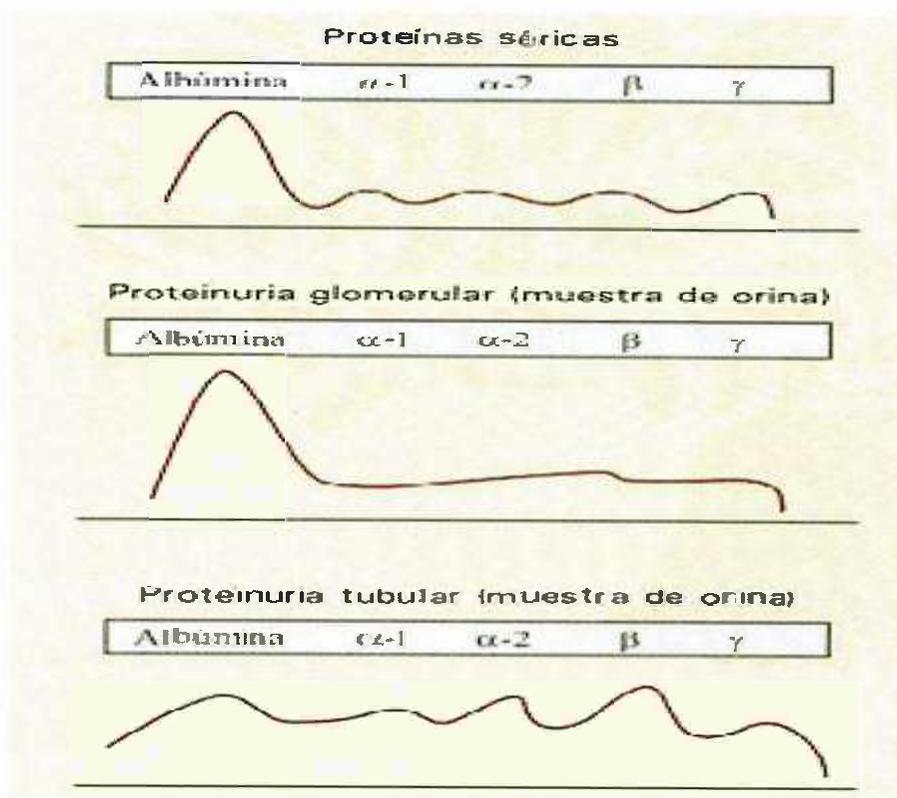


Figura 11. Patrones electroforéticos de suero y orina en pacientes con excreción anormal de proteínas (Venegas y Arbeláez, 2007).

Pruebas Sanguíneas

La determinación de dos parámetros en suero o plasma sanguíneo pueden aportar información acerca de la función renal: Urea y creatinina.

Urea: metabolito que resulta del catabolismo y la desaminación de los aminoácidos. Cuando la filtración glomerular disminuye como ocurre en la enfermedad renal o la obstrucción del sistema urinario, la urea aumenta considerablemente.

Creatinina: proviene del catabolismo de la fosfocreatina del músculo esquelético. Normalmente la concentración de la creatinina en sangre se mantiene estable ya que su excreción urinaria es igual a su eliminación del músculo. Un nivel de creatinina por encima de 1.5 mg/dL suele ser indicador de disfunción renal.

En la Tabla 8 se muestran los valores normales en sangre de algunos parámetros que se presentan en patologías renales.

Tabla 8. Valores normales en suero, plasma u orina (Randox, 2010)

Parámetro		Valores normales
Creatinine	Hombre Suero/Plasma	53 - 97 mol/L (0,6 - 1,1 mg/dL)
	MUjer Suero/Plasma	44 - 80 mol/L (0,5 - 0,9 mg/dL)
	Orina	8,84 - 13,3 mmol/24 hrs 1 - 1,5 g/24 hrs
Urea	Suero/Plasma	1.7-8.3 mmol/L (10-50 mg/dL)
	Orina (24 horas)	333-583 mmol/L (20-35 g/24 h)
Proteínas Totales	Adultos, Suero/Plasma	64 – 83 g/L (6,4 - 8,3 g/dL)
	Orina	0.028- 0.141 g/24h
Albúmina	Adultos Suero/Plasma	38 - 44 g/L (3,8 – 4,4 g/dL)
	Recién nacidos	38 - 42 g/L (3.8 - 4.2 g/dL)

Análisis Clínicos y Patologías del Sistema Urinario

En la Tabla 9, se describe la correlación de los resultados de análisis clínicos de fluidos biológicos con diversos síndromes y patologías del sistema urinario.

Tabla 9. Descripción de síndromes y patologías del sistema urinario con hallazgos de laboratorio (Forbes *et al* 2009; Argente y Álvarez 2013).

<i>Síndromes y Patologías</i>	<i>Definición</i>	<i>Hallazgos de laboratorio</i>
<i>Síndrome nefrótico:</i>	Es el conjunto de signos y síntomas generados por la alteración patológica del glomérulo, es decir una glomerulopatía que se manifiesta por el aumento de la permeabilidad del capilar glomerular a las proteínas plasmáticas	Proteinuria mayor de 3.5 g/24 horas, hipoalbuminemia menor de 3 g/dL, displidemia y lipiduria.
<i>Síndrome nefrítico agudo:</i>	Es el conjunto de signos y síntomas generados por la inflamación glomerular con colapso de la luz capilar. Se caracteriza por:	Oliguria (<500 mL de diuresis/24 horas) con deterioro de la función renal de grado variable, proteinuria generalmente menor de 3.5 gr/24 horas, hematuria microscópica o macroscópica, hipertensión arterial y/o edema (Fortunato, 2013).
<i>Nefritis tubulointersticial:</i>	Se caracteriza por el compromiso del intersticio renal, los túbulos y los vasos sanguíneos, se presenta en forma aguda y crónica. Es producida por diversas causas entre las más importantes son las infecciones, la toxicidad por medicamentos y actualmente consumo de drogas.	En sedimento urinario: leucocitosis, hematuria y pueden encontrarse cilindros leucocitarios, la presencia de eosinófilos en orina (eosinofilia) es inconstante pero, si se encuentra orienta al diagnóstico de nefritis tubulointersticial medicamentosa. Se requieren tinciones especiales para evidenciar la presencia de eosinófilos (la de Hansel es más sensible que la de Wright). En orina de 24 horas la proteinuria por lo general es inferior a 2 g/día. La excreción fraccionada de sodio en orina frecuentemente es elevada y expresa falla de absorción por la patología tubulointestinal.

		En sangre presenta aumento de eosinófilos, cuando se presenta en ambas sugiere etiología medicamentosa, presenta aumento de enzimas hepáticas, aumento de creatinina y uremia con disminución de aclaramiento de creatinina que expresa la alteración de la función renal que puede ser variable, desde escaso hasta valores que constituyen una IRA.
<i>Insuficiencia renal (IR)</i>	Es la pérdida de la actividad renal, tanto de su función excretora, con retención de sustancias nitrogenadas, producto del catabolismo proteico (urea y creatinina), como de sus funciones de regulación del equilibrio ácido-base, el agua corporal total, los electrolitos, el metabolismo fosfocálcico, la presión arterial y la síntesis de eritropoyetina. Se clasifica en tres formas clínicas de acuerdo con el tiempo, o la velocidad en la que se desarrolla, cada una de las cuales se caracteriza por una etiopatogenia, manifestaciones clínicas, pronóstico y tratamiento diferentes: 1. Insuficiencia renal aguda 2. Insuficiencia renal rápidamente progresiva 3. Insuficiencia renal crónica	
1. Insuficiencia renal aguda (IRA)	Es el deterioro agudo y abrupto, en horas o días y potencialmente reversible de la función renal, expresado por un aumento de la creatininemia mayor del 50% de su nivel basal.	Aumento rápido y progresivo de urea y creatinina Disminución rápida del aclaramiento de creatinina en más del 25% del valor basal por brusco descenso del filtrado glomerular. Oligonuria (<500 mL de orina en 24 horas que es el nivel por debajo

		<p>del cual se disminuye la excreción de los residuos nitrogenados) El sedimento urinario es normal y la orina no contiene proteinuria, en IRA obstructiva la proteinuria es leve o ausente y el sedimento urinario es poco significativo, salvo la coexistencia de infección que determina leucocituria o una litiasis o tumor que produzca hematuria, no hay cilindruria característica.</p>
<p>2. Insuficiencia renal rápidamente progresiva (IRRP)</p>	<p>Se desarrolla en algunas semanas (<12 semanas). Es una IR que tarda algo más en establecerse que la IRA, al igual que esta es producida por enfermedades renales primarias o secundarias; todos los constituyentes del riñón pueden resultar afectados. Se conocen causas glomerulares, tubulares y vasculares:</p> <p>a) Glomerulonefritis rápidamente progresiva</p> <p>b) Nefritis tubulointersticial aguda, causa IRA pero puede presentarse como IRRP dado que desarrolla una rápida progresión, que librada a su evolución natural sin tratamiento produce secuelas irreversibles con lesiones histológicas tubulointersticiales diversas.</p> <p>c) Lesiones vasculares: la ateroembolia aguda es causada por la embolia de cristales de colesterol en los vasos intrarrenales con el consiguiente daño</p>	<p>Elevación de la urea y la creatinina, que ocurre en semanas con hematuria disformica, cilindros hemáticos y proteinuria glomerular generalmente 3 g/24 horas, sin tratamiento oportuno suele ser irreversible</p> <p>En orina presenta eosinófilos, leucocitos y proteinuria.</p> <p>En orina se presenta hematuria, macroscópica u microscópica, eosinofilia.</p> <p>En sangre se presenta hipereosinofilia e hipocomplementemia</p>

	vascular, produce IRRP.	
3. Insuficiencia renal crónica (IRC)	Es la pérdida progresiva e irreversible de la función renal que se produce en meses o años. Recientemente conocida como nefropatía crónica que describe la reducción histológica del número de nefronas y el descenso de la tasa de filtración glomerular.	En sangre presenta niveles de urea y creatinina elevados, disminución en el aclaramiento de creatinina, anemia, hipocalcemia e hiperfosfatemia, acidosis metabólica e hiperpotasemia. En orina muestra isostenuria (densidad urinaria 1.012), el resto de los hallazgos pueden ser inespecíficos como una proteinuria de grado variable y un sedimento con pocos elementos orientadores, salvo la presencia de los característicos cilindros anchos y céreos.
Infeción urinaria (UI):	Condición en la cual las bacterias se establecen y multiplican en cualquier parte del tracto urinario, desde la fascia perirrenal hasta el meato uretral. Son dos las principales vías de infección: ascendente y hematógena, la mayoría son ascendentes, la hematógena es menos frecuente y suele observarse en presencia de bacteriemias por <i>estafilococos aureus</i> o en la fungemia por <i>Candida</i> . En periodo neonatal la IU es más frecuente en los varones, mientras que en la infancia y adultez predomina en las mujeres.	Bacteriuria Leucocituria En sedimento urinario: más de 5 leucocitos por campo 400x En cultivo de orina: 10^5 UFC/mL En mujeres con síntomas urinarios bajos: disuria, polaquiuria tenesmo vesical, en cultivo de orina: 10^2 UFC/mL, leucocituria. También en presencia de estafilococo saprofitico, un recuento de colonias bajo (10^2 y 10^4 UFC/mL) tiene valor clínico de infección. En hombres, un desarrollo de 10^3 UFC/mL indica infección urinaria.

	<p>Hay cuatro tipos de infecciones urinarias:</p> <p>1) Uretritis, infección en la uretra</p> <p>2) Cistitis, infección en la vejiga, es una infección localizada, por lo general no hay fiebre ni otros signos de enfermedad sistémica.</p> <p>3) Síndrome uretral, es frecuente en mujeres jóvenes y sexualmente activas</p> <p>4) Pielonefritis, inflamación del parénquima renal, cálices y de la pelvis renal.</p>	<p>Disuria (micción dolorosa o difícil) y poliaquiuria</p> <p>Disuria (micción dolorosa o difícil), poliaquiuria y urgencia miccional, en ocasiones la orina se presenta sangre, orina turbia, mal olor,</p> <p>Disuria (micción dolorosa o difícil), poliaquiuria y urgencia miccional, presenta menos de 10^5 UFC/mL en orina en el cultivo. Se pueden considerar 10^2 UFC/mL con presencia de piuria y la presencia de 8 o más leucocitos en orina.</p> <p>Se presenta fiebre y dolor lumbar y con frecuencia síntomas del aparato urinario inferior: poliaquiuria, urgencia miccional y disuria), el 40% de los pacientes con pielonefritis aguda presentan bacteremia.</p>
<p><i>Litiasis urinaria (LU):</i></p>	<p>La litiasis o cálculos urinarios en vías urinarias, no constituye una enfermedad, pero puede ser una complicación de diferentes enfermedades. Representa la tercera causa de consulta por patología del tracto urinario, se estima que el 12% de los hombres y 5% de las mujeres lo padecen a lo largo de su vida. La litiasis se clasifica en:</p> <p>a) Litiasis cálcica: es la más frecuente de todas las litiasis urinarias, representa entre el 80% y</p>	<p>Presencia de cristales de oxalato en el 70% de los casos o fosfato de calcio en el 50% de los casos en sedimento urinario.</p>

	<p>90% de los cálculos en el hombre y alrededor del 50% en los cálculos de la mujer.</p> <p>b) Litiasis por ácido úrico: se observa predominantemente en los hombres. El ácido úrico constituye el producto final del metabolismo de las proteínas, en condiciones normales este metabolismo se mantiene constante. El 25% del ácido úrico producido se elimina por secreciones intestinales a través de bacterias entéricas y el 75% por orina. El ácido úrico del plasma se filtra por los glomérulos en un 95% y en el túbulo proximal se reabsorbe el 90%. La Hiperuricosuria, la acidez, en la orina pH<5 y la deshidratación con orinas concentradas favorecen el riesgo a padecer litiasis por ácido úrico.</p> <p>c) Litiasis por oxalato: existe un número variado de sales en el organismo entre las cuales se encuentra el oxalato de calcio. Debido a la baja solubilidad el oxalato de calcio en orina es común. El oxalato proviene de la absorción intestinal y de la producción endógena, se absorbe a nivel de intestino delgado y grueso por simple difusión pasiva del 2 al 15% de la carga</p>	<p>Presencia de cristales de ácido úrico en sedimento urinario.</p> <p>Presencia de oxalato de calcio en sedimento urinario</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>metabolismo. La cistina tiene muy baja solubilidad en medio acuoso por lo que la presencia de cristales en orina origina su precipitación. La cistinuria es responsable de 1% de los casos de litiasis urinaria y es la única manifestación clínica de la enfermedad.</p>	
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

CONCLUSIÓN

El diagnóstico de diversas patologías del sistema urinario se determina mediante la sintomatología clínica y el apoyo de laboratorio clínico de acuerdo a los resultados de análisis clínicos de fluidos biológicos entre los que se encuentran el examen general de orina que ayuda al diagnóstico oportuno y rápido de vías urinarias altas o bajas. Mediante este examen se puede diagnosticar una síndrome o patología del sistema urinario en las primeras etapas de su manifestación, dependiendo de las características físicas, químicas o elementos formes presentes en la orina. Los análisis en suero o plasma sanguíneo de urea y creatinina y la depuración de creatinina y/o proteína en orina de 24 horas, son análisis clínicos que se realizan posteriormente al paciente o una vez diagnosticada la enfermedad, para valorar el grado de avance de la patología del sistema urinario.

BIBLIOGRAFÍA

1. Forbes B.A., Sahm D. S. & Weissfeld A. S. (2009). *Baylet&Scott's Diagnostico Microbiológico*. (12 ed). España: Médica Panamericana. p 963- 966
2. Ross M. H. & Pawlina W. (2012) *Histología. Texto y atlas de color con Biología Celular y Molecular*. (6 ed). España: Medica Panamericana. p 698.
3. Rodríguez G.A. (2010). *Cap. 1 Estudio de la Función Renal. En Fundamentos de Interpretación Clínica de los Exámenes de Laboratorio*. (2ª ed). México: Medica Panamericana. p 9.
4. Latarjet M. & Ruiz L. A. (2008). *Anatomía Humana, Tomo 2*. (4ª ed). Argentina: Medica Panamericana. pp 1509-1512.
5. Tortora G.J & Derrickson B. (2009). *Principios de Anatomía y Fisiología*. (11ª ed). México: Medica Panamericana.
6. NCI: Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU.(2015). Cáncer de uretra: tratamiento. Disponible en: <http://www.cancer.gov/espanol/tipos/uretra/paciente/tratamiento-uretra-pdq>
7. Mundt L.A. & Shanahan K. (2011). *Graff: Análisis de Orina y de los Líquidos Corporales*. (2ª ed). México: Medica Panamericana. p 12.
8. Strasinger S. K. & Di Lorenzo M. (2010). *Análisis de Orina y de los Líquidos Corporales*. (5ª ed). Argentina: Medica Panamericana. p 12.
9. Strasinger S. K. & Di Lorenzo M. (2014). *Urinalysis and Body Fluids*. (6ª ed).. United States of American. Davys Company. p 75, 100-102.
10. Vorvick L. J., 2015. Medline Plus. Enciclopedia Médica. Disponible en: https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/1122.htm
11. Guyton A.C. & Hall J.E. (2011). *Tratado de Fisiología Médica*. (12ª ed). España: Elsevier
12. Guzmán L.S. & Cedillo S.F.R. (2012). *Fundamentos para el Ejercicio de la Medicina. Guía para el Examen de Residencias Médicas. ERM*. (3ª ed) México: Manual Moderno. p.302.

13. Watnick S. & Dirkx T. (2013). Nefropatías. En Diagnóstico Clínico y Tratamiento (52ª ed). México: Mc Graw Hill. p 898
14. Crowley L. W. . (2014). Una Introducción a la Enfermedad Humana. Correlaciones en Patología y Fisiopatología. México: Mc Graw Hill. Pendiente de sacar datos Pag. 430
15. Jiménez E. J. A. & Ruiz M.E. (2010). *El Laboratorio Clínico 2: Estudio de los elementos formes de la orina. Estandarización del sedimento urinario*. España: LABCAM. Pp 33-34. Disponible en: http://www.abm.org.ar/docs/campanas/erc/Estandarizacion_del_sedimento_urinario.pdf
16. Pineda T. D., Cabezas M. A. & Ruiz M. G. (2011). El Laboratorio Clínico III. Análisis de las muestras de orina. España: LABCAM. Pp 58.
17. Delgado C.L., Rojas J.M. & Carmona R. M.P. (2011). Análisis de una Muestra de Orina por el Laboratorio. 05 enero 2016, de Libros Laboratorio Sitio web: https://libroslaboratorio.files.wordpress.com/2011/09/analisis_orina_en_lab.pdf
18. Gómez L.R. & Pellegrini P.P. (2013). Documentos Técnicos para el Laboratorio Clínico. Recomendaciones para el Análisis del Sedimento Urinario. 05 enero 2016, de Instituto de Salud Pública. Gobierno de Chile Sitio web: <http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento/2013>
19. Baños L.M.E. Núñez A.C.A. & Cabiedes J. (2010). Análisis de Sedimento Urinario. 06 enero 2016, de Reumatología Clínica Sitio web: <http://www.reumatologiaclinica.org/es/analisis-sedimento-urinario/articulo/S1699258X10000987/>
20. Jiménez G. J. A. & Ruiz M.G. . (2010). El Laboratorio Clínico 2: Estudio de los elementos formes en la orina. Estandarización del sedimento urinario. España: LaABCAM. P-43
21. López S.M.G.. (2014). *Consideraciones Preanalíticas en el Análisis de Orina*. México: BectonDickinson. p-12.
22. Medline Industrics, Inc, 2015. 05 de Enero de 2016. Sitio Web: <https://www.medline.com>
23. Fisher Scientific. Standard UriSystem.Tubes. 05 de Enero de 2015. Sitio Web: <https://www.fishersci.com/shop/products/fisherbrand-standard-urisystem-tubes-2/p-180881>
24. Urianalysis. 06 enero 2016. Sitio web: <https://www.yumpu.com/en/document/view/21594276/urinalysis>

25. ATC. Análisis técnicos. Soluciones Inteligentes para medicina. 06 de Enero de 2016. UriScan Pro II. Sitio Web: http://www.analteclaboratory.com/components/com_virtuemart/shop_image/product/Uriscan_pro_II_5127e3616e11f.jpg
26. MedWow. Su plataforma global en equipamientos médicos. Ciinitek 50, Bayer. 06 Enero 2016. Sitio web: http://es.medwow.com/i/_preview.php?sale_number=427747542
27. Distribuciones IMEX, S.A. de C.V. ClinitekAdvantus. 06 Enero 2016. Sitio web: <http://imex.mx/nosotros/diagnosticos/uroanalisis/ciinitek-advantus.html>
28. Sysmex UF 1000i. 06 Enero de 2016. Sitio Web: <https://www.sysmex.com/la/es/Products/Documents/UF-1000i-Espa%C3%B1ol.pdf>
29. A.MenafiniDiagnostics. España. 06 Enero 2016. Sitio Web: <http://www.menarinidiag.es/Productos/urianalisis/Nuevo-Aution-Max>
30. Ruiz de A.P. & Perea L. B. Indicaciones y valoración Clínica del Urocultivo y Coprocultivo. *Medicine*. 2010;10(49):3317-20. Sitio Web: http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/pdf/Urocultivo_coprocultivo_indicaciones_Medicine2010.pdf
31. Microbioenergética. 2014. 07 Enero 2016. <http://microbioenergetica.squarespace.com/bacteriologa/2014/7/21/bacterias-gram-positivas>
32. Forbes B. Sahm D. Weissfel A. (2009). *Bailey y Scott Diagnostico Microbiológico*. Argentina: Medica Panamericana.
33. López J. L. E., Hernández D. M, Colín C. C.A., Ortega P.S., Cerón G.G, Franco-C. R. Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología. *Investigación en Discapacidad*. Vol. 3, Núm. 1 Enero-Marzo 2014 pp 10-18. Sitio Web: <http://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2014/ir141b.pdf>
34. Koneman E.W., Procop G. W., Schreckenberger P.C., Woods G.L, Winn W.C., Allen S.D., Janda W.M.. (2008). *Diagnostico Microbiológico. Texto y Atlas a Color*. (6ª ed). Argentina: Medica Panamericana.p 81
35. Solar Biologicals Inc. 07 enero 2016.Nueva York. Sitio Web: http://www.solarbiologicals.com/pages/medical/medical_mc_200.html
36. Orion Diagnostica. 07 enero 2016. Finland. Sitio Web: <http://www.oriondiagnostica.com/products/uricult/>

37. Venegas A.N. Arbeláez G. M. (2007). Orina. Proteinuria. Medicina & Laboratorio, Volumen 13, números 7-8. Pp 334-336
38. Argente H. A. & Álvarez M.E. (2013). Semiología Médica. Fisiopatología, Semiotecnia y Propedéutica. Enseñanza-Aprendizaje centrada en la Persona. (2ª ed). Argentina: Medica Panamericana.pp 816-850.
39. Espinoza B., De Espinoza M., Espinoza M.A. y Espinoza A. Electroforesis de Proteínas. Laboratorio Clínico y Patología. http://www.labespinosa.com/pdf/electroforesis_de_proteinas.pdf