



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“CARACTERIZACIÓN DE UROLITIASIS EN CLÍNICAS VETERINARIAS DE LA
CIUDAD DE MORELIA, EN EL PERIODO DE SEPTIEMBRE 2008 – JUNIO 2010”.**

TESIS QUE PRESENTA

YURITZY GARCÍA MENDOZA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA

VETERINARIA ZOOTECNISTA

Asesora:

MVZ Esp. Norma Avilés Torres.

Coasesor:

MVZ Esp. MC Ignacio N. Barajas López.

Morelia Michoacán Enero de 2012.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“CARACTERIZACIÓN DE UROLITIASIS EN CLÍNICAS VETERINARIAS DE LA
CIUDAD DE MORELIA, EN EL PERIODO DE SEPTIEMBRE 2008 – JUNIO 2010”.**

TESIS QUE PRESENTA.

YURITZY GARCÍA MENDOZA.

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA
VETERINARIA ZOOTECNISTA.**

Morelia Michoacán Enero de 2012.

AGRADECIMIENTOS.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Nicolás De Hidalgo. Por brindarme sus aulas en donde adquirí las bases y conocimientos que me servirán para poder desempeñarme en esta carrera.

A mis profesores que tuvieron la dedicación y paciencia para ofrecerme sus conocimientos y contribuyeron con eso en mi formación profesional, e incluso muchos de ellos se volvieron grandes amigos.

A mi asesora la doctora Norma Àviles, porque supo guiarme en la realización de este trabajo y a su vez me enriquecieron con maravillosos conocimientos que son importantes en mi formación.

A toda la gran familia Mendoza que me apoyo y me brindo su confianza.

A la madre naturaleza por permitirme interactuar y ser parte de ella, por depositar en mi este gran amor hacia ella que me permitiera brindarle un apoyo, una ayuda y colaborar un poco para mantenerla viva.

A aquellos animalitos que dieron su vida para permitir que me empapara de conocimientos que mas tarde ayudaran a sus generaciones futuras.

A la Clínica de la Pequeñas Especies de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, que me enseñó a brindar un servicio de calidad y que gracias a su mundo de conocimientos ahora cuanto con bases mas firmes para desempeñarme en el ámbito profesional.

A mis amigos que estuvieron siempre conmigo y con los cuales pase momentos agradables que me dejan bellos recuerdos.

A mis abuelos que también me brindaron su amor y apoyo.

DEDICATORIA.

A mis padres que me guiaron de la mano en este gran camino, que nunca me dejaron tropesar, siempre me animaron y brindaron siempre su amor, me enseñaron el valor del trabajo, me dieron el coraje que es necesario para lograr tus sueños; realizaron un gran esfuerzo para que yo cumpliera mi sueño y nunca me dieron la espalda, pero sobre todo me brindaron su confianza para ser toda una Perriatra..

A mis hermanas que siempre me apoyaron y me dieron consejos, que me hicieron sentir siempre como una ganadora.

A Ana que me ha dado su apoyo a la vez que me ha regalado sus conocimientos, me recuerda siempre el amor que le tengo a los animales, y a esta profesión.

A mis pequeños angelitos (sobrinos) que aunque son pequeños han influido mucho en mi, con su amor y ternura.

INDICE

RESUMEN.....	
1- Introducción.....	7
2- Sistema Urinario.....	10
2.1- Anatomía del riñón.....	10
2.2- Anatomía del uréter.....	13
2.3- Anatomía de la vejiga.....	14
2.4- Anatomía de la uretra.....	15
2.5- Fisiología del riñón.....	16
2.5.1- Función excretora.....	17
2.5.2- Función reguladora.....	17
2.5.3- Función biosintética.....	17
2.6- Micción.....	19
2.7- Formación de la orina.....	19
2.8- Urolitiasis.....	22
2.9- Fases de formación de los urolitos o cálculos.....	25
2.10- Tipos de cálculos urinarios.....	30
2.11- Signos clínicos.....	43
2.12- Tratamiento.....	44
2.13- Diagnóstico.....	45
2.13.1- Urianálisis.....	45
2.13.2- Propiedades físicas.....	45
2.13.3- Propiedades químicas.....	51
2.13.4- Examen del sedimento.....	55
2.14- Micción normal.....	62
2.15- Compresión manual.....	62
2.16- Cateterización.....	63
2.17- Cistocentesis.....	63
2.18- Hemograma.....	65
2.19- Química sanguínea.....	65
2.20- Estudio radiográfico.....	66
2.21- Métodos de análisis de los cálculos o urolitos.....	70
2.22- Método físico cualitativo.....	71

2.23-	Método físico cuantitativo.....	71
2.24-	Difracción de rayos X.....	72
2.25-	Microscopía electrónica de barrido con microanálisis de rayos X.....	72
2.26-	Espectroscopía de infrarrojos.....	72
2.27-	Microscopía de luz polarizada o cristalografía óptica.....	73
3-	Justificación.....	74
4-	Hipótesis.....	74
5-	Objetivos.....	75
5.1-	Objetivo general.....	75
5.2-	Objetivos específicos.....	75
6-	Material y Métodos.....	76
6.1-	Variables de estudio	76
6.2-	Análisis estadístico.....	76
7-	Resultados.....	77
8-	Discusión.....	93
9-	Conclusiones.....	100
10-	Bibliografía.....	101
11-	Glosario.....	106

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1	Estructura interna del riñón.....	13
Figura 2	Vejiga, uréteres y riñones.....	16
Figura 3	Filtración glomerular.....	21
Figura 4	Capas de un urolito con sus nombres.....	24
Figura 5	Capas de un urolito.....	24
Figura 6	Sobresaturación relativa de la orina.....	29
Figura 7	Papel de las infecciones urinarias en las urolitiasis por estruvita.....	31
Figura 8	Cristales de estruvita en sedimento de orina de un coker spaniel de 5 años con infección.....	33
Figura 9	Cálculo vesical de estruvita de una chihuahueña.....	34
Figura 10	Cálculo de estruvita.....	34
Figura 11	Cristales de oxalato de calcio dihidratado.....	36
Figura 12	Cristales de oxalato de calcio monohidratado.....	36

Figura 13 Efecto de la acidosis metabólica sobre la excreción de calcio en la orina.....	38
Figura 14 Cálculos de oxalato de calcio.....	38
Figura 15 Cristales de silíce.....	39
Figura 16 Ciclo normal de degradación de las purinas.....	41
Figura 17 Cristales de urato de amonio.....	41
Figura 18 Cálculos de urato.....	42
Figura 19 Cristales de cistina.....	43
Figura 20 Muestras de orina con presencia de glóbulos rojos.....	46
Figura 21 Muestra de orina con presencia de hemoglobina.....	47
Figura 22 Muestra de orina turbia y clarificada al reposo.....	48
Figura 23 Muestra de orina siendo colocada en el refractómetro.....	50
Figura 24 Imagen que muestra la medición en el refractómetro.....	51
Figura 25 Forma en la que se mide una tira reactiva con la muestra de orina.....	54
Figura 26 Cilindros o elementos formes.....	59
Figura 27 Forma correcta e incorrecta de realizar la toma de muestra por cistocentésis.....	65
Figura 28 Radiografía de un chihuahueño hembra con cálculo vesical.....	67
Figura 29 Radiografía de vejiga con medio de contraste (aire).....	68
Figura 30 Ultrasonografía abdominal donde se observa el cálculo (color blanco brillante) y la sombra distal que refleja este.....	69
Figura 31 Tomografía computarizada donde se observan cálculos.....	70

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Diagrama 1 Formación de cristales de estruvita por infección urinaria con bacterias de ureasa.....	32
Gráfica 1 Razas mas afectadas.....	77
Gráfica 2 Edad de presentación de urolitiasis de los perros muestreados.....	78
Gráfica 3 Sexo con mayor presentación de urolitiasis.....	78
Gráfica 4 Pruebas diagnosticas realizadas a los 29 pacientes.....	79
Gráfica 5 pH presentado en los perros muestreados.....	80
Gráfica 6 Porcentaje de perros que presentaron bacteriuria.....	80
Gráfica 7 Cristaluria presentada en los pacientes muestreados.....	81
Gráfica 8 Minerales predominantes en los cálculos obtenidos.....	82
Tabla 1 Urocultivo.....	82
Gráfica 9 Porcentaje de animales muestreados que presentaron azotemia.....	83
Gráfica 10 Porcentaje de perros muestreados que presentaron hipercalcemia e hiperfosfatemia.....	84
Gráfica 11 Porcentaje de perros que presentaron hematuria.....	85
Gráfica 12 Perros que presentaron obstrucción urinaria.....	85
Gráfica 13 Porcentaje de perros que presentaron ITU (Infección de Tracto Urinario).....	86
Tabla 2 Hallazgos radiográficos.....	88
Gráfica 14 Densidad radiográfica.....	89
Gráfica 15 Alimentos que consumían 21 de los perros estudiados.....	90
Tabla 3 Tratamientos administrado a algunos de los pacientes estudiados.....	90

“CARACTERIZACIÓN DE UROLITIASIS EN CLÍNICAS VETERINARIAS DE LA CIUDAD DE MORELIA, EN EL PERIODO DE SEPTIEMBRE 2008 – JUNIO 2010”.

PMVZ YURITZY GARCIA MENDOZA.

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

U.M.S.N.H.

La urolitiasis es un padecimiento común en las enfermedades de las vías urinarias bajas en pequeñas especies; los pacientes que presentan dicha patología comúnmente presentan signos de disuria, hematuria, polaquiuria, orina turbia o incapacidad para orinar. Comúnmente los cálculos que más se presentan, son de estruvita y oxalato de calcio y normalmente se encuentran localizados en la vejiga urinaria, las pruebas de gabinete que nos ayudan a llegar a un diagnóstico son el urianálisis y el estudio radiográfico. Dependiendo del caso de presentación de dicha patología se dará el plan terapéutico que de solución a dicho problema. El presente trabajo muestra los porcentajes de presentación de la urolitiasis y la importancia de su análisis sobre todo en los pacientes recurrentes de urolitiasis ya que nos sirve en la profilaxis, planeación de tratamiento médico y predicción de los resultados del tratamiento. El objetivo de este estudio es determinar los tipos de minerales que se presentan más comúnmente en la urolitiasis en clínicas veterinarias de la ciudad de Morelia y su prevalencia de acuerdo al sexo, raza y edad. Los resultados determinaron que la raza Poodle resulto ser mas afectada, y la edad de presentación se encontraba entre 1 y 3 años, en cuanto al sexo la mayor presentación de urolitiasis se dio en los machos en un 66% y las hembras en un 31%; los dos tipos de cálculos que mas se presentaron en este estudio fueron estruvita 38% y mixtos 21% predominando la vejiga como el lugar de localización de los cálculos.

Palabras clave: Urolitiasis, Minerales, Raza, Edad, Sexo.

1. INTRODUCCIÓN

La urolitiasis es una alteración que consta de la formación de piedras en el tracto urinario, mas comúnmente en las vías urinarias bajas, consecuencia de diferentes alteraciones en el tracto urinario; en la presentación de este padecimiento existen diferentes factores de riesgo tales como lo son la raza, el sexo, la edad, alteraciones en el funcionamiento del tracto urinario, infecciones urinarias así como cambios en el pH urinario y la dieta (Hoppe, 1994).

El termino urolito se deriva de las raíces griegas *uro*: orina y *lithos*: piedra lo anterior da como consecuencia la agrupación de cristales que dan origen al calculo urinario y puede estar compuesto por uno o más minerales a su vez así como por matriz orgánica; dichos minerales son estruvita, oxalato de calcio uratos, sílice entre otros por mencionar los más comunes (Del Angel y col. 2007).

Dependiendo del urolito o grado de crecimiento de este, puede estar formado por diferentes partes o capas que son llamadas núcleo o nido, piedra, corteza y cristales de superficie, en donde el núcleo forma parte importante en la formación del urolito ya que este es el medio por el cual se adhieren los cristales dando pie al crecimiento de dicha piedra (Del Ángel, 1998).

Para llegar al diagnóstico correcto de dicha enfermedad, es necesario valerse de una serie de elementos tales como: examen físico e historia clínica, de pruebas de laboratorio (hemograma, urianálisis, química sanguínea) y estudios complementarios o de gabinete (estudios radiográficos con o sin medio de contraste, ultrasonido) (Del Ángel, 1998).

El tratamiento depende mucho de la presentación y características de la urolitiasis este va desde el manejo terapéutico o dietético, hasta la extracción quirúrgica del calculo urinario (Del Ángel y col. 2007).

2. SISTEMA URINARIO.

2.1 Anatomía del riñón:

Los riñones del perro tienen forma de frijol (Alanis, 1988), pesa alrededor de 57 gr. pero varía según la raza, su tamaño aproximado es de 5x2.5x2.5 cm y presentan un contorno liso, en el gato son de forma esférica, pesa 7 a 15 gr. Mide 2.5x1.8 cm aproximadamente, irregularmente globuloso con 3 ó 4 venas superficiales convergentes en el hilio, lo que da aspecto arrugado y de color más pálido que el del perro (amarillento) (Frandsen, 1995) y en su superficie presentan hendiduras donde se disponen los vasos subcapsulares (Del Ángel, 1998, Sisson y Grossman 1982).

Habitualmente los riñones se encuentran situados contra el techo abdominal, uno a cada lado de la columna vertebral y predominantemente en la región lumbar (Dyce, 2003).

El riñón derecho no está sujeto a tantas variaciones en posición como el izquierdo; normalmente está situado en posición opuesta al cuerpo de las primeras tres vértebras lumbares, pero puede estar craneal a la última vértebra torácica (Sisson y Grossman 1982).

El riñón izquierdo, está sujeto a algunas variaciones en cuanto a posición; esto se debe al hecho de que no está íntimamente unido al peritoneo y está afectado por el grado de repleción del estómago (Sisson y Grossman 1982).

En general los riñones que están comprimidos contra el techo de la cavidad abdominal son en gran parte retroperitoneales mientras los que están suspendidos en un nivel más abajo tienen una cubierta más extensa (Dyce, 2003, Alanis, 1988).

La unidad anatómica y funcional del riñón es el nefrón, nefrona o túbulo renal, que es un conjunto de estructuras (Del Ángel, 1998), esta compuesta por un glomérulo, el túbulo contorneado proximal, el asa de Henle, el túbulo contorneado distal y el túbulo colector (García, 2003, Alanis, 1988, Sisson y Grosman 1982).

En el perro el riñón posee aproximadamente 400,000 nefronas y el del gato 200,000 (García, 2003). Los nefrones han sido determinados por el número de glomérulos en un riñón y han sido divididos en diferentes segmentos de acuerdo a ciertas características histológicas y funcionales (Del Ángel, 1998).

Corpúsculo renal: Compuesto por un entramado capilar llamado glomérulo y rodeado por una cápsula (cápsula de Bowman). Entre estas dos estructuras se encuentra un espacio que recoge el filtrado glomerular, llamado espacio unitario de Bowman (Del Ángel, 1998). En general se ha pensado que la cápsula de Bowman es un contenedor pasivo del filtrado glomerular, el cual es transferido posteriormente al túbulo proximal (Alanis, 1988, Sisson y Grosman 1982).

Túbulo contorneado proximal: Recoge el filtrado glomerular del espacio de Bowman. El inicio del túbulo proximal tiene una forma contorneada, los túbulos proximales están cubiertos por una capa de células epiteliales cuboidales que contienen organelos subcelulares designados para permitir la reabsorción activa y pasiva de casi el 75% del filtrado glomerular (Alanis, 1988, Sisson y Grosman 1982).

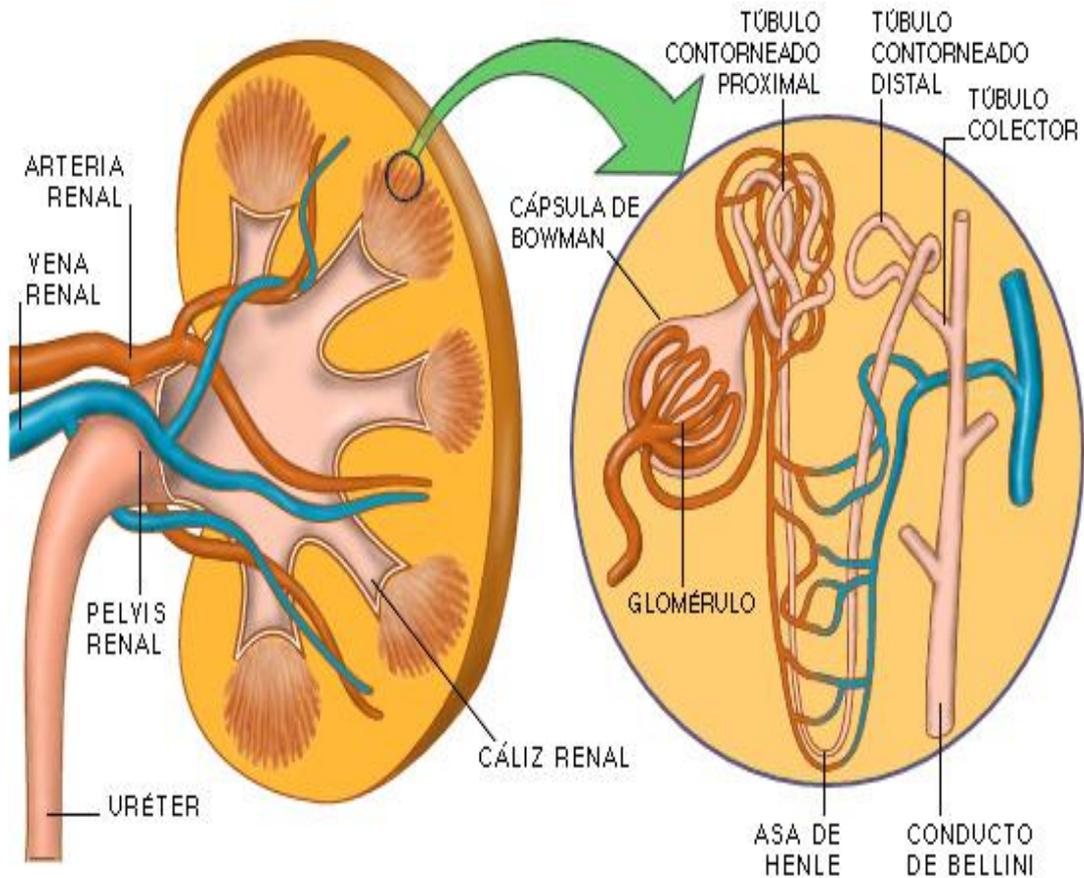
Asa de Henle: El filtrado modificado por los túbulos proximales drena dentro de las asas de Henle, estructuras tubulares en forma de horquilla de pelo. Las asas de Henle juegan un papel importante en la generación de un gradiente de concentración de solutos dentro del intersticio medular, que es sustancialmente un exceso de la concentración de solutos en el plasma. El largo de las asas de Henle depende de la localización del glomérulo correspondiente dentro de la corteza renal. Los nefrones de la corteza renal externa (nefrones corticales), tienen un asa de Henle más corta mientras que los nefrones localizados cerca de la unión cortico-medular (nefrones

yuxtaglomerulares), tienen asas de Henle más largas (Alanis, 1988, Sisson y Grosman 1982).

Túbulo contorneado distal: Drenan dentro de los conductos colectores, los cuales aumentan progresivamente de tamaño conforme se acercan a la pelvis renal (Alanis, 1988, Sisson y Grosman 1982).

Túbulo colector: Cada nefrona comienza con una expansión ciega invaginada por un ovillo de capilares conocido como glomérulo. El glomérulo junto con su cubierta epitelial constituyen un corpúsculo renal, una estructura que es lo suficientemente grande para poder ser observada sin ayuda, especialmente si los capilares están congestionados los corpúsculos están esparcidos a través de toda la corteza y le dan su apariencia finalmente granular. La parte restante de la nefrona forma un túbulo diferenciado en varios segmentos sucesivos (Dyce, 2003, Fossum 1995).

Los nefrones se clasifican según la ubicación de sus glomérulos en la corteza, en corticales (yuxtacorticales) y medulares (yuxtamedulares). Los glomérulos de los nefrones yuxtacorticales se localizan muy cercanos a la superficie capsular del riñón, sus asas de Henle son relativamente largas y se extienden dentro de la médula interna, con frecuencia hasta la punta de la papila. Los glomérulos de los nefrones medulares se localizan justo por encima de la unión corticomedular, y presentan unas asas de Henle cortas que dan vuelta al nivel de la unión de la médula externa e interna (Del Ángel, 1998, Sisson y Grosman 1982, Alanis, 1988).



Del Angel 1998.

Figura 1: Estructura interna del riñón.

2.2 Anatomía del uréter:

El uréter es un tubo muscular por cuyo interior circula la orina desde la pelvis renal hasta la vejiga. Cada uno se extiende de manera caudal hasta su desembocadura vesical, en la zona conocida como trígono. La forma de entrar oblicuamente por la pared de la vejiga explica que funcione como una válvula, para evitar que el equilibrio refluya hacia el riñón (Frandsen, 1995). Los uréteres salen del riñón a través del hilio en la unión de los uréteres con la vejiga, el curso de los uréteres a través de la pared de la vejiga normalmente previene el flujo retrogrado de orina (Alanís, 1988). El uréter

derecho es algo mayor que el izquierdo dada su posición que es más craneal al riñón derecho (Sisson y Grosman 1982, Alanis 1988, Fossum 2004).

2.3 Anatomía de la vejiga:

La vejiga urinaria es un órgano musculoso hueco, su pared contiene músculo liso y es de tamaño y posición variables en relación con su contenido de orina (Swenson y Recee, 1999), que al estar vacía y en contracción, es un órgano en forma de pera, con paredes gruesas, asentado en el fondo de la pelvis. Al llenarse paulatinamente de orina, el grosor de la pared disminuye, y dicha vejiga se desplaza en sentido craneal ocupando parte de la cavidad abdominal ventral (Frandsen 1995; Sisson y Grosman 1982; Norma Patricia Hernández P., 2007).

El cuerpo de la vejiga está compuesto de músculo liso denominado músculo detrusor. El conducto de salida lo conforman el trigono y la uretra proximal. Cuando la vejiga se encuentra vacía cae sobre o justo delante de la pelvis, cuando esta llena, la vejiga asume una posición más craneal y ventral dentro de la cavidad abdominal (Alanís, 1988; Norma Patricia Hernández P., 2007; Fossum, 2004).

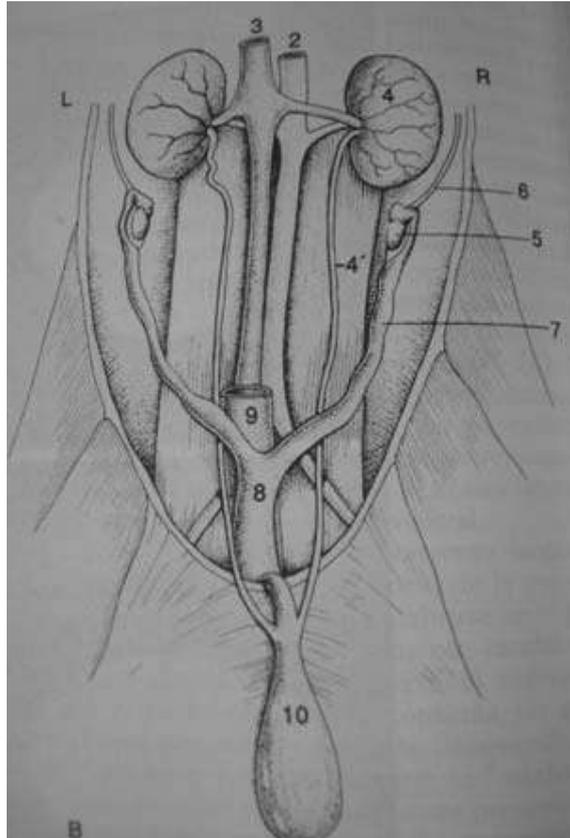
En la vejiga urinaria se distingue un vértice, un cuerpo y un cuello (Evans E. H. y col. 1997). La extremidad redondeada craneal se denomina *vértice*; en su centro se encuentra una masa de tejido cicatrizal, un vestigio del uraco, que en el feto establece la conexión entre la vejiga y el alantoides. La porción media o *cuerpo* es redondeada y algo aplanada dorsoventralmente, excepto cuando está distendida. Presenta dos caras, dorsal y ventral, la primera se encuentra pronunciadamente más convexa, sobre todo en su parte posterior delante de la entrada de los uréteres. En la extremidad estrecha posterior, el *cuello*, se une con la uretra y el músculo se dispone en forma circular, con lo que forma un esfínter que regula el paso de la orina de la vejiga a uretra (Frandsen, 1995; Sisson y Grosman 1982; Norma Patricia Hernández P., 2007)

La vejiga esta compuesta de un epitelio de células transicionales, y cuenta con una red verdadera de músculo conocido como músculo detrusor, estas fibras musculares tienen una orientación circular oblicua en la unión útero-vesical, formando el esfínter uretral interno. Este esfínter esta formado por músculo liso, que se continua en la primera posición de la uretra, el esfínter uretral externo esta compuesto de músculo estriado, en los perros machos se encuentra adyacente y caudal a la uretra prostática y en la hembra circunda la uretra distal (Alanís,1988, Fossum 2004, Sisson y Grosman 1982).

El desplazamiento de la vejiga está limitado por tres pliegues peritoneales denominados ligamento medio y lateral. En los cuales el ligamento medio, es un pliegue triangular medio, formado por la reflexión del peritoneo desde la cara ventral de la vejiga sobre la pared ventral de la pelvis y del abdomen que contiene en su porción posterior fibras elásticas y musculares. Los ligamentos laterales se extienden desde las superficies laterales de la vejiga hasta las paredes laterales de la pelvis, y proporcionan un recubrimiento de grasa para el uréter y arteria umbilical; la parte posterior de la vejiga tiene una posición fija definida, y su parte anterior es movable (Evans y De la Hunta, 2002; Sisson y Grosman, 1982).

2.4 Anatomía de la uretra:

La uretra pélvica se extiende desde la vejiga al arco isquiático. En el macho desembocan en esta porción los conductos deferentes, así como los propios de las glándulas sexuales accesorias. La uretra esta rodeada de músculo uretral estriado, continuación del músculo bulbocavernoso que parcialmente rodea la uretra peneana. Entre el epitelio de revestimiento y el músculo circundante, un plexo venoso forma tejido cavernoso; alrededor de la uretra peneana ese tejido cavernoso, muy desarrollado, toma el nombre de *habeas spongiosum penis* (Frandsen, 1995; Norma Patricia Hernández P., 2007; Sisson y Grossman 1982).



Dyce K. M., y col. 2007

Figura 2. Vejiga, uréteres y riñones.

2.5 Fisiología del riñón:

El riñón es un órgano con gran diversidad de funciones las cuales tienen como responsabilidad mantener la homeostasis corporal. El funcionamiento renal como el de otros órganos está íntimamente relacionado con el corazón, los pulmones, el hígado, la médula ósea, la sangre y los huesos, con el funcionamiento de glándulas endocrinas como las adrenales y las paratiroides. La hipófisis por medio de la hormona antidiurética ejerce una influencia definitiva en la producción de orina

(García, 2003). Los riñones tienen tres funciones básicas, excretora, reguladora y biosintética.

2.5.1 Función excretora.

Implica la eliminación de toxinas y productos nitrogenados de desecho generados del metabolismo, a través de la filtración glomerular y de la secreción tubular en el proceso de la formación de orina (Del Ángel, 1998, Alanis 1988, Frandson 1995).

2.5.2 Función reguladora.

Se refiere a la regulación de líquidos corporales, electrolitos y minerales por medio de una combinación de filtración glomerular, secreción y reabsorción tubular. El mantenimiento hídrico, de electrolitos y la regulación ácido-base es la base de la función homeostática (Del Ángel, 1998). Esta función reguladora de los riñones mantiene el ambiente estable que todas las células necesitan para llevar a cabo sus diversas actividades (Guyton, 2001, Alanis 1988, Frandson 1995).

2.5.3 Función biosintética.

Se refiere a la formación de una gran variedad de hormonas y de otros productos químicos, ambos con efectos locales y sistémicos. En una insuficiencia renal crónica los ejemplos más importantes de insuficiencia biosintética incluyen la formación inadecuada de eritropoyetina y de 1,25- dihidroxicolecalciferol (Del Ángel, 1998, Frandson 1995, Dyce y col., 2007).

Los riñones depuran o aclaran las sustancias de desecho del filtrado glomerular (y por tanto de la sangre) excretándolas a la orina, mientras devuelven a la sangre las sustancias que son necesarias (Guyton, 2001, Alanis 1988, Fossum 1995).

Los riñones controlan el equilibrio hidroelectrolítico; en conjunto con los pulmones son reguladores del equilibrio ácido básico; también llevan acabo la excreción y el metabolismo de algunos productos. La producción de hormonas por el riñón juega una función vital en el conjunto de la presión sanguínea sistémica (producción de renina), prostaglandinas (PGE2 y PGI2), en la producción de glóbulos rojos (producción de eritropoyetina) y la activación de 1,25 dihidroxicolecalciferol a vitamina D (García, 2003, Alanis 1988).

Los riñones tienen como finalidad primaria el mantenimiento del medio interior, esto lo realizan mediante el filtrado de plasma, extrayendo inicialmente un enorme volumen de líquido el cual es sometido a un proceso en el que las sustancias útiles se reabsorben selectivamente, las sustancias de desecho se concentran para ser eliminadas y el volumen de líquido se ajusta para conservar una cantidad suficiente de agua que mantenga la composición de plasma dentro de un rango apropiado (Dyce, 2003). No solo debe el riñón filtrar esta sangre con el fin de excretar los desechos metabólicos, si no que también debe retener aquellos materiales filtrados que son necesarios para el cuerpo (Cunningham, 2002, Frandson, 1995).

Los riñones constituyen el principal medio de que dispone el organismo para eliminar los productos de desecho del metabolismo que ya no son necesarios. Entre estos productos se encuentran: la urea (del metabolismo de los aminoácidos), la creatinina (de la creatina muscular), el ácido úrico (de los ácidos nucleicos), los productos finales de la degradación de la hemoglobina (como la bilirrubina) y los metabolitos de algunas hormonas. Estas sustancias de desecho deben eliminarse del cuerpo con la misma rapidez que se producen (Guyton, 2001, Alanis 1982, Frandson 1995).

Los riñones eliminan también la mayoría de las toxinas y otras sustancias extrañas que se han producido por el cuerpo o han sido ingeridas, como los plaguicidas, los fármacos y los aditivos de los alimentos (Guyton, 2001).

Los dos riñones reciben el 25 % del gasto cardíaco y son capaces de filtrar en un perro de 30 Kg. hasta 110 litros y absorber hasta el 99 % de la carga filtrada (Alanis,). 1988; García, 2003, Frandson 1995, Sisson y Grosman 1982

2.6 Micción.

La micción, emisión de la orina del cuerpo es un proceso fisiológico de almacenamiento pasivo y evacuación activa y periódica de la orina (Dennis, J. Chew, 1988; Couto, 2000, Marcela A. 2007). Este proceso se lleva a cabo por medio de la actividad de la musculatura lisa gobernada por el sistema nervioso, que coordina actividades autónomas, somáticas aferentes y eferentes de la vejiga, uretra proximal y esfínter externo; sin embargo dicha micción es un acto consiente que esta sujeto a un alto grado de control voluntario.

La vejiga y uretra constituyen una sola unidad funcional en donde el cuerpo y el fondo de la vejiga forman un reservorio donde la orina se acumula gradualmente a medida que es producida y a su vez también constituyen el tracto de salida por el cual la orina puede ser emitida en ocasiones apropiadas; por lo que se puede decir que la micción es un ciclo que consiste en la alternancia de las fases de almacenamiento y emisión, durante las cuales la vejiga y la uretra siempre funcionan en total coordinación (Del Ángel, 1998.).

2.7 Formación de la orina.

El sistema urinario juega un papel importante en el mantenimiento de la homeostasis eliminando desechos del organismo de manera soluble así como la retención de ácidos o bases según las necesidades orgánicas, ya que los riñones están íntimamente involucrados con el control y mantenimiento del balance corporal, como el control de agua, electrolitos, metabolitos ácido-básicos así como de algunas hormonas que se encuentran en el organismo (Alanis, 1988, García 2003, Marcela A. 2007, Couto 2000, Frandson 1995).

La producción normal de orina en el perro es usualmente de 20-50 ml/kg/día. Con frecuencia es difícil establecer el volumen de agua consumida diariamente por el animal, esto varía basado en la naturaleza de la dieta, consumo diario de sal, temperatura, humedad del medio ambiente, y características de las heces (Alanis, 1988, Marcela A. 2007).

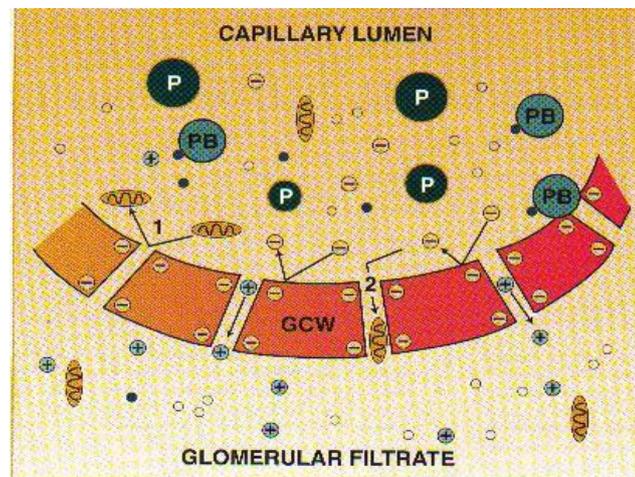
La formación de la orina por los nefrones resulta de tres procesos básicos interrelacionados: filtración glomerular, reabsorción tubular y secreción tubular. Por lo que se podría decir que el riñón procesa primariamente algunas sustancias por filtración glomerular, reabsorción glomerular y la reabsorción tubular (glucosa, alantoína, sodio y aminoácidos); algunas por filtración, absorción y secreción (potasio); y algunas por secreción tubular (iones hidrógeno y amoniaco) (García, 2003, Marcela C. 2007, Alanis 1988, Frandson 1995).

La fase inicial de la formación de la orina consiste en la producción de grandes cantidades de un ultrafiltrado del plasma o células y libre de proteínas desde los capilares glomerulares a la cápsula de Bowman, en donde el filtrado de plasma no requiere de energía de los riñones ya que es un proceso pasivo; la filtración glomerular, requiere de energía que se deriva de la presión sanguínea generada por la contracción del ventrículo izquierdo y la elasticidad de las paredes vasculares. La velocidad con la cual los riñones forman el filtrado glomerular del plasma es denominado tasa de filtración glomerular (TFG) o velocidad de filtración glomerular (Guyton, 2001, Alanis, 1988, García 2003).

La mayoría de las sustancias del plasma, excepto las proteínas, se filtran libremente, de tal modo que sus concentraciones en el filtrado glomerular de la cápsula de Bowman son casi las mismas que en el plasma, si como la mayoría de los capilares, los glomerulares son relativamente impermeables a las proteínas, lo que hace que el líquido filtrado carezca prácticamente de proteínas así como de elementos celulares (Guyton, 2001, Frandson 1995).

Una de las principales funciones del glomérulo es la de servir de filtro restringiendo el paso de macromoléculas, ya que la mayoría de las sustancias del filtrado glomerular tienen un peso menor de 68000 dalton. El filtro glomerular los factores que influyen en la cantidad y la calidad del filtrado glomerular incluye presión hidrostática, (sanguínea), volumen de sangre en los capilares glomerulares, presión coloidosmótica (oncótica), de la sangre en capilares glomerulares, numero de vasos renales y capilares glomerulares patentes, permeabilidad de capilares glomerulares, presión intersticial renal y presión hidrostática intratubular renal (Alanis, 1988, Frandson 1995).

La cantidad de proteína en el filtrado glomerular que se encuentra contenido en el espacio de Bowman, es normalmente muy pequeño, y el efecto osmótico resultante no es suficientemente significativo para mejorar la filtración del glomérulo (Alanis, 1988).



(García, 2003)

Figura 3: Filtración glomerular.

- **2** carga viscosa asociada con la filtración causada por el paso de moléculas de proteína a través del poro glomerular.
- **PB** aumento de tamaño asociado con la unión de moléculas de proteína grandes y pequeñas.
- **P (-)** cargas negativas dadas por las sialoproteínas que cubren las células endoteliales moléculas de gran tamaño.

2.8 Urolitiasis:

La urolitiasis es un padecimiento común en las enfermedades de las vías urinarias bajas en pequeñas especies (Del Ángel, 1998, Del Ángel C. J., Piñeres, 2001); dicha patología ocurre en alto porcentaje en los pacientes caninos que llegan a consulta, teniendo también un elevado índice de recurrencia, es considerada una enfermedad quirúrgica, pero actualmente se considera como un grupo de enfermedades metabólicas complejas (Glen Barbosa M, y col., 1995).

Los pacientes que presentan dicha patología comúnmente presentan signos de disuria, hematuria, polaquiuria, orina turbia o incapacidad para orinar. En los casos más graves hay choque, signos de uremia (depresión, anorexia y vómito) o la muerte del paciente; así como la palpación de uno o más urolitos chocando uno contra el otro dentro de la vejiga durante la palpación o la exploración rectal, los cuales obstruyen la uretra media (Del Ángel, 1998).

Frandsen (1995) menciona que los cálculos urinarios cuya presencia define la enfermedad urolitiasis llamada también piedras del riñón son concentraciones depositadas en algún punto del trayecto de las vías urinarias.

Del Ángel y col. (2007) refiere que el término urolito se deriva del griego uro: orina y lithos: piedra; un urolito es una piedra formada por un grupo organizado de cristales, de uno o varios tipos de minerales que pueden estar mezclados con matriz orgánica (detritus celulares, mucoproteína)

Los urolitos pueden nombrarse dependiendo de su localización riñón, uréteres, vejiga (nefrolitos, renolitos, ureterolitos, urocistolitos) Nelson y Couto (2000), menciona que la mayoría de los urolitos caninos se encuentran en la vejiga y solo un 5-10% se localizan en los riñones; Frandsen 1995 menciona que es más común encontrarlos en la vejiga, así como Nelson y Couto 2000, menciona que la mayoría de los urolitos caninos se encuentran en la vejiga y solo un 5-10% se localizan en los riñones.

Según Alanis (1988), la formación de cálculos ocurre un alto porcentaje en pequeñas especies, las infecciones de las vías urinarias son una causa importante predisponente a la formación de los cálculos (Del Angel y col. 2007), dicha infección esta asociada en un 60% a 70% en la presentación de la urolitiasis en todos los tipos de cálculos (Barbosa M. G. y Col., 1995).

Sin embargo la incidencia y composición de los urolitos también puede estar influida por varios factores que incluyen: la especie, raza, sexo, edad, dieta, existencia de anomalías anatómicas, la infección de vías urinarias, medicación y el pH de la orina, los cuales son factores predisponentes en la formación de algunos tipos de cálculos (Hoppe, 1994, Barbosa M. G. y Col. 1995, Del Ángel C. J., Piñeres, 2001).

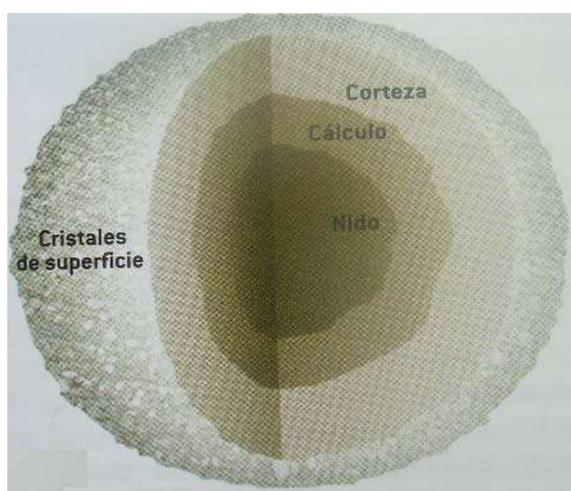
Del Ángel Caraza J. y Pérez García C.C (2008) menciona que en un estudio realizado en México de cálculos removidos quirúrgicamente, el 56% fueron de machos y el 44% de hembras en donde el 70% se encontraba en una edad entre 3 y 8 años, el 13% entre los 9 y 10 años, el 8% mayores de 10 años y únicamente el 3% en el primer año de vida.

Según Adams L. G., Syme H. M. 2000, la orina contiene inhibidores de la formación de cristales que permiten que haya concentraciones más altas de solutos en solución, estas soluciones se describen como metaestables. Un factor importante en la formación o desarrollo de los urolitos es la retención de cristales o agregados de cristales en el aparato urinario. Por lo tanto, la salida de cristales desde el aparato urinario debe retrasarse para que se desarrollen los urolitos. Del Ángel y col. 2007 menciona que la orina es una solución compleja que contienen una gran cantidad de sustancias derivadas del metabolismo orgánico.

Estas sustancias pueden interactuar, entre si, generando compuestos cada vez mas complejos que pueden llegar a originar agregados sólidos (cristales), cuando existen las condiciones fisicoquímicos adecuadas. Normalmente la orina se encuentra en un rango de sobresaturación metaestable que permite la precipitación de cristales de diferente y minerales dependiendo de la dieta, estos cristales no se disuelven y

pueden agregarse, lo que da lugar a agregados de partículas mas grandes que finalmente originan un urolito.

Alanís (1988) y Adams L. G., Syme H. M. (2007), concuerdan en que la formación de cálculos está asociada con 2 fases: iniciación y crecimiento; el centro del cálculo corresponde a la formación inicial del cálculo (núcleo cristalino) y las capas más externas representan el crecimiento continuo.



Moore, 2007.

<http://www.classe.es/salud/img/calculos.jpg>

Figura 4: Capas de un urolito con sus nombres.

Figura 5: Capas de un urolito.

Barbosa M. G. Y col. (1995) y Osborne y col., (1996) indican que los minerales que se presentan con mas frecuencia son los de fosfato amónico magnésico (estruvita), urato ácido amoniaco, ácido úrico, fosfato de calcio (apatitas), cistina, oxalatos de calcio (Monohidratado y Dihidratado), silicatos y los mixtos así como también presentan diferentes formas tales como facetados, piramidales, laminados, moras, tabas, cuernos de ciervo o ramificados). Las formas características de los cristales están influidas principalmente por su estructura interna y el ambiente donde se forman.

En los cálculos vesicales es frecuente encontrar cálculos de gran tamaño únicos o múltiples de forma poliédrica o esférica, generalmente cuando existen varios cálculos, sus caras suelen ser planas contactando entre si en forma simétrica y debido al gran desarrollo que alcanzan, estos ocupan toda la luz vesical y por el traumatismo contante a la mucosa, provocan inflamación y predisponen una contaminación bacteriana (Osborne y col., 1996, Nelson y Couto, 2000).

Los cálculos urinarios no se pueden formar a menos que exista una cantidad suficiente de las sustancias apropiadas en la orina, la concentración de cada una de estas sustancias deberá superar el punto de disolución, es decir, el producto de solubilidad (http://tienda.vetpunta.com/newsdesk_info.php/newsdesk_id/225 Fuente: Royal Canin).

2.9 Fases de formación de los urolitos o cálculos.

Iniciación: El inicio de un urolito es la formación de un nido cristalino (embrión de cristal). Esta fase denominada nucleación, depende de la supersaturación de la orina con cristaloides litogénicos, el grado de supersaturación puede estar influido por la magnitud de la excreción renal del cristaloides, pH urinario e inhibidores de la cristalización en la orina (Adams L. G., Syme H. M. 2007

Crecimiento: El crecimiento de los cristales ocurre en capas y la velocidad del crecimiento depende de la concentración de los constituyentes, disponibilidad de un nido ya sea que las partículas aumentan en tamaño por un crecimiento relativamente lento, simple, ó por una rápida agregación de cristales (Adams L. G., Syme H. M. 2007).

Nelson y Couto (2000) y refieren que existen varias teorías acerca de la formación de los urolitos las cuales son las siguientes:

Precipitación/cristalización: La supersaturación de la orina con sales se considera el factor primario por el inicio de formación del nido y mantenimiento del urolito. A mayor concentración de sales y menor frecuencia de micción, mayor probabilidad de formación de urolitos (Nelson y Couto, 2000). Dicha teoría incrimina a la excesiva supersaturación de cristaloides formadores de cálculos en orina como el evento primario en la litogénesis.

La nucleación (inicio en la formación del urolito) se considera un proceso físico-químico de precipitación de cristaloides a partir de una solución supersaturada, la litogénesis se considera independiente de la matriz preformada o inhibidores de la cristalización (Alanís, 1988; Osborne y col., 1996; Lulich y col., 1997; Del Ángel, 1998).

La supersaturación de la orina con cristaloides litogénicos se vincularse con tres factores:

- A)** Aumento de la excreción renal de cristales como resultado de hiperfiltración glomerular, hipersecreción tubular o menor reabsorción tubular, por ejemplo: hipercalciuria, hiperuricosuria, hiperoxaluria, cistinuria, xantínuria (Osborne y col., 1996).

- B)** Balance hídrico corporal negativo relacionado con un aumento de la reabsorción tubular de agua y posterior concentración de orina por ejemplo: Excesiva pérdida de agua mediante rutas no urinarias, falta de consumo de agua, hábitat en clima cálido y seco.

C) PH urinario que favorece la cristalización, por ejemplo, formación de orina alcalina por bacterias ureasa–positiva, formación de alcaluria como resultado de acidosis tubular renal, u orina menos ácida, como resultado de la dieta, patrón de alimentación o drogas alcalinizantes (Osborne y col., 1996).

Esta teoría brinda una explicación adecuada a la formación de urolitos de cistina, urato y fosfato de magnesio-amonio, a su vez también es aplicable a los pacientes con urolitos de oxalato en los que se puede detectar hipercalciuria, hiperoxaluria, hiperuricisuria o una combinación (Lulich y col., 1997).

Nucleación de matriz: Una sustancia de matriz orgánica en la orina promueve la formación del núcleo (Nelson y Couto, 2000) e incrimina a la matriz orgánica preformada como el determinante primario de la litogénesis; se basa en el supuesto de que la matriz orgánica preformada genera un núcleo que posteriormente posibilita el crecimiento del cálculo mediante la precipitación de los cristaloides, dicha teoría es de algún modo análoga a la osteogénesis en su requerimiento de matriz orgánica (Osborne y col., 1996).

Esta sustancia de matriz puede ser albumina, globulina, una proteína deficiente en hidroxiprolina e inmunológicamente única (sustancia de matriz) o una mucoproteína de Tamm-Horsfall o (Nelson y Couto, 2000). Los autores de esta teoría señalan que los urolitos pueden adquirir una gran composición de matriz orgánica mediante adsorción física durante el crecimiento (Lulich y col., 1997).

Inhibidor de la cristalinización: La ausencia de un inhibidor decisivo de la formación del cristal se considera el factor primario que fomenta la formación del nido inicial (Nelson y Couto, 2000). La teoría se basa en el hecho de que diversos cristaloides,

incluido el calcio, son mantenidos en solución a concentraciones mucho más altas que lo posible en el agua (la orina es una solución supersaturada metastable) (Alanís, 1988; Osborne y col., 1996; Lulich y col., 1997; Del Ángel, 1998).

Un ejemplo de inhibidores son los citratos, glicosaminoglicanos y pirofosfatos; las concentraciones reducidas de estos facilitan la formación de los urolitos (Couto, 2000). Las concentraciones reducidas de estas sustancias en la orina, pueden facilitar la cristalización espontánea y el crecimiento del urolito (Del Ángel, 1998).



(Abigail S., Carolein R., **Checar año**).

Figura 6: Sobresaturación relativa de la orina.

Por lo anterior se puede decir que las causas conocidas de formación de urolitos

pueden dividirse en las que favorecen la nucleación, las que facilitan el crecimiento de los cristales, la agregación o ambos y las que retienen los urolitos en el aparato urinario, por lo que pueden crecer más. Cada uno de estos mecanismos depende del tipo de urolitos que se está formando; la formación de urolitos que contienen calcio es más compleja, aunque el aumento de la excreción urinaria de calcio u oxalato tienen una función en la patogenia de la urolitiasis, los factores que forman complejos de calcio u oxalato en solución, reduciendo sus concentraciones eficaces y que inhiben el crecimiento o la agregación de cristales, tienen mucha más importancia para prevenir la formación, algunos urolitos están formados por un componente cristalino y cantidades variables de matriz aunque en ocasiones algunos únicamente formados por matriz (Adams L. G., Syme H. M. 2007).

En general la urolitiasis generalmente es diagnosticada con la ayuda de estudios tales como lo son el urianálisis, urocultivo, radiografías y ultrasonografía esto es para diferenciarlos de algunas otras patologías, en donde se puede observar que las bacterias comúnmente encontradas son *Stafilococcus*, *Echerichia Colli* y *Proteus* (Glen Barbosa M. Y col., 1995, Del Angel C. Y Col., 2008, Del Ángel y col 2010).

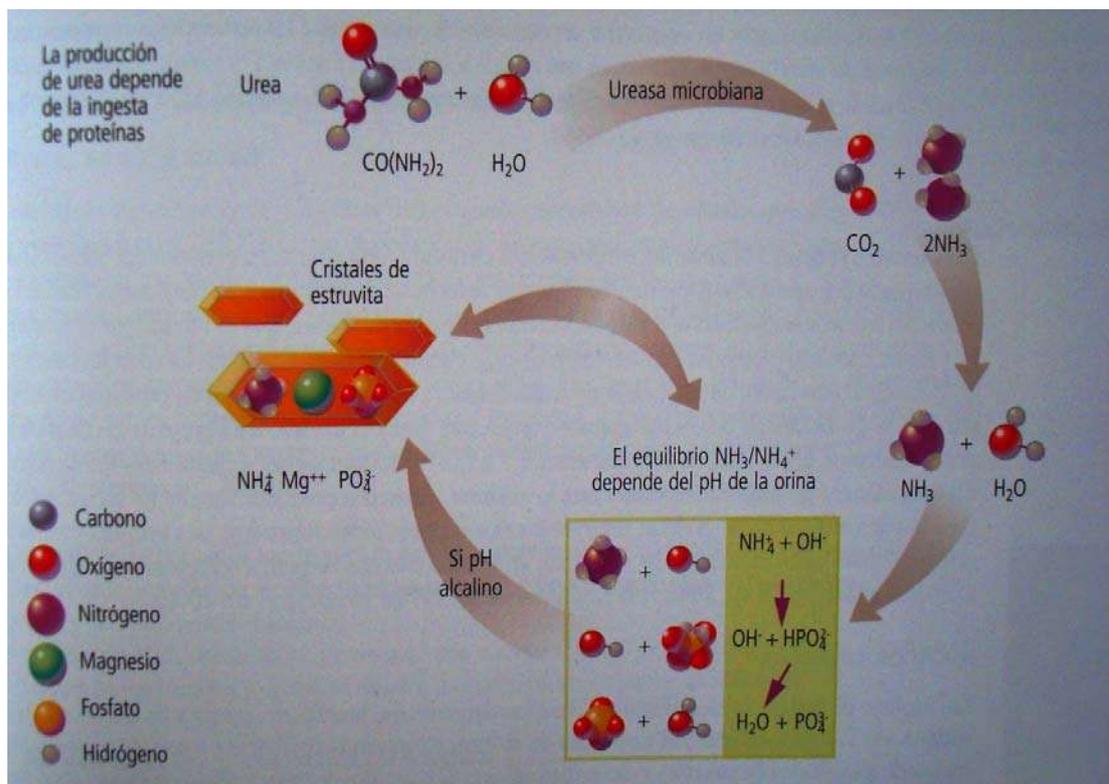
Los procedimientos radiográficos, ecográficos y de laboratorio deben ser elegidos en base a un diagnóstico presuntivo formulado a partir de la evaluación de antecedentes y del examen físico e historia clínica, con el propósito de confirmar o descartar las posibilidades diagnósticas (Hoppe, 1994; Cowan, 1996, Glen Barbosa M. Y col., 1995).

2.10 Tipos de cálculos urinarios:

En general estudios realizados han demostrado que las razas mas propensas en cuando a la presentación de casos clínicos de urolitiasis, son las razas pequeñas, muchas veces influenciado por la dieta y el bajo consumo de agua Doreen M. Houstony col., 2009, Del Ángel y col.,2008).

Estruvita: Los cálculos de estruvita son los más comunes en perros, las infecciones de las vías urinarias en los perros son una causa importante que predisponen a la formación de estos cálculos, esto se da más comúnmente en hembras porque suelen padecer infecciones urinarias recurrentes, así como orinas alcalinas predisponen a la aparición de cálculos de estruvita (Del Ángel y col. 2007).

Para la formación de estos, la orina debe estar supersaturada con fosfato de magnesio y amonio, esto puede estar asociado con varios factores, en los que se incluyen la infección de vías urinarias causadas por microbios ureasa-positiva, orina alcalina, predisposición genética y dieta (Osborn y col. 1996, Doreen M. Houston y col., 2009, Ling y col., 2001) generalmente están asociados a una infección del tracto urinario (Gun-Moore, 2003, Rebecca Seaman y col., 2001).

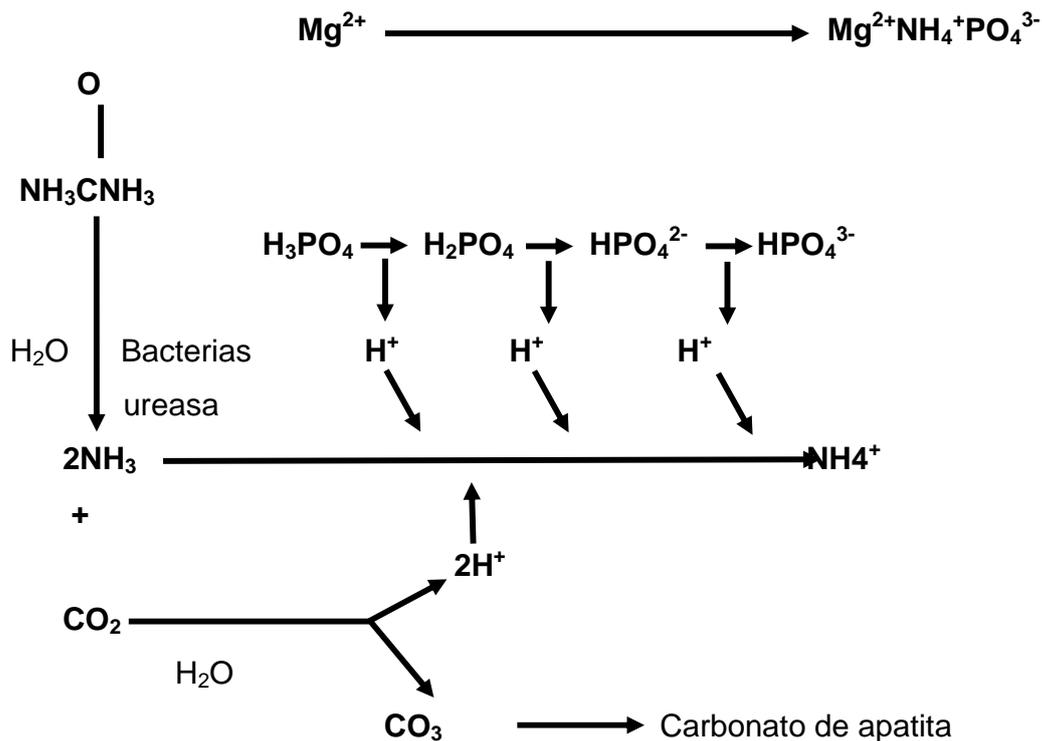


(Abigail S., Carolein R.)

Figura 7. Papel de las infecciones urinarias en las urolitiasis por estruvita.

⌘ *La infección bacteriana por microorganismos ureasa positivos provoca la lisis de la urea para generar amoníaco y dióxido de carbono. Este último puede disociarse con el agua y alcalinizar la orina. El pH alcalino promueve la unión de los iones fosfato y amonio con el magnesio para formar una molécula de fosfato amónico magnésico (estruvita).*

A su vez dichos cálculos pueden contener un pequeño porcentaje de hidroxapatita (fosfato de calcio) o carbonato de apatita (carbonato de calcio) (Nelson y Couto 2000, Del Ángel, 1998).



(Seaman R.; Joseph W. Bartges, DVM, PhD, 2001)

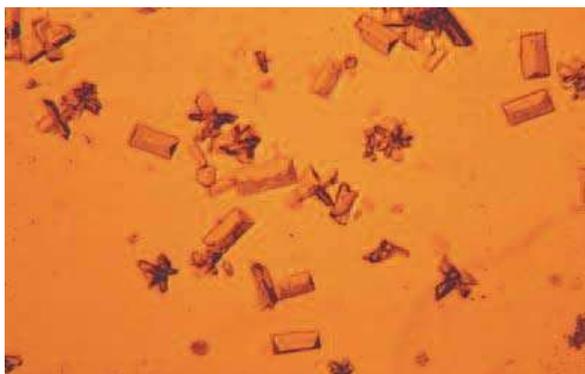
Diagrama 1: Formación de cristales de estruvita por infección urinaria con bacterias de ureasa.

La cantidad de iones de fosfato (PO_4^{3-}) y amonio (NH_4^+) disponible para formar cálculos de estruvita está directamente relacionada con el pH urinario; la acidificación aumenta la solubilidad de los cristales de estruvita y no se forman los cálculos de estruvita. Una disminución de una unidad de pH multiplica por 10 la cantidad de iones de amonio pero divide por 170 la concentración de iones de fosfato por lo que el riesgo de formar cálculos de estruvita se divide por 7 (http://tienda.vetpunta.com/newsdesk_info.php/newsdesk_id/225 Fuente: Royal Canin).

La dieta es un factor involucrado en la creación de los cálculos de estruvita ya que la dieta puede contener una elevada cantidad de minerales y puede modificar el pH de la orina favoreciendo la presentación de estos; también esta asociado a disfunciones metabólicas, predisposición genética y presencia de bacterias ureasas (+) (Del Angel C. Y Col., 2008; Adagio L., D'Amico G., Seaman R. y col., 2001).

Así mismo, los pH urinarios constantemente altos en ausencia de infección urinaria debido a fármacos, dieta o tubulopatías puede facilitar la formación del urolito (Del Ángel, 1998, Seaman R., 2001).

Los cristales que constituyen a dichos cálculos son prismas incoloros de 3 a 6 lados, con forma de hoja de helecho, y presentan de mediana a elevada radiopacidad, de forma lisa, redondos o facetados (Seaman R., 2001).



Rebecca Seaman, DVM; Joseph W. Bartges, DVM, PhD

Figura 8. Cristales de estruvita en sedimento de orina de un cocker Spaniel de 5 años, con infección.

Dentro de las razas de perros mas afectadas por los cálculos de estruvita se pueden encontrar el Dálmata, Bulldog Inglés (por alteración familiar en el metabolismo de las purinas y de su excreción) Schnauzer miniatura, Corgi Galés, Dachshund, Poodle, Pug, Maltés, Pekinés, Beagle y Terrier Escocés; también se pueden encontrar en cualquier raza pero las más afectadas son las mencionadas anteriormente. La elevada prevalencia de urolitos de estruvita en el Schnauzer miniatura sugiere que existe una predisposición genética, es más frecuente en machos. La presencia de ureasa bacteriana produce alcaluria y una menor solubilidad de la estruvita. Por su estrecha relación con la infección del tracto urinario bajo, son más frecuentes en las hembras y en cachorros menores de un año de edad (Nelson y Couto, 2000, Houston, 2007; Del Ángel, 1998, Doreen M. Houstony col., 2009, Rebecca Seaman y col., 2001).

Los urolitos de estruvita suelen ser múltiples y pueden presentar cualquier forma en presencia de otros urolitos; cuando son únicos presentan una forma esférica y la textura y color son muy variables, se ha reportado que la recurrencia después del tratamiento de los cálculos de estruvita es de aproximadamente 20-21% con la mayoría de las recurrencias dentro de un año después del tratamiento (Del Ángel, 1998).



(Clínica veterinaria de la
Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo)

Figura 9. Cálculo vesical de estruvita
de una chihuahueña.



Abigail S., Carolein R., **CHECAR AÑO**)

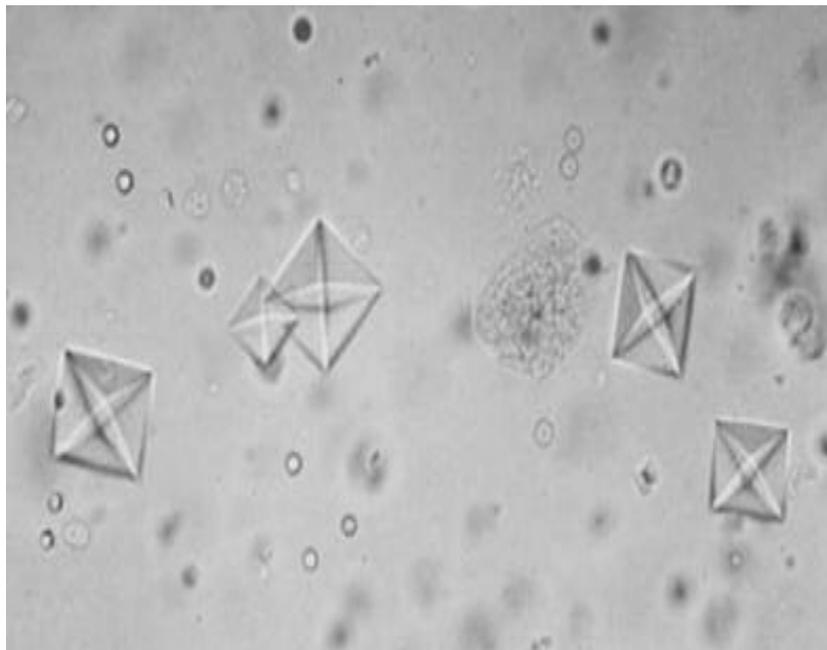
Figura 10. Cálculos de estruvita.

Oxalato de calcio: El oxalato de calcio es una de las sustancias más comunes (junto con estruvita) en la presentación de urolitiasis en perros y gatos (Kelli Gisselman, y col. 2009). La mayoría de estos cálculos se presentan en perros machos de 8 a 9 años, aunque también fueron reconocidos en algunas otras razas, dentro de las más afectadas son: Dálmata, Lhasa Apso, Schnauzer, Caniche, Shih tzu, Yorkshire terrier, Schnauzer miniatura y el sitio de mayor incidencia es la vejiga (Marcela A. 2007, Ling y col., 2001, Del Ángel y col 2010).

Un análisis realizados dieron un porcentaje de presentación de urolitos de oxalato de calcio en perros y gatos de 7% en 1986 y 38% en 2000, la dieta estuvo relacionada con dicho incremento, las razas con un mayor índice de presentación de la urolitiasis por oxalato de calcio son Schnauzer (estándar y miniatura), Laisha Apso, Yorkshire Terrier, Bichón frise, Chihuahua, poodle minitoy (Gisselman K., y col. 2009, Linda A., 2005).

Algunos estudios han revelado que las dietas de disolución de los cristales de estruvita mal administradas en las que no se lleva a cabo un monitoreo correcto, han provocado el incremento de la presentación de la urolitiasis por oxalato de calcio, al contrario de la estruvita, la predisposición mas elevada se da por parte de los perros y gatos machos, machos de edad avanzada (8 años promedio) sin embargo esto no quiere decir que las hembras no presentes este tipo de urolitiasis; otro factor que predispone la presentación de la urolitiasis por oxalato de calcio en los perros es el historial de haber presentado hypercalcemia, hiperadenocortisismo u obesidad (Gisselman K., y col. 2009, Linda A., 2005).

Existen dos tipos de cristales de oxalato de calcio, unos de oxalato de calcio monohidratado y otros de oxalato de calcio dihidratado.



(Linda A., 2005)

Figura 11. Cristales de oxalato de calcio Dihidratado.



(Linda A., 2005)

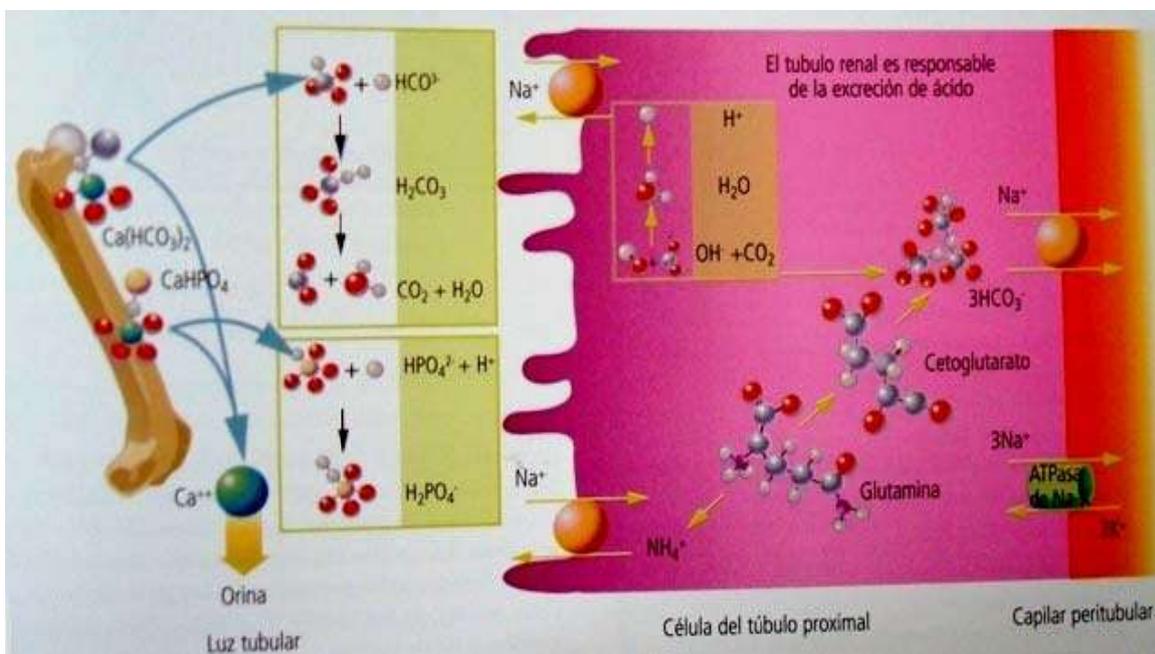
Figura 12. Cristales de oxalato de calcio Monohidratado.

El aumento en la aparición de los cálculos de oxalato de calcio puede ser debido al gran uso de las dietas calculolíticas diseñadas para la disolución de urolitos de estruvita, así como por la modificación de dietas de mantenimiento y de prevención destinadas a minimizar la cristaluria de estruvita en los últimos años (Del Ángel, 1998), esto provoca hipercalsuria, y las condiciones asociadas a esta son la hipercalcemia, dieta excesiva en calcio, proteínas sodio vitamina D o vitamina C, dietas acidificadas (Gisselman K., y col. 2009).

La obesidad y la edad son factores de riesgo en la formación de urolitos de oxalato de calcio en perros y gatos, así como la raza, edad e inclusive el estado nutricional del perro que va correlacionado con la dieta (Gisselman K., y col., 2009).

La orina acida (pH <7) predispone la presentación de urolitiasis de oxalato de calcio incluyendo el incremento de la excreción de calcio en la orina, algunas veces se pueden observar en el urianálisis los cristales de oxalato de calcio sin embargo esto

no rebela completamente la composición del calculo, el calculo de este mineral es el mineral mas radiopaco. Después de la remoción del calculo (por la técnica que se halla utilizado) un monitoreo constante para evitar la pronta reincidencia ya que va de 50% a 60%, se recomienda hacer los análisis pertinentes tales como urianálisis, radiografías, ultrasonografía esto a las 2 a 4 semanas, después de la remoción y posteriormente a los 3 meses continuando con 6 meces (Gisselman K., y col. 2009, Linda A., 2005).



(Abigail S., Carolein R.)

Figura 13. Efecto de la acidosis metabólica sobre la excreción de calcio en la orina.

∅ En presencia de una acidosis metabólica el hueso es estimulado a liberar fosfatos de calcio y tampones carbonato al torrente sanguíneo. El exceso de calcio se excreta en la orina, lo que aumenta el riesgo de formación de oxalato de calcio y por consiguiente urolitiasis de dicho mineral.



(Abigail S., Carolein R.)

Figura 14. Cálculos de oxalato de calcio.

Silicato o Sílice: Los urolitos de silicato con frecuencia, pero no siempre, tienen forma de taba (matatena, estrella) y no siempre todas las tabas son silicatos (los urolitos de urato de amonio y estruvita, también pueden tener esta forma); se desconocen los factores responsables por la patogenia de los urolitos de silicato, pero su formación puede tener relación con la ingesta de silicatos, ácido salicílico o silicato de magnesio en la dieta (Nelson y Couto, 2000; Del Ángel, 1998).



Tomado de www.veterinaria.org

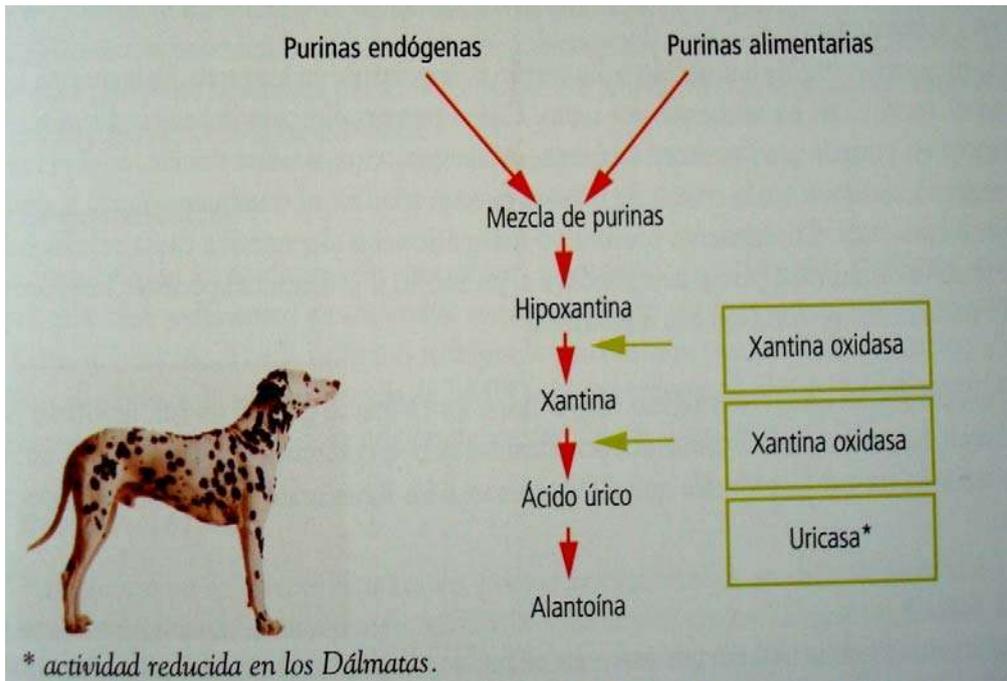
Figura 15. Cristales de sílice.

Urato: La mayoría de estas urolitiasis por urato puro se presentan en la raza Dálmata y Bulldog Inglés debido a sus características únicas. Se diferencia de las otras razas en que la mayoría de los productos finales del catabolismo de las purinas endógenas y exógenas son sales de ácido úrico (urato de sodio y calcio, urato de amonio, ácido úrico y xantina) relativamente insolubles; algunas otras razas que han presentado este tipo de urolitiasis son Yorkshire terrier, Schnauzer miniatura, Shih tzu y Jack rusell terier (Cajero Pérez M A., Houstony col., Ling CV y col., 2001, McCue J., 2009).

En el caso de los dálmatas existe una teoría acerca de que esta raza tiene un defecto en el transporte transmembranal de ácido úrico en hepatocitos y células tubulares renales. Diveros estudios mencionan que dicho defecto de transporte juega un papel significativo en la hiperuricisuria en esta raza, estos perros tienen una elevada concentración de ácido úrico y la filtración de ácido úrico es pobremente reabsorbida en los túbulos renales; sin embargo es normal que algunos dálmatas exhiban una hiperuricisuria sin presentar urolitiasis de urato, en las hembras dálmatas es mayor la predisposición aparte de la que ya se menciona de la raza, también por la diferencia anatómica entre macho y hembra ya que la uretra de la hembra es mas corta (McCue J., 2009).

En las razas que no son dálmatas o Bulldog inglés, el ácido úrico es metabolizado en el hígado y las pequeñas cantidades de ácido úrico que son filtradas en el glomérulo, son reabsorbidas por los túbulos proximales y excretados en la orina; una insuficiencia hepática así como anomalías portovasculares pueden predisponer a perros y gatos a la presentación de urolitiasis de urato (McCue J., 2009).

El ácido úrico es uno de los productos de la biodegradación del metabolismo de los nucleótidos purina; el urato de amonio es la sal de amonio monobásica del ácido úrico, es el urolito de purina natural más común en el perro. Otros urolitos de purina natural incluyen urato de sodio, urato de calcio-sodio, urato de potasio, ácido úrico dihidratado y xantina (Cajero Pérez M. A. 2007, Jhon McCue, 2009).

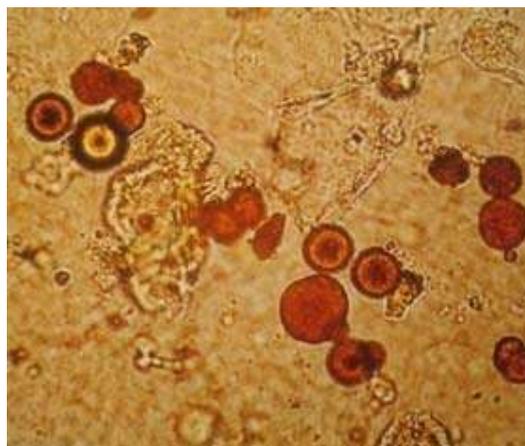


(Abigail

S., Carolein R.)

Figura 16. Ciclo normal de degradación de las purinas.

La hiperuricisuria es un factor implicado en el desarrollo de la urolitiasis de urato, otros factores incluyen incremento en la excreción renal o producción de ureasa microbial de iones de amonio, aciduria y la presencia de promotores o inhibidores de la formación de urolitos (McCue J., 2009).



(Abigail S., Carolein R.)

Figura 17. Cristales de urato de amonio.

Normalmente los urolitos de urato son muy pequeños y pueden removerse por medio de una técnica no quirúrgica, sin embargo algunas veces es necesario recurrir a la cirugía, los estudios de imagen más certeros son la radiografía de doble contraste y la ultrasonografía debido a la radio opacidad de estos cálculos (McCue J., 2009).



(Abigail S., Carolein R.)

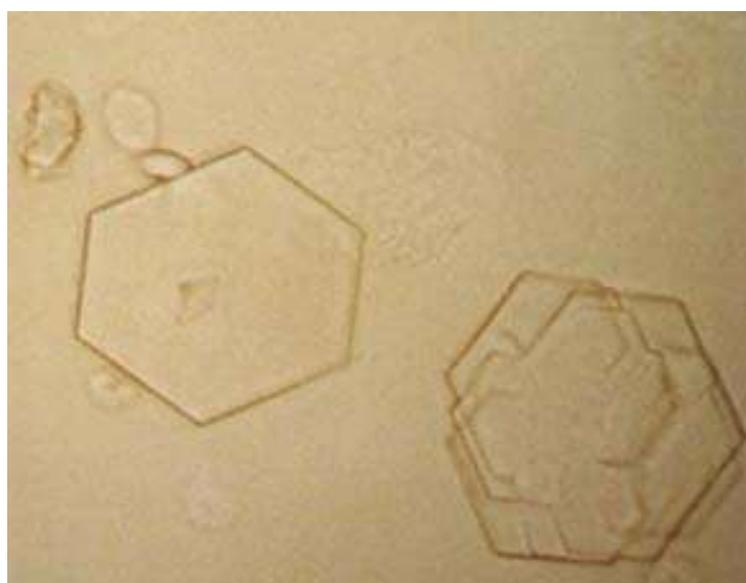
Figura 18. Cálculos de urato.

Compuestos: Casi todos los urolitos se componen de un mineral predominante (>70%), con cantidades menores con cantidades menores de otros. Cuando el urolito no está constituido por un solo mineral al menos en 70%, y tiene dos o más elementos íntimamente mezclados entre sí, se le conoce como urolito mixto. Algunas veces se separan en bandas o capas distintas que pueden detectarse mediante radiografía o disecando el urolito. Si su núcleo o centro es cuando menos 70% de un solo mineral y está rodeado por otro diferente, se lo denomina urolito compuesto (Cajero Pérez M. A.2007).

Cistina: Estos urolitos se forman en perros con un defecto hereditario en la reabsorción renal tubular de aminoácidos conocido como cistinuria. Los perros normales reabsorben cerca del 97% del aminoácido cistina mientras que los

afectados excretan una porción mucho más grande de la carga filtrada de cistina y pueden mostrar una secreción neta (Alanis 1988, Cajero Pérez M. A.2007).

La cistina es tan insoluble que se precipita en la orina formando cálculos (Cajero Pérez M. A. 2007). Aunque las concentraciones plasmáticas de cistina son normales en estos pacientes, la concentración de metionina en el plasma, es un precursor de la cistina, y puede estar incrementada (Cajero Pérez M. A. 2007, Nelson y Couto, 2000).



(Abigail S., Carolein R.)

Figura 19. Cristales de cistina.

2.11 Signos clínicos.

Se pueden presentar uno o más de los siguientes signos: disuria, polaquiuria, hematuria o pasaje de cálculos durante la micción (Cowan, 1997; Del Ángel, 1998) así como orina turbia y o con mal olor cuando existe infección. En casos más graves existe choque, signos de uremia (depresión, anorexia, vómito), dolor, incontinencia, estranguria, y signos de azotemia posrenal (Langston C., 2008), inclusive la muerte

del paciente; así como al momento de la palpación, o exploración rectal se pueden encontrar uno o más urolitos impactándose uno con el otro en el interior de la vejiga, los cuales obstruyen la uretra media (Del Ángel, 1998).

Cuando los cálculos son de tamaño apropiado se pueden alojar en la uretra (más común en perros machos) y causar obstrucción uretral. El perro puede ser presentado con disuria e incontinencia urinaria, con enfermedad sistémica simultánea o sin ella, debido a que los cálculos se pueden acompañar de infección, la orina puede mostrarse turbia o con un mal olor; sin embargo en algunos casos los animales que presentan cálculos, no muestran signos clínicos detectables (Cowan, 1996).

2.12 Tratamiento.

Las medidas terapéuticas disponibles van desde la disolución médica/dietética, extracción por hidropropulsión o gravedad específica hasta la extirpación quirúrgica erradicación y control de Infección Urinaria con antibióticos apropiados (Osborne y col., 1996) ya que la formación de muchos urolitos (especialmente de estruvita) caninos destaca lo fundamental de la terapia en su erradicación o control (Osborn y Col., 1996), medidas para promover la formulación de una orina ácida. Administración de inhibidores de ureasa (ácido acetohidroxámico) en pacientes con persistencia de infección urinaria originada por microbios ureasa positiva (Lulich y col., 1997).

Abigail S. y Carolien R, mencionan que la litotricia se ha descrito recientemente como un medio para fragmentar los urolitos. Se ha documentado la fragmentación de los cálculos renales y uretrales mediante litotricia por onda de choque electrohidráulica o extra corporal en un pequeño número de perros. La litotricia por láser es eficaz para fragmentar urolitos vesicales. Sin embargo, todas estas técnicas tienen limitada disponibilidad.

Para evitar la pronta reincidencia o reincidencia de los cálculos (más específico con estruvita y oxalato de calcio), un protocolo de disolución de 4 semanas, empezando al momento de retirar las suturas ayudará (Alanis, 1998).

2.13 Diagnóstico.

La formulación de un diagnóstico adecuado de la urolitiasis se da basándose en los antecedentes y realizándose un buen examen físico además de apoyarse con los respectivos análisis de laboratorio, radiográficos (Langston C y col., 2008).

2.13.1 Urianálisis: Esta es una herramienta de diagnóstico extremadamente valorable porque, a pesar de ser de poco costo, puede proveer información diagnóstica y pronóstico adicional en muchas enfermedades urinarias y como un examen rutinario para checar el estado general de salud (Alanis, 1988, Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998). Además el valor diagnóstico de dicho análisis no se limita al aparato urinario, sirve además como indicador en enfermedades hepáticas, pancreáticas (diabetes mellitus) y en enfermedades hemolíticas autoinmunes o inmunomediadas (Del Ángel, 2003).

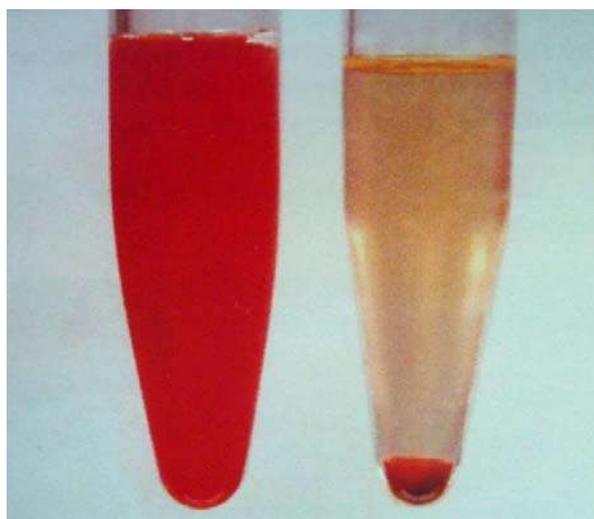
La evaluación de la orina aporta con frecuencia información sobre alteraciones específicas asociadas con la formación de urolitos, color rojo o rosa, cristaluria, el olor a amonio en la orina fresca indica una infección, densidad de 1.008-1.012 (290-300 mosmol/kg.) (Cajero Pérez M. A., 2007). Esta prueba incluye la evaluación microscópica y macroscópica de la orina, en donde se ven las propiedades físicas y químicas de dicha orina (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

2.13.2 Propiedades físicas.

Las propiedades físicas de la orina, fuera de la densidad son evaluadas subjetivamente (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998), estas incluyen:

Color: El color normal de la orina es amarillo claro, la coloración amarilla ámbar, se debe a la presencia de pigmentos urocromos (que resultan de la oxidación de los urocromógeno), la presencia de urocromos es relativamente constante durante un periodo de 24 horas, sin embargo puede aumenta durante la presencia de fiebre y hambre como un resultado de incremento en el catabolismo, el color de la orina puede indicar el grado de concentración urinaria, pero de debe verificar por medición específica de la densidad o osmolaridad; debe tomarse en cuenta que el color normal de la orina no garantiza que la orina sea normal ya que es una propiedad no especifica y la orina debe ser evaluada luego por análisis químico y del sedimento (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

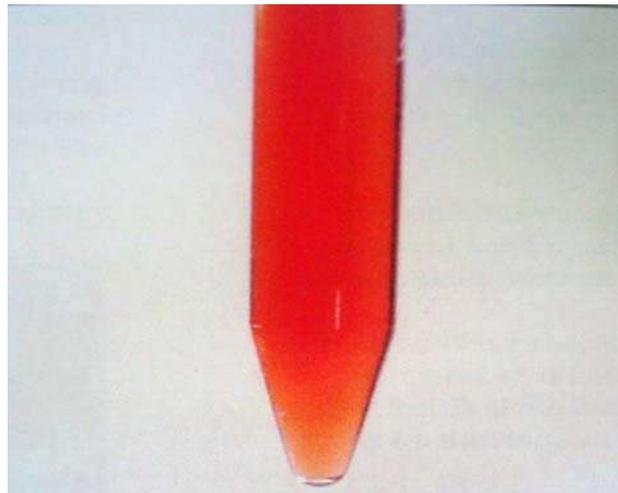
La ausencia de color, o la orina de color amarillo pálido, por lo general es diluida, mientras que un a orina oscura o ámbar puede contener pigmentos como se había mencionado anteriormente; el color anormal de la orina mas común es el rojo o marrón rojizo, en general se debe a la presencia de glóbulos rojos intactos (hematuria) (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).



(Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Figura 20. Muestras de orina con presencia de glóbulos Rojos.

- La muestra que se clarifica después de la centrifugación es debido a la presencia de glóbulos rojos.



(Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Figura 21. Muestra de orina con presencia de hemoglobina

- La muestra que no se clarifica después de la centrifugación es debido a la presencia de hemoglobina o mioglobulina.

La hemoglobinuria aumenta por la hemólisis intravascular o por la lisis de glóbulos rojos previamente intactos en la muestra de orina, lo que puede producir un color rojizo (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Menos frecuente la mioglobinuria es la causa de una orina marrón rojizo. Un orina muy oscura o negra puede ser el resultado de la conversión de hemoglobina a metahemoglobina en la orina ácida (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Olor: La orina normal tiene un olor leve, que se ve aumentado por ácidos grasos volátiles, dicho olor puede ser muy intenso en los distintos animales y géneros; el olor

anormal más común es el olor a amoníaco. Una infección en el tracto urinario producida por bacterias ureasa positivas, puede resultar en hidrólisis de la urea y la liberación de amoníaco (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Transparencia: Por lo general la orina de los perros y gatos es clara cuando es evaluada a través de un tubo e prueba limpio y con buena luz, sin embargo una orina turbia puede ser normal en ausencia de otras anormalidades macro y microscópicas y es, a menudo, el resultado de cristaluria, especialmente en muestras refrigeradas (el frío induce a la precipitación de cristales) (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Una excesiva cantidad de glóbulos rojos, glóbulos blancos, o células epiteliales también pueden causar turbidez y algunas causas adicionales de turbidez incluyen: bacterias, hongos, espermatozoides, fluido prostático, mucus, gotas de lípidos y contaminantes; el material floculento durante el reposo se asienta y la muestra se clarifica, y por lo general consiste en agregados de glóbulos blancos, u ocasionalmente acúmulos de células epiteliales, así como también pueden ser observados pequeños cálculos (arena o grava) (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).



(Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Figura 22. Muestra de orina turbia y clarificada al reposo.

Densidad específica: Es la relación entre el peso de la orina, comparado con el peso de un volumen igual de agua a la misma temperatura y es actualmente la única prueba de función renal en el urianálisis de rutina e indirectamente indica el volumen urinario. Hay una relación entre la densidad específica y la concentración total de solutos en la orina, pero la densidad depende del tamaño molecular y el peso, así como el número de moléculas disueltas; la concentración total de solutos en la orina es una importante herramienta para la evaluación clínica de la función renal y es la determinación más segura de la osmolaridad (aunque es usada con poca frecuencia en el urianálisis de rutina) (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

La densidad urinaria determinada por refractometrías es la más recomendada para estimar la concentración total de solutos en los pacientes; la refractometría provee una aproximación de la concentración total de solutos en orina. Los animales que producen grandes volúmenes de orina, se espera que tengan baja densidad, mientras que los que producen poco volumen de orina es de esperar que tengan densidad alta, sin embargo la excepción es en los animales con oliguria por falla renal aguda que

tienen densidad baja con poco volumen (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

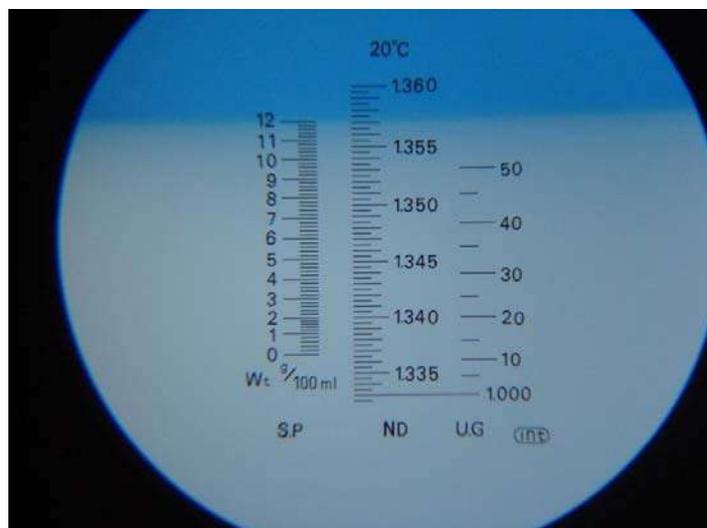
La medición de la densidad urinaria debe hacerse antes de iniciar un tratamiento de fluidoterapia y administración de diuréticos ya que afectan la densidad urinaria: los valores de densidad urinaria en perros son de 1.001 a 1.070 en perros y 1.001 a 1.080 en gatos dependiendo, se pueden considerar normales dependiendo las circunstancias individuales (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998, O. Dossin y col, 2002).

Para obtener mejores resultados, de ser posible debe colectarse muestras de orina durante 24 horas, ya que los resultados de la muestra pueden alterarse por la composición de la dietas, condiciones de ayuno previo a la recolección de la muestra (Del Ángel, 1998). Cuando la muestra se deja a temperatura ambiente, debe interpretarse dentro de una hora después de la colección, las muestras refrigeradas pueden mantenerse por 4-6 horas y las muestras para cultivo refrigeradas hasta 6 horas (Alanis 1988).



(García Mendoza Y., 2010)

Figura 23. Muestra de orina siendo colocada en el refractómetro.



(García Mendoza Y. 2010).

Figura 24. Imagen que muestra la medición en el refractómetro.

2.13.3 Propiedades químicas.

Según Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998, una cantidad de propiedades químicas son evaluadas en el urianálisis de rutina las cuales son parámetros indicadores de anomalías fisiológicas y enfermedad, tales parámetros son:

pH: Un pH aproximado obtenido por tiras reactivas es adecuado para los análisis de rutina, sin embargo, cuando es necesaria una medición más precisa de este, puede obtenerse mediante un medidor de pH. Los kits de tiras reactivas contienen rojo de metilo, azul de bromotimol y fenoftaléina que pueden detectar pH entre los rangos 5 a 9; el color de la tira aparece rápidamente y debe ser leído inmediatamente de que se coloca la tira en la orina; el rango de error es de 0.5 unidades de pH.

Dicho pH varia con la dieta, si es a base de carne y con alta cantidad de proteínas por lo general oscila en el rango de la acidez (debido a la excreción de productos ácidos finales consecuencia del metabolismo proteico), pero puede variar en perros normales de 5.5 a 7.5; mientras que los animales con dietas basadas en cereales y vegetales pueden tener orinas normalmente alcalinas (debido a la excreción de productos finales alcalinos consecuencia del metabolismo) (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

La orina posprandial es normalmente alcalina y esto se debe a la “marea alcalina” que sucede mientras se secreta ácido clorhídrico en el estómago luego de la ingesta. Los animales con una infección bacteriana, pueden tener una orina alcalina debido a bacterias ureasa-positivas que están presentes, *Proteus spp* y *Staphylococcus aerus* son las mas comunes asociadas a este tipo de orinas, sin embargo muchas de las orinas alcalinas no tienen orina alcalina (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998.) La solubilidad de los cristales en la orina afectan el pH urinario (Cathy Langston, 2008).

Proteínas: Estas pueden ser evaluadas cualitativamente y semicualitativamente mediante tiras reactivas, el indicador de azul tetrabromofenol, es más sensible a la albúmina que a las globulinas por lo que debe ser leída en el tiempo adecuado. El límite inferior de sensibilidad para la detección de proteinuria es aproximadamente 10 mg/dl a 20 mg/dl, el límite superior es de 1 g/dl. Los resultados falsos positivos se pueden dar en orinas muy alcalinas y los falsos negativos en orinas ácidas o muy diluídas. La proteinuria con hematuria, no puede ser fácilmente localizada ya que la hemorragia o inflamación puede ocurrir en cualquier punto del tracto urinario, lo que puede permitir la entrada de proteínas plasmáticas a la orina; una hematuria marcada a menudo está asociada con proteinuria moderada severa, mientras que la piuria con frecuencia se asocia con baja a moderada proteinuria (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

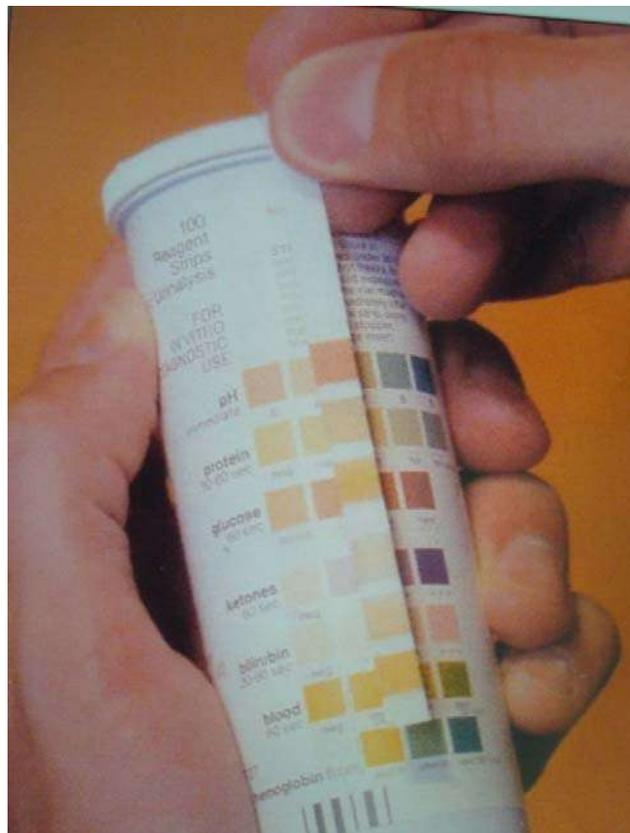
Sangre oculta: Las tiras reactivas pueden detectar la presencia de eritrocitos intactos, hemoglobina libre y mioglobina libre cuando se leen a tiempo. La prueba colorimétrica reacciona con los pigmentos hemo y es ligeramente menos sensitiva a los eritrocitos intactos que a la hemoglobina y mioglobina. Los falsos positivos pueden ocurrir en orinas contaminadas con hipoclorito de sodio o cuando la orina contiene gran cantidad de yodo o bromuros, mientras que los falsos positivos pueden ocurrir en orinas que no fueron debidamente homogenizadas antes de realizarse la prueba (los glóbulos rojos sedimentan rápidamente).

La hematuria puede suceder por lesiones en el tracto genitourinario que permiten la entrada de células rojas en la orina (trauma, inflamación, infección, cálculos, neoplasias, infarto, coagulopatías) (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Glucosa: Las tiras reactivas pueden medir la glucosa mediante un método específico y secuencial, en el cual intervienen la glucosa oxidasa, peroxidasa y un cromógeno, el color de la reacción corresponde a la cantidad de glucosa presente en la muestra de orina cuando se lee en el tiempo adecuado; los falsos positivos pueden ocurrir si los indicadores de color están directamente activados, cuando hay presencia de cantidades de ácido ascórbico.

Cetonas: Estas no están presentes en las orinas de perros y gatos normales, las tiras reactivas reaccionan con la cetona y el acetoacetato y los falsos positivos son raros, aunque una orina muy pigmentada puede ocasionalmente dar una reacción positiva falsa; los falsos negativos también son poco frecuentes (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Bilirrubina: En este caso las tiras reactivas que contienen sal diazonium son mucho mas sensibles a la bilirrubina conjugada que a la no conjugada; falsos negativos o lecturas artificialmente bajas suceden con orinas que contienen grandes cantidades de ácido ascórbico o nitritos (a veces presentes con infección bacteriana del tracto urinario inferior), los falsos positivos pueden ocurrir si altas dosis de clorpromazina han sido administradas. Una reacción de 2 o 3 cruces para la bilirrubina, es anormal en perros con una concentración moderada de orina (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).



(Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Figura 25. Forma en la que se mide una tira reactiva con la muestra de orina.

2.13.4 Examen del sedimento.

Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998 mencionan que el examen microscópico del sedimento urinario es un componente clínicamente importante del urianálisis de rutina, hallazgos de anormalidades físicas o químicas demanda una cuidadosa evaluación del sedimento urinario en el cual no existen tiras reactivas para su estudio. Para evitar que algunos elementos que se encuentran asentados en el fondo del recipiente recolector, todas las muestras de orina deberán ser homogenizadas bien antes de la centrifugación. Una apropiada evaluación del sedimento incluye:

Células rojas: Un pequeño número de células rojas pueden encontrarse en la orina de perros y gatos sanos y aunque los valores normales varía entre laboratorios, los siguientes valores son los recomendados:

- ✍ Muestra por micción: 0/campo a 8/campo.
- ✍ Muestra por cateterización: 0/campo a 5/campo.
- ✍ Cistocentesis: 0/campo a 3/campo.

La posibilidad y extensión del trauma durante la recolección de la muestra puede ser considerado cuando se evalúa la hematuria. Las células no teñidas aparecen como discos de color amarillo pálido sin núcleo, las células rojas pueden aparecer sin color cuando la hematuria es de larga duración; las células rojas se tiñen en forma variable con Sedi-Stain y pueden oscilar desde un rosa pálido a un rojo oscuro. Las células rojas sanguíneas en gran concentración en la orina pueden aparecer más pequeñas que lo normal y pueden aparecer crenadas (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Una orina muy diluida causara hinchamiento de las células rojas y algunas pueden romperse dejando membranas fantasma las cuales no son muy notorias con la luz del microscopio, una exanimación cuidadosa muestra una variación de tamaño de las partículas como contraposición al tamaño más uniforme de las células rojas ya que la hemoglobinuria puede aparecer como glóbulos naranjas y puede ser confundida con células rojas; a su vez las gotitas de lípidos son ocasionalmente confundidas con células rojas la diferencia es que estas son altamente refractarias y están en un plano de foco justo por debajo del cubreobjetos (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Células blancas: Un pequeño número de estas pueden ser encontradas en orinas de perros y gatos saludables, los neutrófilos son predominantes en el sedimento urinario, los valores normales de células blancas en el sedimento son:

- ✍ Muestra por micción: 0 a 8/campo.
- ✍ Muestra por cateterización: 0 a 5/campo.
- ✍ Cistocentesis: 0 a 3/campo.

Los neutrófilos en la orina son de una a dos veces más grandes que las células rojas y los neutrófilos con su núcleo distintivo son fáciles de reconocer, pero la degeneración celular con la pérdida del detalle ocurre frecuentemente haciendo difícil su distinción. El núcleo manchado de los neutrófilos (usando Sedi-Stain) varía de rosa a azul o púrpura oscuro. En la orina diluida los neutrófilos pueden hincharse y mostrar movimiento Browniano de los gránulos citoplasmáticos; un número aumentado de células blancas se denomina piuria y usualmente indica inflamación del tracto urinario o contaminación desde el tracto genital (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Las muestras de orina con las mas severas piurias usualmente son obtenidas de animales con infección bacteriana del tracto urinario, pero la piuria estéril puede acompañar algunos desordenes del tracto urinario incluyendo **urolitiasis** y neoplasia. Acumulos de células blancas ocurren con infección bacteriana del tracto urinario aún cuando las bacterias no sean visibles (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Células epiteliales: La orina de perros y gatos normales contiene una pequeña cantidad de estas, dichas células que surgen de los tractos urinario y genital varían ampliamente en tamaño, generalmente las células epiteliales más pequeñas provienen del riñón sin embargo otras células pequeñas también se originan en el uréter, vejiga y uretra proximal, las mas grandes células no neoplasicas son de la uretra distal, vagina y prepucio. Un pequeño número de células escamosas son vivibles en muestras obtenidas por cateterizacion y micción debido a la contaminación vaginal o uretral; un gran número de células del epitelio de transición pueden entrar en la orina como consecuencia de infección, inflamación, absorción mecánica (**urolitiasis**, cateterización) neoplasia o irritación química (ciclofosfamida) y aparecen de forma aislada en la orina. Los preparados teñidos con Wright-Giemsa pueden ser útiles en la evaluación citológica (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Elementos formes (cilindros): Son moldes cilíndricos dentro de la luz tubular renal compuestos de combinaciones variadas de células y matriz de mucoproteína, un rango de espectro de elementos formes, desde aquellos que están cercanos a la matriz a aquellos que están cercanos a las células o gránulos pueden ser observados dependiendo el estado de enfermedad del animal. La mucoproteína de Tamm-Horsfall (TMH) sirve como matriz para la mayoría de los elementos formes en la orina humana y presumiblemente, esto también es verdad para los elementos formes observados en la orina de los animales.

Algunos materiales presentes dentro de la luz tubular al momento de la precipitación de la matriz, quedarán atrapados por la TMH; todo lo que favorezca la precipitación o secreción de la TMH promoverá la formación de elementos formes.

La TMH se precipita más fácilmente en la orina ácida y altamente concentrada y durante el momento de baja tasa de flujo (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Los tipos de cilindros que se encuentran son:

- ✎ Cilindros hialinos: precipitados de proteína pura de TMH y pequeñas cantidades de albúmina.

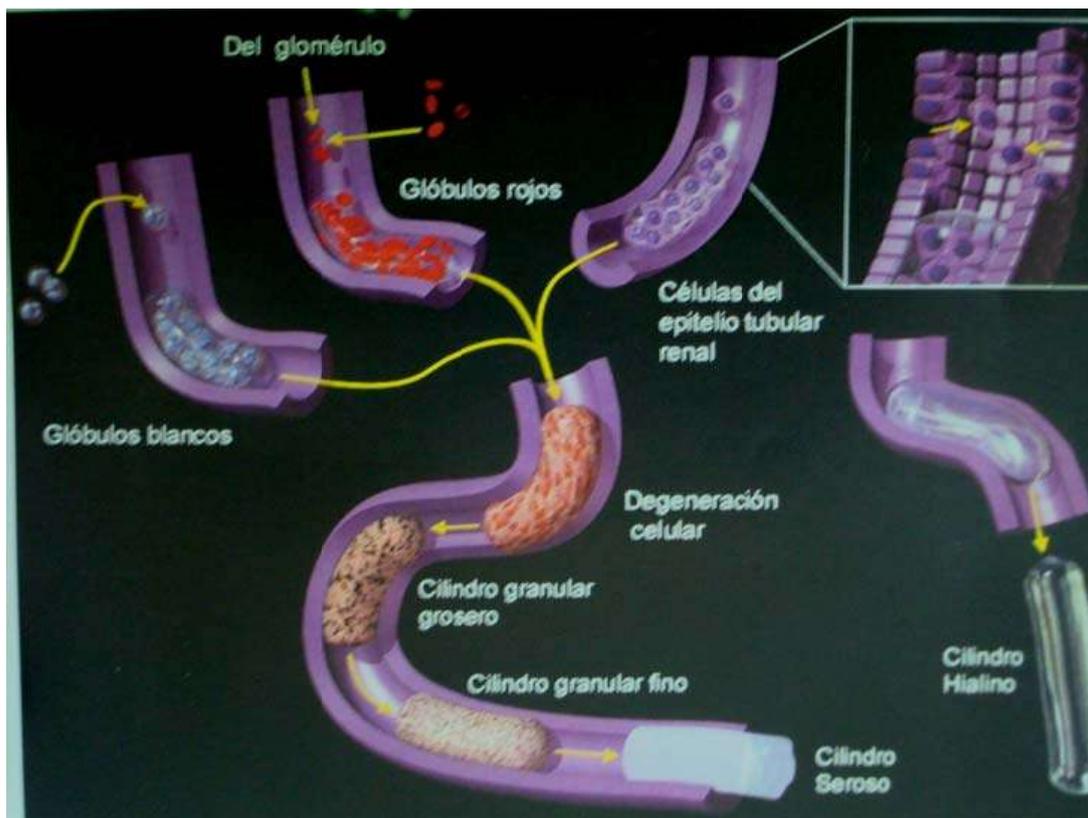
- ✎ Cilindros celulares: No siempre es posible detectar el origen de las células en estos cilindros pero los más comunes son los cilindros del epitelio tubular renal y los de células blancas son ocasionalmente encontrados.

- ✎ Cilindros de células epiteliales: Se forman cuando el epitelio tubular renal se descama (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

- ✎ Cilindros de células blancas: Son llamados también cilindros de pus, están compuestos principalmente de neutrófilos y son fácilmente identificados.

- ✎ Cilindros de células rojas: Raramente son observados en la orina de perros y gatos, se forman por la agregación de células rojas dentro de la luz tubular y su presencia indica sangrado intrarenal.

- ✎ Cilindros granulares: Se cree que representan partículas de materia proveniente de las células tubulares renales, necrosis y degeneración.
- ✎ Cilindros serosos: Se cree que representan el estadio final de la degeneración de los cilindros granulares, se observan fácilmente por su alto índice de refracción, homogenidad y apariencia translúcida (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).
- ✎ Cilindros anchos: Se forman en los conductos colectores o en los segmentos patológicamente dilatados del nefrón distal y a menudo son de naturaleza serosa debido a que están asociados a éstasis intrarenal.



(Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Figura 26. Cilindros o elementos formes.

Microorganismos: Normalmente la vejiga urinaria es estéril, la uretra distal y el tracto genital albergan bacterias y la micción o la cateterización para obtener muestras pueden contaminarse con dichas bacterias. Las bacterias entéricas a veces asumen formas filamentosas mientras crecen en la orina, por ello es muy importante no confundir estas bacterias con hifas fúngicas, muestras de células sin teñir o teñidas con Giemsa pueden usarse para confirmar la presencia de bacterias. La levaduras e hifas de hongos también son contaminantes usuales del sedimento, las infecciones fungales en perros o gatos son raras, y usualmente se ven en las obstrucciones urinarias o con el uso prolongado de antimicrobianos o inmunosupresores (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Cristales: La observación de cristales en el sedimento urinario depende de un número de factores tales como:

- ① Proporción de saturación de la orina con precursores de cristales.
- ② El pH urinario.
- ③ La concentración de solutos totales en la orina (densidad).
- ④ Presencia de promotores e inhibidores de cristales en orina.
- ⑤ Tiempo entre la recolección y la realización del análisis.
- ⑥ Refrigeración antes de hacer el análisis.

La cristaluria generalmente está presente en la orina que ha sido refrigerada, pero puede no ser observada en la misma muestra de orina si es analizada enseguida luego de la recolección. Estruvita, fosfato amorfo y oxalatos son ejemplo de cristales que pueden encontrarse en muestras de orina normal, el ácido úrico, oxalato de calcio y la cistina típicamente son encontrados en orinas ácidas, mientras que la estruvita, fosfato de calcio, carbonato de calcio, fosfato amorfo y biurato de amonio se encuentran en orinas alcalinas (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Los cristales característicos también pueden encontrarse en orinas de animales que están recibiendo tratamiento con drogas específicas, especialmente sulfonamidas; los cristales de bilirrubina pueden encontrarse en muestras concentradas de orina de perros normales. Los uratos normalmente se observan en orinas de perros Dálmata y pueden ser vistos en la orina de animales con enfermedad hepática o portosistémicos; los cristales de estruvita pueden observarse e la orina puentes de gatos con cistitis idiopática o intersticial sin significado patológico así como en perros y gatos con urolitiasis de estruvita así como cristales de oxalato de calcio.

Otros elementos: Se pueden encontrar espermias, regurgitaciones de espermias, sustancia amorfa, hilos de mucus (también pueden estar presentes en número incrementado en animales con inflamación de tracto urogenital), Gotitas refractarias de lípidos, pelos, talco de guantes de látex. (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Debido a que los resultados de dicha prueba pueden verse afectados por el método de recolección de la orina o el manejo de la muestra, existen pasos que deben seguirse para asegurar que la información sea confiable (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

El método de recolectar y almacenar la orina son importantes para el procesamiento e interpretación de los resultados de los análisis que se practiquen en la orina ya que dicha prueba pueden verse afectados por el método de recolección de la orina o el manejo de la muestra (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998, Del Ángel, 2003). Normalmente, la muestra de orina suele obtenerse en el momento de la consulta, ocasionalmente el propietario trae la muestra.

La orina debe colectarse y almacenarse en un recipiente, limpio de cristal o de plástico, estéril, si la muestra tardará en procesarse más de 30 minutos se deberá refrigerar y procesarse cuanto antes (Del Ángel, 2003).

2.14 Micción normal.

Las muestras recolectadas por micción normal, son aceptables, sin embargo hay una gran posibilidad de que al realizar el estudio estén presentes células, sustancias químicas, bacterias y detritus procedentes de las áreas anatómicas por las que pasa la orina (uretra, vagina, pene o prepucio) (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998) además de que el examen microscópico del sedimento urinario puede alterarse con estos contaminantes, la orina del primer chorro deberá eliminarse puesto que a menudo está contaminada (Del Ángel, 2003). El éxito en la recolección de una muestra por micción normal, esta en el ingenio y la rapidez de las manos (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

2.15 Compresión manual.

Este método no es muy recomendable ya que en la mayoría de los casos la presión que se ejerce en la vejiga suele ser demasiada y puede producir hematuria, especialmente en los machos perros y la muestra por lo general se contamina (Del Ángel, 2003) por que se ocasiona trauma en la vejiga además de introducir hematíes y proteínas en la muestra además de que en los machos es mas difícil obtener dicha muestra por este método (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

La compresión manual de la vejiga incrementa la presión intravesical, pero puede no inducir la relajación del esfínter uretral debido a que no hay contracción del músculo detrusor (Del Ángel, 2003).

2.16 Cateterización.

La cateterización es una técnica en donde se evita la contaminación de la muestra del tracto urogenital distal (las partes anatómicas anteriormente mencionadas), esta debe realizarse con cuidado ya que puede acarrear un grado de riesgo por el trauma urinario, o infección urinaria que puede provocarse si no se tiene cuidado (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

2.17 Cistocéntesis.

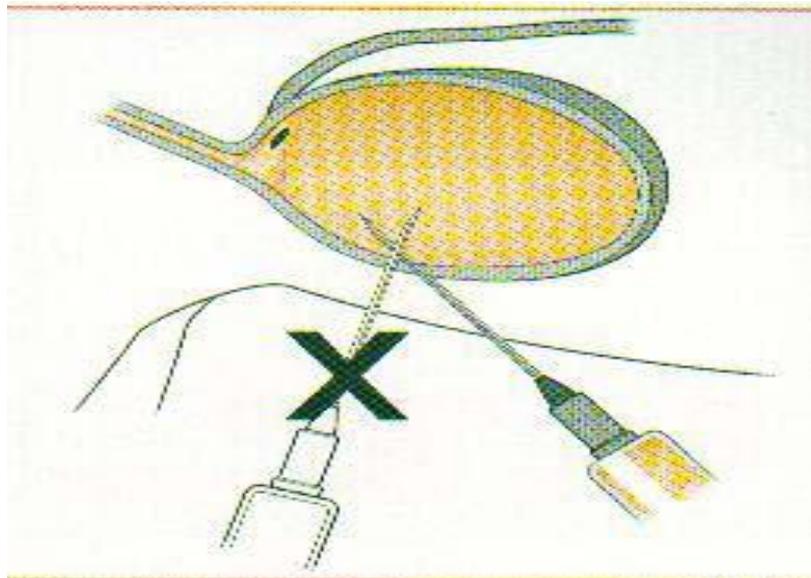
La Cistocéntesis es una punción transcutánea de la vejiga (Del Ángel, 2003), técnica utilizada para la obtención de una muestra de orina, en donde dicha muestra no se contamina por la porción distal del aparato urinario, piel o pelos, además de que resulta tener el menor número de elementos celulares (hematíes, glóbulos blancos), sin embargo se pueden encontrar algunos por el trauma ocasionado por la aguja de punción. Esta técnica es más fácil de realizar y menos traumática si se realiza con cuidado y se palpa la vejiga sin esfuerzo (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Para minimizar el trauma iatrogénico de la vejiga, estructuras adyacentes y la contaminación de la muestra con sangre, la cistocentésis no debe realizarse cuando no hay orina en la vejiga (Lulich y Osborne, 2005), la región de la vejiga por donde penetra la aguja no es crítica, se usa tanto el lado ventral como el lateral; no es necesario depilar o desinfectar el área a ser punzada. No se aplican desinfectantes

tópicos, ya que una pequeña cantidad de desinfectante puede contaminar la muestra de orina y disminuir la extensión del crecimiento bacteriano en cultivo (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

La elección de la posición del cuerpo para la cistocentesis depende del tamaño y dimensión del animal, siendo fácilmente palpable la vejiga; a los perros grandes se les puede tomar la muestra estando en cuadripedestación, mientras que a los mas pequeños en de cubito lateral y dorsal (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).

Generalmente se utilizan agujas 22G adosadas a jeringas de 6 a 12 ml para dicha técnica ; lo ideal es atravesar la piel, músculos abdominales, pared vesical y entrar a la luz del órgano en un ángulo oblicuo para reducir la posibilidad de escape de orina luego de retirar la aguja (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998), si es diestro sujete la jeringa con la mano derecha y tenga la cabeza del paciente a su lado derecho o viceversa si usted es zurdo, esto facilita el avance de la aguja en dirección caudal y mantiene la punta de la aguja dentro del lumen de la vejiga, el éxito depende de la palpación e inmovilización de la vejiga (Lulich y Osborne, 2005). Para realizar la cistocéntesis se inserta la aguja a través de la pared abdominal ventral, avanzando hacia el aspecto caudoventral de la vejiga, frente o lateralmente al prepucio, dependiendo del tamaño y posición de la vejiga; para prevenir que restos de orina pasen a la cavidad peritoneal hay que evitar manipular en exceso y con mucha fuerza la vejiga (Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998).



(Lulich, 2005).

Figura 27. Forma correcta e incorrecta de realizar la toma de muestra por cistocentesis.

2.18 Hemograma.

En el análisis hematológico se puede observar una hemoconcentración por aumento del hematocrito debido a una deshidratación así como una fórmula leucocitaria que refleja un estado de estrés del animal (Cotard, 2006); también revela una leucocitosis por neutrofilia (Bush, 1999).

2.19 Química sanguínea.

Cotard, 2006 menciona que cuando existe obstrucción uretral, puede observarse un perfil de insuficiencia renal aguda que se caracteriza por el aumento de urea y creatinina sanguíneas. Mientras que Bush, 1999 nos menciona que la azotemia postrenal es el origen de las anomalías en el tracto urinario inferior.

En el estado de obstrucción, la potatemia puede ser muy elevada y por lo mismo amenazar la vida del animal, sin embargo una vez que ha sido eliminado el obstáculo, la potatemia puede descender bruscamente y ser también en este caso responsable de la muerte del animal, por lo que es conveniente vigilar la potasemia de igual forma en animales con obstrucción como después de haber restablecido la diuresis (Cotard, 2006).

En cuanto a la reserva alcalina, esta también se modifica y su disminución es paralela al grado de acidosis metabólica que se observa en el curso de toda insuficiencia renal; algunos otros parámetros que definen el ionograma dependen del estado de hidratación del paciente, del estado de acidosis así como de las complicaciones renales (Cotard, 2006).

2.20 Estudio radiográfico, ultrasonográfico y tomografía computarizada.

El estudio de rayos X tiene diversos usos, en la medicina, la radiografía constituye un documento radiográfico interno del paciente donde pueden observarse las vísceras de un paciente y otras estructuras anatómicas en un momento determinado (Miller, 1982). Por lo general los cálculos son radioopacos, sin embargo hay situaciones donde el diagnóstico se dificulta como en los cálculos de tamaño pequeño y vejiga vacía, cálculos muy pequeños y vejiga casi llena los cálculos están dispersos por la orina por lo que ofrecen poco contraste (Lasosa, 1998).

Generalmente los cálculos de oxalato de calcio, estruvita son radiopacos, las piedras de urato, cystina, y fosfato de calcio son variablemente radiopacos; la incidencia de resultados falsos negativos es de 13% para cualquier tipo de urolito (Langston C., 2008).



(Clínica veterinaria de la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo)

Figura 28. Radiografía de un chihuahueño hembra con cálculo vesical.

Para planificar el tratamiento es necesario conocer la localización de todos los urolitos, ya que los renales y los uretrales ocurren con muy baja frecuencia; para ello se pueden utilizar estudios radiográficos simples en la mayoría de los casos, ya que los cálculos son suficientemente radiopacos. Si existe la sospecha de urolitiasis, pero en los estudios simples no se observan, debe someterse al paciente a estudios de contraste como urografías excretoras, cistografías de contraste positivo, de doble contraste en donde se administra de 1 a 3 ml de contraste por perro pequeño y de 3 a 5 ml por perro grande, uretrografías retrogradas o anterógradas, donde los urolitos se observan como áreas radiolúcidas rodeadas del medio de contraste que tiene una mayor densidad radiopaca (Del Ángel, 1998, Langston C., 2008).

La neumocistografía es la mas sugerida y la mas sensitiva para detectar cálculos así como un bajo porcentaje de falsos negativos que es de 6.5%, la radiografía de doble contraste tiene un porcentaje de falsos negativos de 4.5% y esta ultima es considerada la mas sensitiva; en el caso de la ultrasonografía abdominal, esta técnica es muy confiable y certera, en esta los cálculos resultan ser muy hipercoicos y (blanco luminosos) y dejan vivible una sombra (aéreas negras) entre los cálculos, los únicos cálculos que resultan difíciles de visualizar son los cálculos uretrales, el porcentaje de esta técnica de arrojar un falso negativo es la mas baja teniendo 3.5% casi similar a la radiografía de doble contraste (Langston C., 2008).

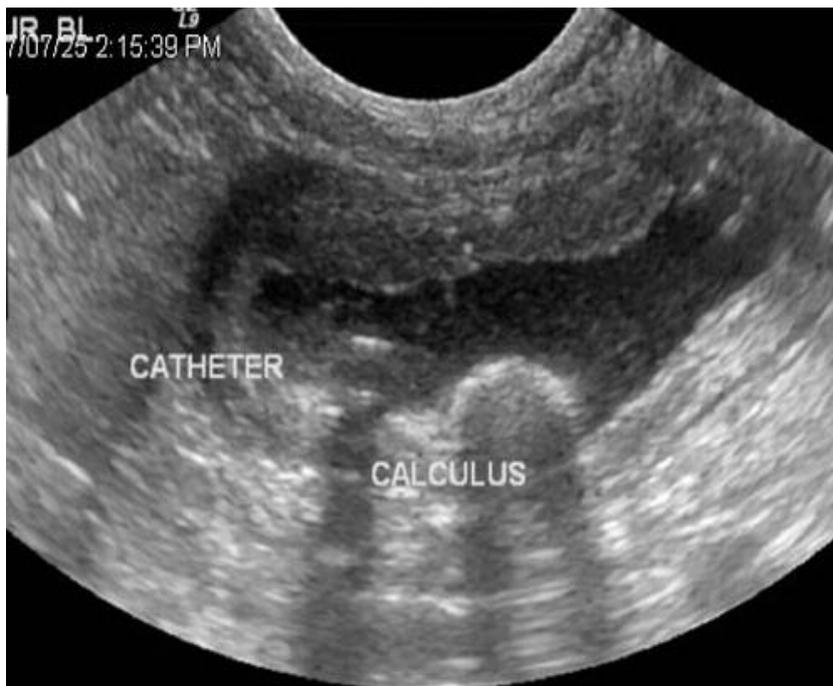
Aunque los urolitos se localizan con mayor frecuencia en la vejiga y la uretra, se recomienda una evaluación radiográfica del todo el tracto urinario para de que de esta forma se descarte o confirme la presencia de urolitos renales, si se han detectado urolitos vesicales o uretrales (Del Ángel, 1998).



http://2.bp.blogspot.com/_UQiEy1gttmM/SXSngzUw9VI/AAAAAAAAADIQ/eK4mm8QONNg/s400/nota2-1_clip_image011.jpg

Figura 29. Radiografía de vejiga con medio de contraste (aire).

La eficacia la ultrasonografía para detectar un calculo es de 70% y puede ser incrementada si se hace en combinación con la radiografía hasta un 90% (Langston C., 2008).



(Langston C., 2008).

Figura 30. Ultrasonografía abdominal donde se observa el cálculo (color blanco brillante) y la sombra distal que refleja este.

En el caso de la tomografía computarizada se han realizado estudios de cálculos extraídos de perros en donde se mostro una predicción del contenido mineral de dichos cálculos (Langston C., 2008).



(Langston C., 2008).

Figura 31. Tomografía computarizada donde se observan cálculos.

Los urolitos son radiodensos en comparación con los tejidos blandos y pueden ser simples o múltiples, variando su tamaño de un milímetro a varios centímetros de diámetro. Los compuestos de oxalato de calcio monohidratado suelen ser redondeados y de superficie lisa, mientras que los compuestos por la forma dihidratada o una mezcla de ambas son redondeados u ovoides pero de superficie irregular, con prominencias de bordes afilados con un ligero aspecto de matatena (Del Ángel, 1998).

2.21 Métodos de análisis de los cálculos o urolitos.

Para la realización de un análisis profundo de los cálculos se utilizan métodos químicos cualitativos y físicos cuantitativos los cuales nos ayudaran a identificar

exactamente el número y tipo de mineral o minerales de los que están compuestos las piedras extraídas por cuales sean los métodos utilizados y mencionados anteriormente.

2.22 Método Químico Cualitativo.

El análisis cualitativo se lleva a cabo utilizando pruebas de gotas químicas para identificar los radicales y los iones químicos. Este método de análisis no permite determinar los porcentajes aproximados de los diferentes minerales presentes. Además los componentes cristalinos, como el sílice o medicamentos no pueden ser identificados, por lo tanto, no se recomienda el análisis por métodos químicos cualitativos (Cajero Pérez M. A. 2007).

2.23 Método Físico Cuantitativo.

Este método permite la identificación de sustancias cristalinas así como la diferenciación de subgrupos de minerales (Barbosa G. y Col., 1995). Para la remisión de los cálculos es necesario que estos sean remitidos en contenedores irrompibles y perfectamente etiquetados (Cajero Pérez M. A. 2007) ya que cuando las muestras llegan trituradas, en estas no pueden identificarse las capas de mineral, tampoco se debe enviar los urolitos en formalina ya que esto puede alterar la composición cristalina del cálculo; la forma adecuada en la que se deben enviar los urolitos obtenidos de el paciente es únicamente en un recipiente como ya se menciona anteriormente sin utilización de químicos u otras cosas (Urlich y col., 2000). La identificación exacta del tipo o tipos de minerales presentes en un urolito es fundamental para aplicar el régimen terapéutico y preventivo apropiado (Moore, 2007).

Moore (2007) nos menciona que para la realización de este análisis, se comienza con una exploración visual cuidadosa, se cortan por la mitad y se examina en un microscopio de disección anotándose todas las capas observadas y se extraen con cuidado porciones de cada una para el análisis individual; existen diversas técnicas para el realizar el análisis cuantitativo de los cálculos tales como: la microscopia de luz polarizada o cristalografía óptica, la espectroscopia infrarroja, la microscopía electrónica de barrido con microanálisis de rayos X y difracción de rayos X.

2.24 Difracción de rayos x.

Su mayor ventaja es su casi absoluta identificación de materiales cristalinos y materiales cristalinos mixtos (Barbosa G. y Col., 1995); Al bombardear el mineral cristalino con los rayos X es registrada una huella digital de patrones de difracción, específica al tipo de mineral y se compara con otros patrones de referencias conocidos (Ulrich y col., 2000).

2.25 Microscopia electrónica de barrido con microanálisis de rayos X.

Para este análisis se necesita un microscopio electrónico de barrido que esta equipado con un sistema de microanálisis de rayos X que permite realizar el examen y análisis de muestras muy pequeñas, Para esto un cálculo se puede cortar por la mitad y colocarse en el microscopio; pueden analizarse diferentes regiones, aumentarse el tamaño de cada cristal e inmovilizar en un sitio un nido diminuto (Moore, 2007).

2.26 Espectroscopía de infrarrojos.

Este tipo de análisis permite que se de una identificación de una amplia variedad de materiales orgánicos, entre los que se encuentran una serie de componentes habituales de los cálculos urinarios; es de incalculable valor para distinguir entre los diferentes tipos de uratos y la xantina, así como también puede utilizarse para distinguir el oxalato de calcio monohidratado del oxalato de calcio dihidrato (Moore, 2007).

2.27 Microscopía de luz polarizada o cristalografía óptica.

Según More (2007), este método permite la identificación así como la cuantificación rápida y precisa del cálculo. La microscopía de luz polarizada o cristalografía óptica, se realiza con la ayuda de un microscopio polarizado para identificar minerales cristalinos, una vez identificado visualmente cada una de las regiones del cálculo, se extrae una porción de cada una, se trituran y se examinan en un microscopio de luz polarizada mientras se sumerge en un líquido de índice de refracción conocido (Ulrich y col., 2000).

3. JUSTIFICACIÓN.

La determinación de la composición mineral de los cálculos que se presentan en vías urinarias es de vital importancia ya que existen diversos factores de riesgo que originan esta alteración; esta determinación ayudará al clínico veterinario a instaurar una terapéutica hacia sus pacientes, con el fin de evitar una morbilidad y mortalidad elevada.

Hoy en día existen una serie de estudios cualitativos y cuantitativos de dichos cálculos, que nos ayudan a determinar la composición mineral de los urolitos, y con ello determinar las posibles causas de la presentación de estos de tal forma que se pueda dar el tratamiento adecuado dependiendo la presentación de dicho problema.

En el presente trabajo de investigación se pretende cuantificar las urolitiasis presentadas en los perros que son atendidos en clínicas de la ciudad de Morelia, en el periodo de Septiembre - 2008 a junio - 2010, por medio de estudios cualitativos y cuantitativos.

4. HIPOTESIS.

El principal urolito en perros muestreados en clínicas de la ciudad de Morelia, Michoacán en el periodo Septiembre 2008 a Junio – 2010 es el de estruvita y la prevalencia es mayor en hembras.

5. OBJETIVOS.

5.1 Objetivo general.

Obtener datos sobre la identificación de los principales tipos de urolitos que se presentan en perros atendidos en clínicas veterinarias de la ciudad de Morelia, Michoacán en el periodo Septiembre 2008 a Junio – 2010.

5.2 Objetivos específicos:

- ∅ .- Valorar la prevalencia de urolitiasis en hembras y en machos.

- ∅ .-Identificar la presentación de urolitiasis en los perros presentados en clínicas de la ciudad de Morelia, Michoacán en el periodo Septiembre 2008 a junio – 2010.

- ∅ .-Determinar el tipo de cálculos que presentan los pacientes atendidos en clínicas de la ciudad de Morelia, Michoacán en el periodo Septiembre 2008 a Junio – 2010.

6. MATERIAL Y MÉTODOS.

6.1 Variables del estudio:

Se analizarán los expedientes de los pacientes que presentaron urolitiasis atendidos en clínicas de la ciudad de Morelia, Michoacán en el periodo de Septiembre 2008 a Junio – 2010.

De los expedientes analizados se obtendrán las siguientes variables: Raza, Sexo, Edad, Alimentación, signos clínicos y minerales encontrados. De las clínicas que no manejen expedientes se tomarán los datos con los que se cuenten.

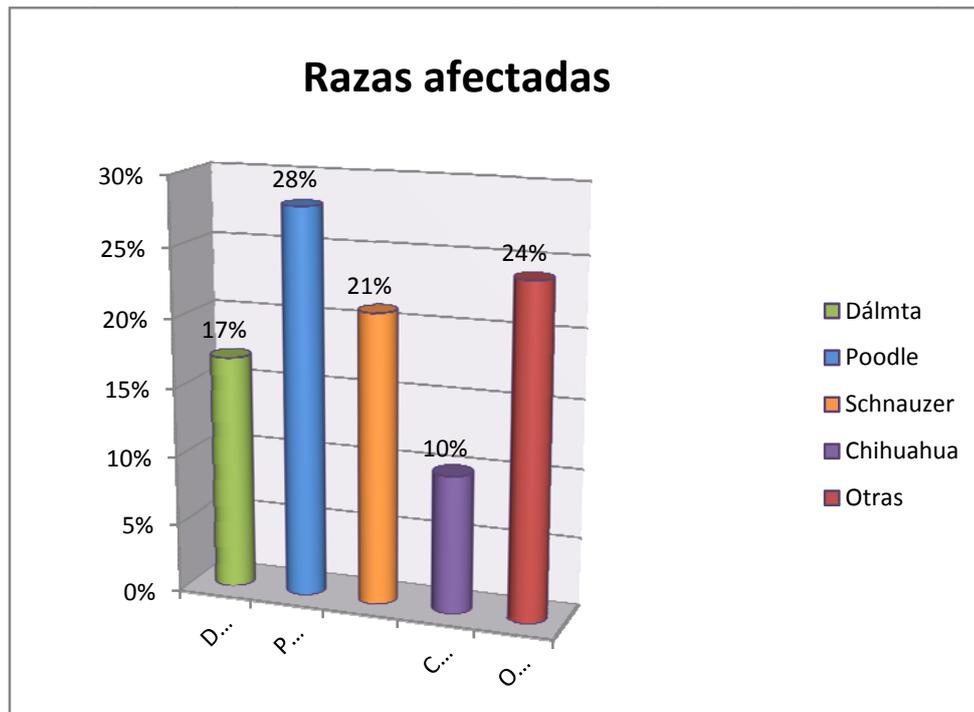
6.2 Análisis estadístico:

Con los resultados obtenidos se realizará un análisis estadístico descriptivo de los urolitos presentes, obteniendo estadísticas de incidencia.

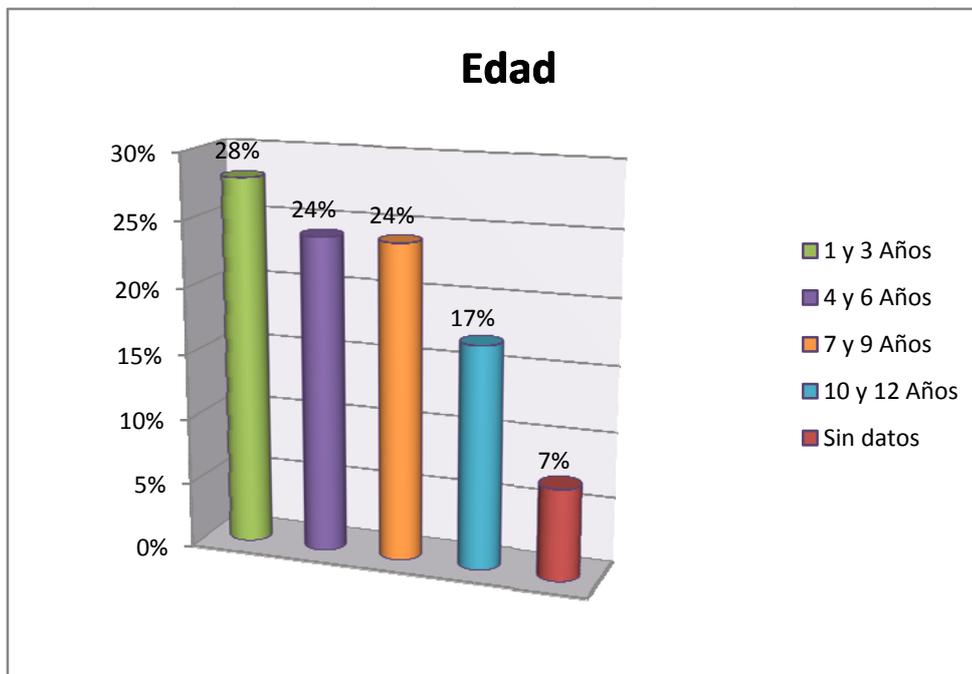
7.- RESULTADOS.

En el presente trabajo se estudiaron 29 perros de diferentes Clínicas Veterinarias de la ciudad de Morelia, los cuales presentaron urolitiasis, del mencionado número de animales estudiados se obtuvieron datos que se muestran a continuación.

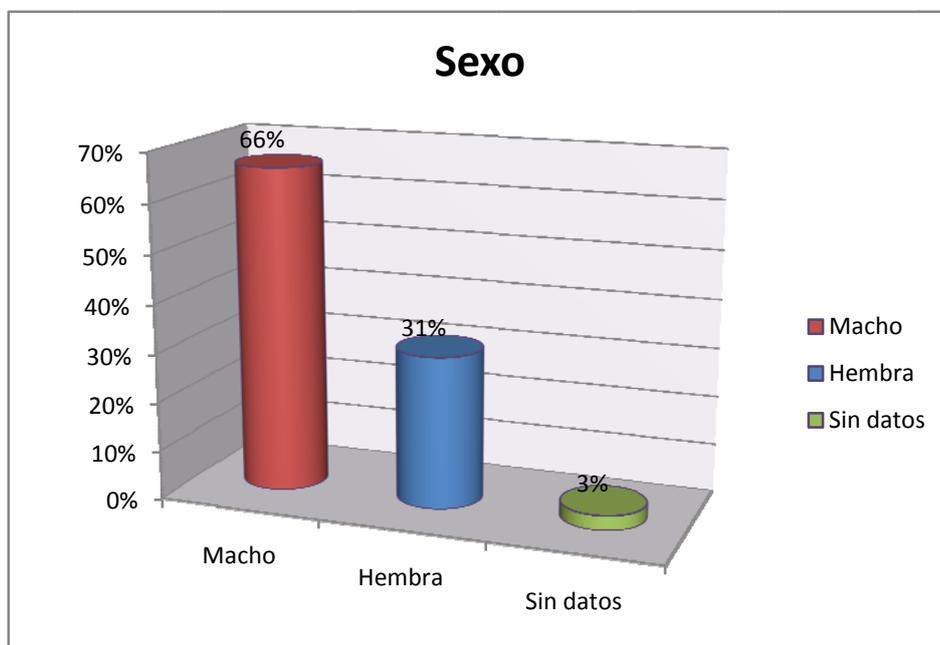
De acuerdo a la información anterior tenemos que el 17% Fueron de raza Dálmata; 28% Poodle, 21% Schnauzer, 10% Chihuahua, 24% otras (Dogo Argentino, Cocker Spaniel, Pastor Alemán, Pug y Yorkshire Terrier); 28% estaban entre 1 y 3 años, 24% entre 4 y 6 años, 24% entre 7 y 9 años, 17% entre 10, 12, 7% se desconoce; en cuanto al sexo el 66% eran machos, el 31% hembras y el 3.33 % no se tienen datos. Por lo que se puede decir que las razas más afectada es Poodle seguida del Schnauzer y la incidencia se da mayormente en los machos, tal como se muestra en las gráficas 1, 2 y 3.



Grafica 1.Razas mas afectadas.

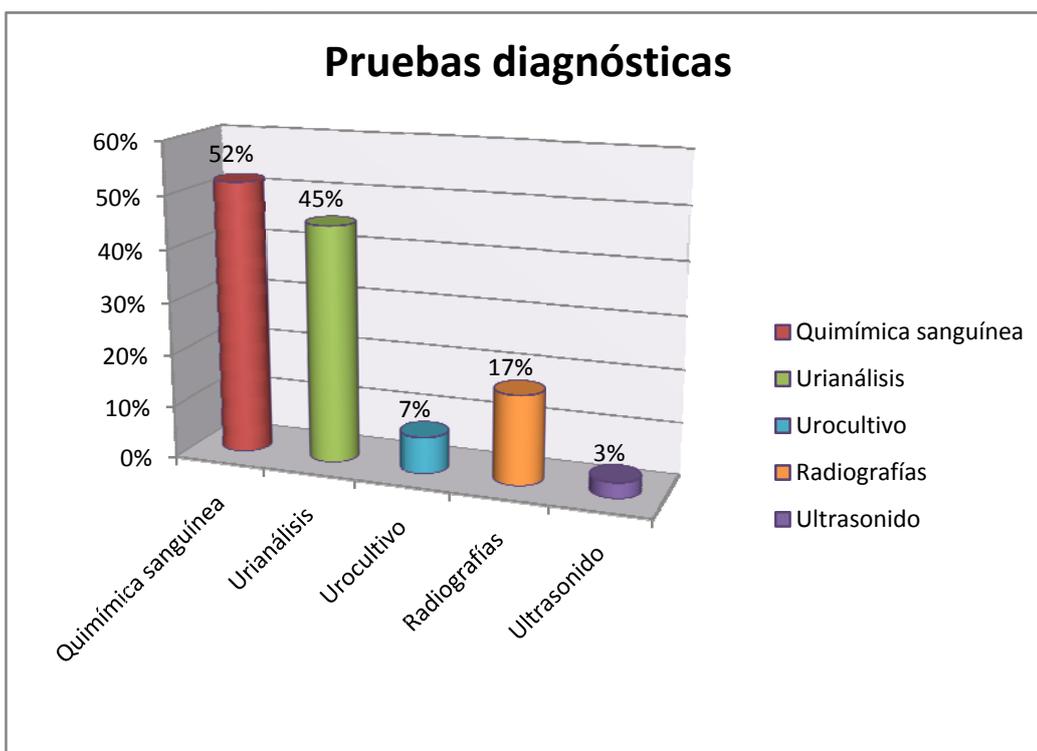


Grafica 2. Edad de presentación de urolitiasis de los perros muestreados.



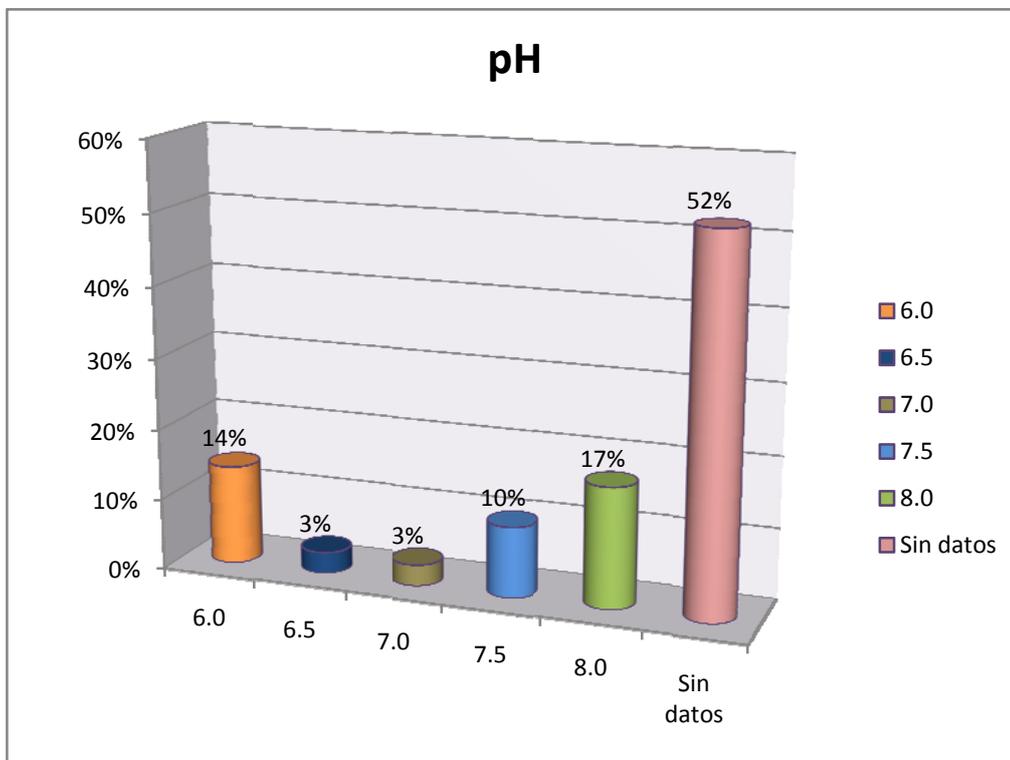
Grafica 3.Sexo con mayor presentación de urolitiasis.

En cuanto a las pruebas diagnósticas realizadas a los pacientes del presente estudio tenemos que la prueba mas realizada es la química sanguínea con una presentación del 52%, en segundo lugar se tienen el urianálisis con un 45%, en tercero radiografías, con 17%, cuarto urocultivo con un 7% y quinto ultrasonido con un 3% del total de los pacientes; tal como se muestra en la gráfica 4.

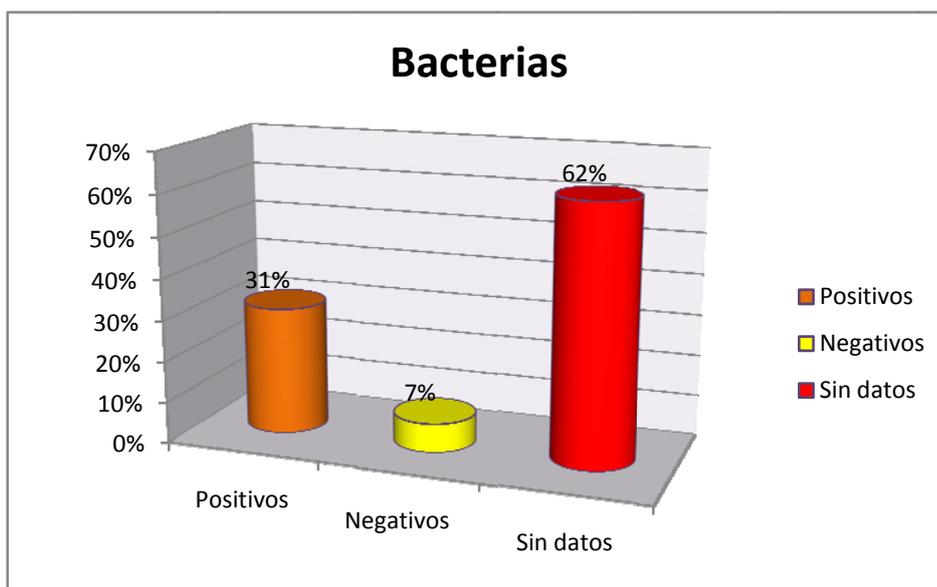


Gráfica 4. Pruebas diagnosticas realizadas a los 29 pacientes.

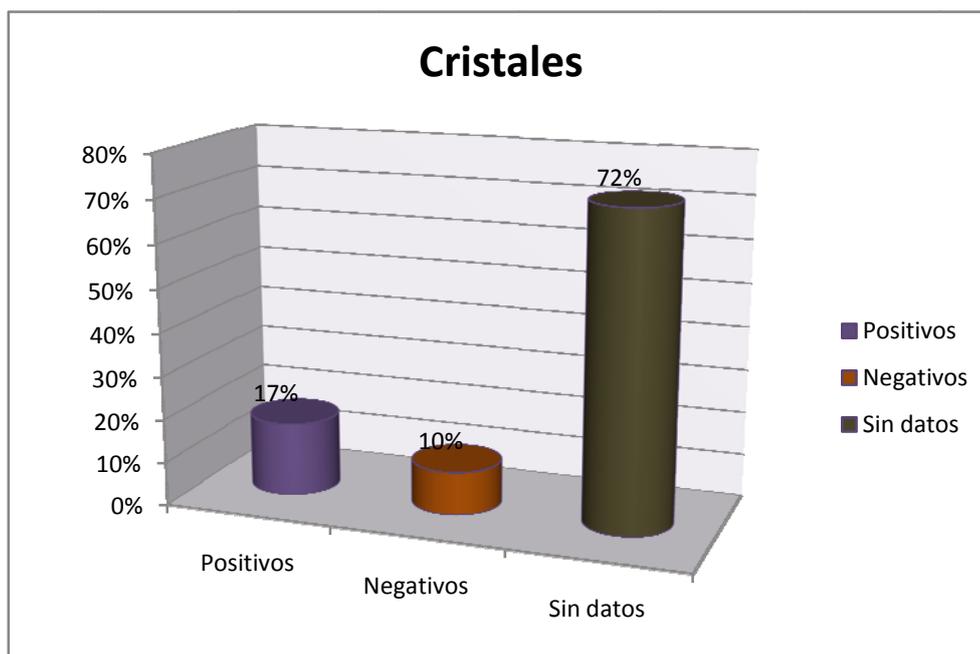
En las gráficas 5, 6 y 7 muestra los resultados arrojados en el urianálisis realizado a 15% de los pacientes, en estas se puede observar que el 14% tenían un pH de 6.0, el 3% pH de 6.5, el 3% pH de 7.0, el 10% pH de 7.5, el 17% pH de 8.0 y un 52% se desconoce. De las bacterias se puede mencionar que, el 31% tuvieron dos cruces, el 7% una cruz y el 62% no se tienen datos; en cuanto a los cristales se puede decir que el 17% presentaron cristaluria, el 10% no presentaron cristaluria, 72% no se tienen datos.



Gráfica 5. pH presentado en 15 perros muestreados.

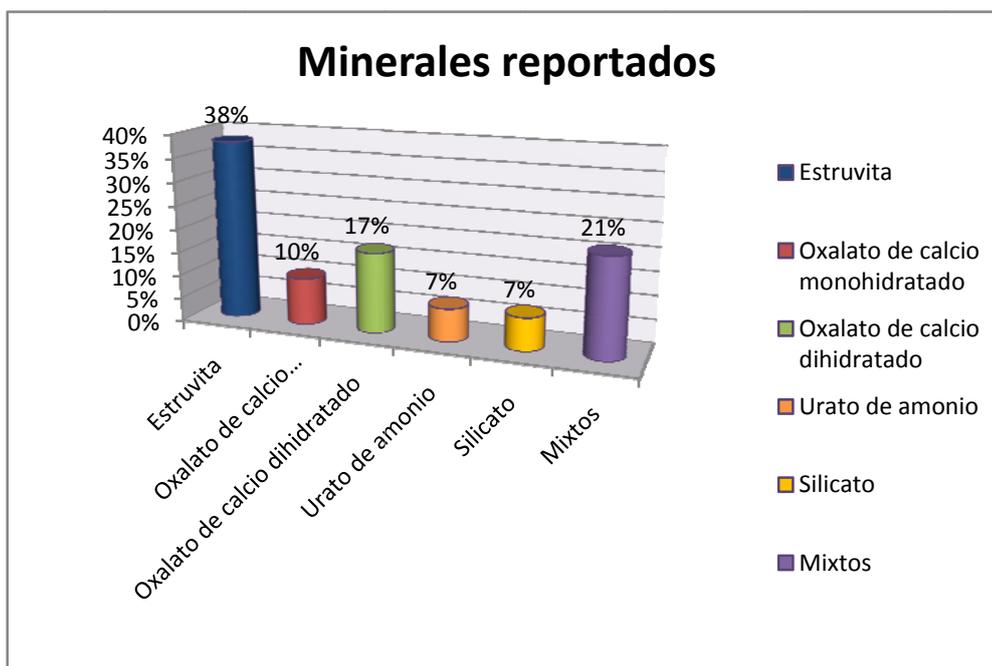


Gráfica 6. Porcentaje de perros que presentaron bacteriuria.



Gráfica 7. Cristaluria presentada en los pacientes muestreados.

En la gráfica 8, la cual nos revela los resultados obtenidos en el análisis realizado a las piedras (método químico cualitativo y físico cuantitativo) obtenidas de lo 29 perros estudiados, en esta se muestra el tipo de mineral que estaba presente en dichos cálculos.



Gráfica 8. Minerales predominantes en los cálculos obtenidos.

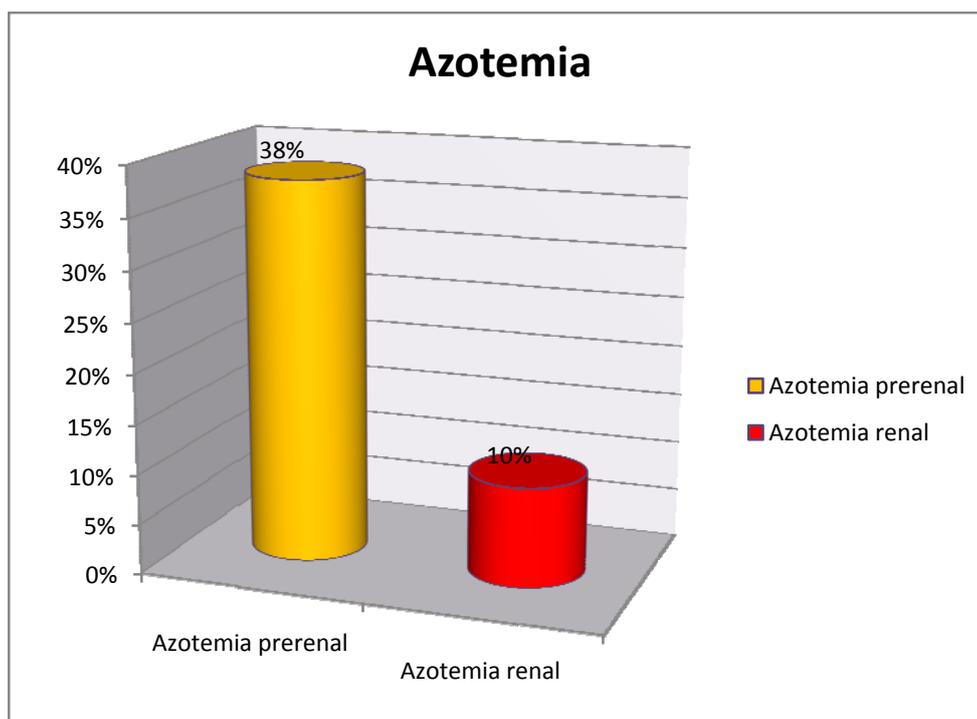
La grafica 8 se reporta la composición mineral de los cálculos analizados en el presente estudio, en dónde tenemos que la estruvita tiene un 38%, Oxalato de calcio Monohidratado 10%, Oxalato de calcio Dihidratado 7%, Silicato, Urato 7% y Mixto 21%. Dentro de los mixtos se encontraron minerales como la apatita.

La tabla 1 nos muestras los resultados obtenidos del urocultivo que fue realizado a solamente al 7% del total de los pacientes, en donde cada uno presenta diferentes especies de bacterias, *Eschericha Coli* y *Staphylococcus aureus*.

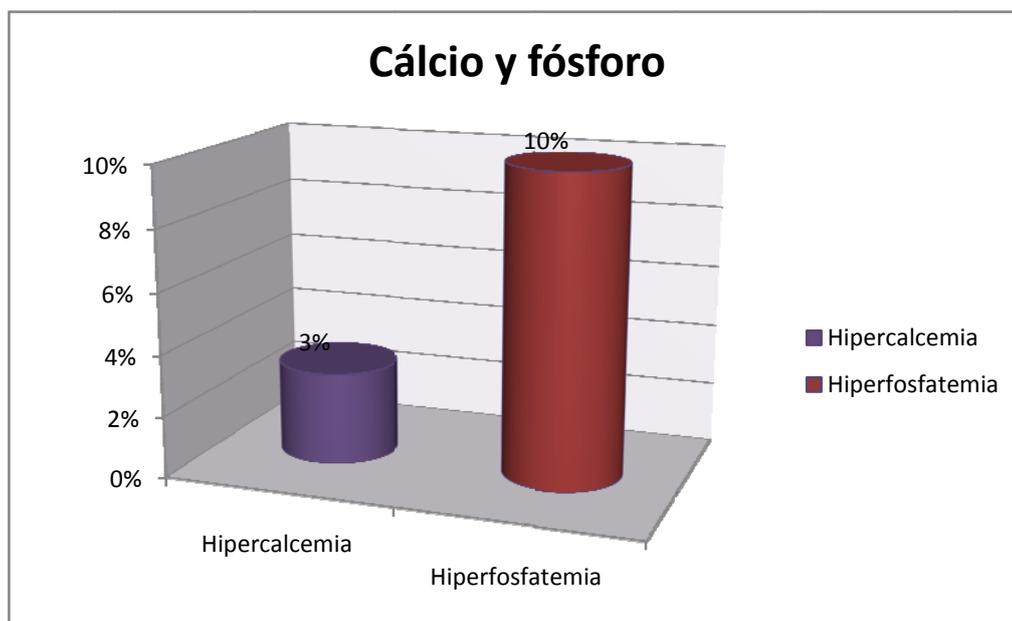
Paciente	Bacterias	Colonias por ml
Dushka	<i>Eschericha Coli</i>	12 000 000
Estrella 1º	<i>Staphylococcus aureus</i>	Mas de 100000

Tabla 1. Urocultivo.

Los datos obtenidos de las pruebas de química sanguínea realizados al 45% del total de pacientes estudiados el 38% presentaban azotemia prerenal, el 10% Azotemia renal y del 52% no se tienen datos; en la química el 10% presentaban hiperfosfatemia y el 3% hipercalcemia, de estos pacientes los demás no presentan datos..

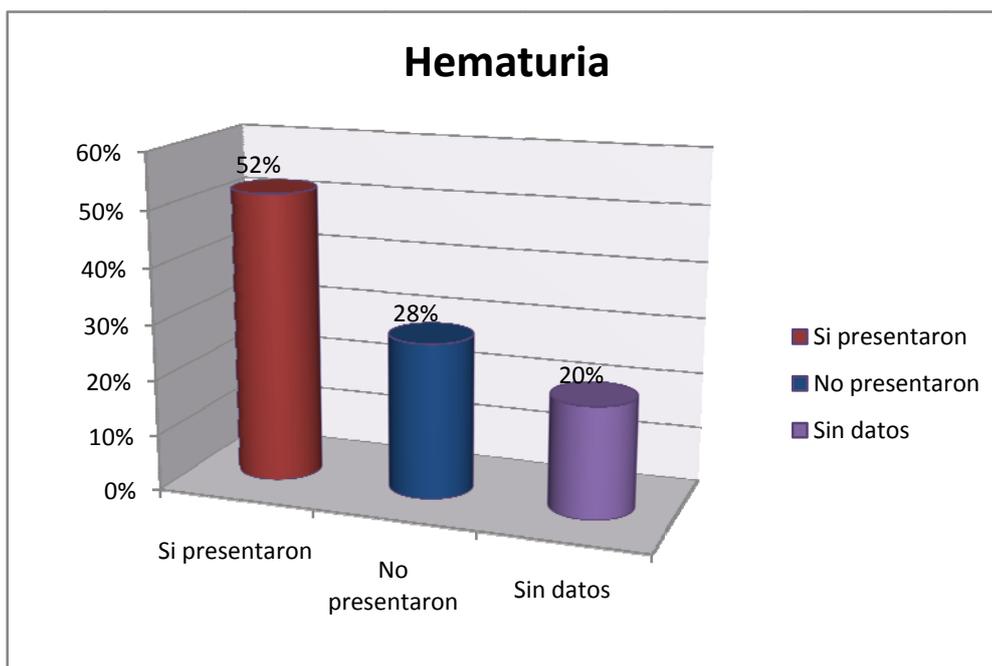


Gráfica 9. Porcentaje de animales muestreados que presentaron azotemia.

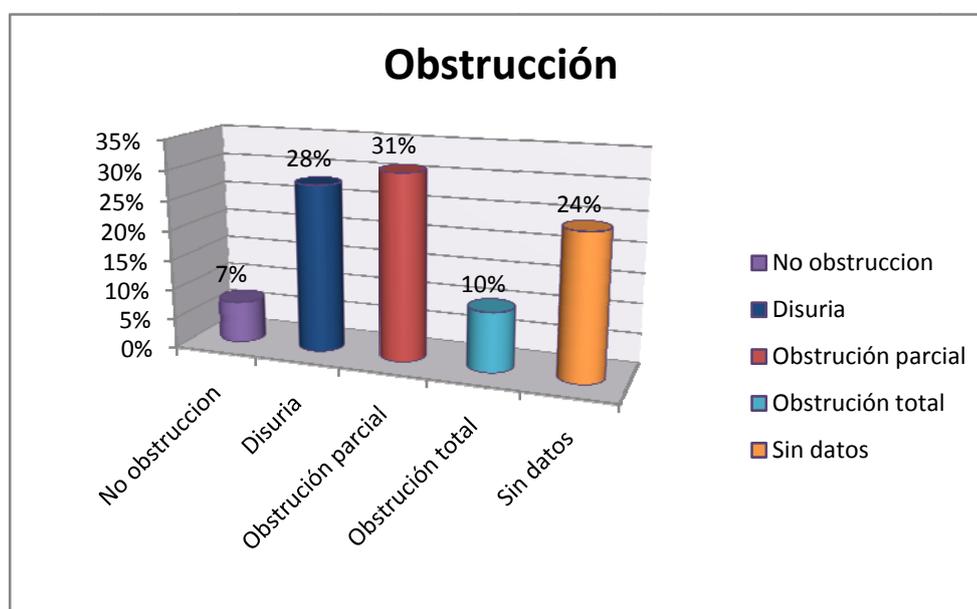


Gráfica 10. Porcentaje de perros muestreados que presentaron hipercalcemia e hipofosfatemia.

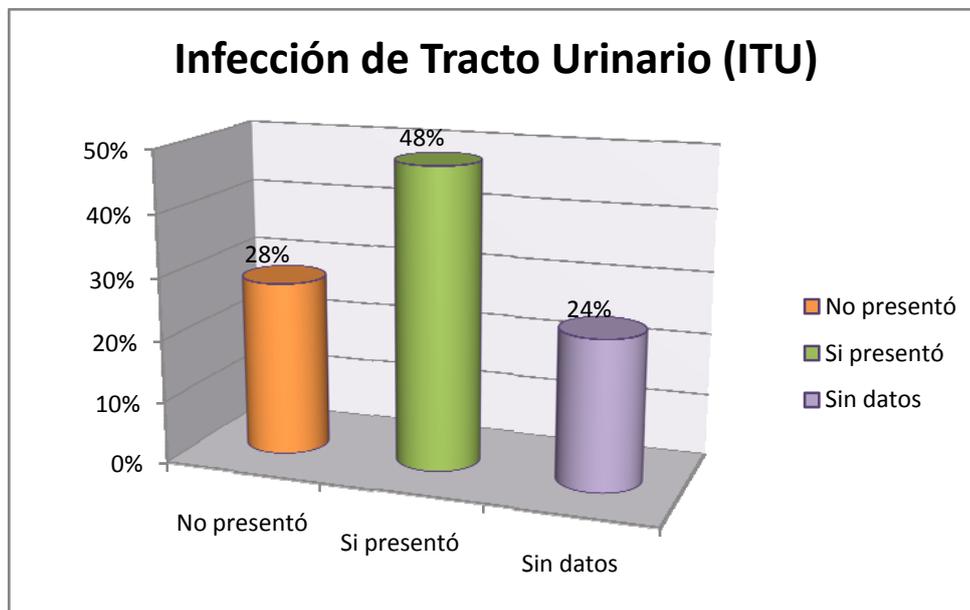
En la gráfica 12 tenemos los signos presentados en los pacientes estudiados en donde se nos muestra que: 7% no tenían obstrucción, 28% mostraron disuria, 31% obstrucción parcial, 10% se encontraron con obstrucción total y del 24% no se tienen datos; en la gráfica 11 se muestran los porcentajes de de hematuria en el 52% si presentaron, 28 % no y 20% no se sabe; por último el 48% tenían polaquiuria, el 28% no presentaron y un 24% no se tienen datos.



Gráfica 11. Porcentaje de perros que presentaron hematuria.



Gráfica 12. Perros que presentaron obstrucción urinaria.



Gráfica 13. Porcentaje de perros que presentaron ITU (Infección del Tracto Urinario).

En la gráfica 13 se muestran los porcentajes de presentación de infección urinaria en los pacientes en donde en el 48% si se presento la infección, el 28% no se presento y del 24% no se tienen datos.

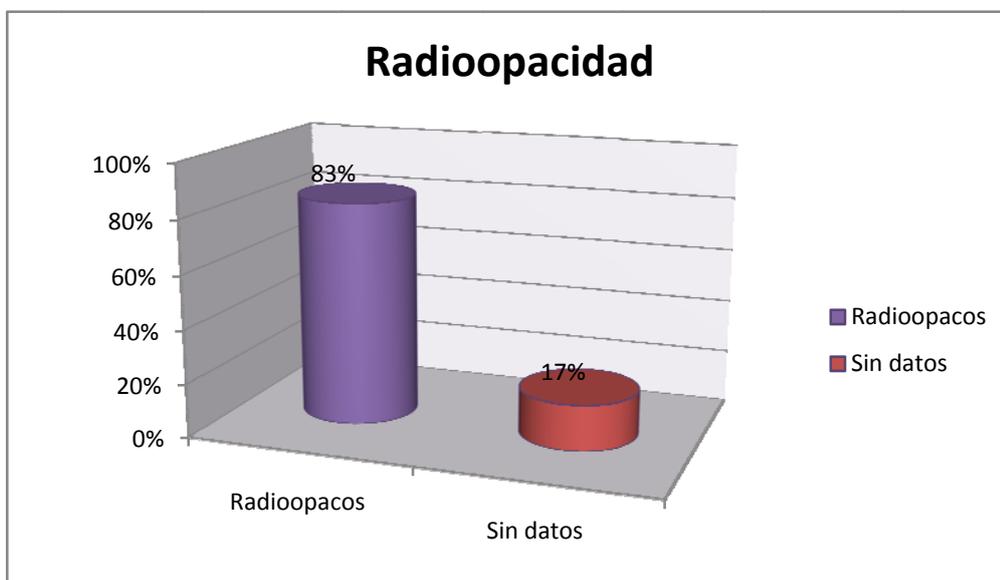
En la tabla 2 se indica la localización mas común de los cálculos (en la vejiga), lo cuales todos fueron radioopacos; el número de piedras encontradas en los pacientes variaba de 1 a 10 y de tamaño que variaba de 0.1 mm hasta 3.5 cm.

Localización	No. de cálculos
Vejiga	Múltiples
Vejiga	1
Vejiga	1
Vejiga	3
Vejiga	3
Vejiga	1 y arenillas
Vejiga	1
Vejiga	3
Vejiga	3
Uretra	3
Uretra	Múltiples
Vejiga	6
Vejiga	1
Vejiga	10
Vejiga	2
Vejiga	5
Vejiga	Múltiples

Vejiga	1
Uretra	2
Riñón izquierdo	1
Vejiga	3
Vejiga	3
Vejiga	1
Vejiga	2
Vejiga	2
Vejiga	1
Vejiga	1
Vejiga	5
Vejiga	4

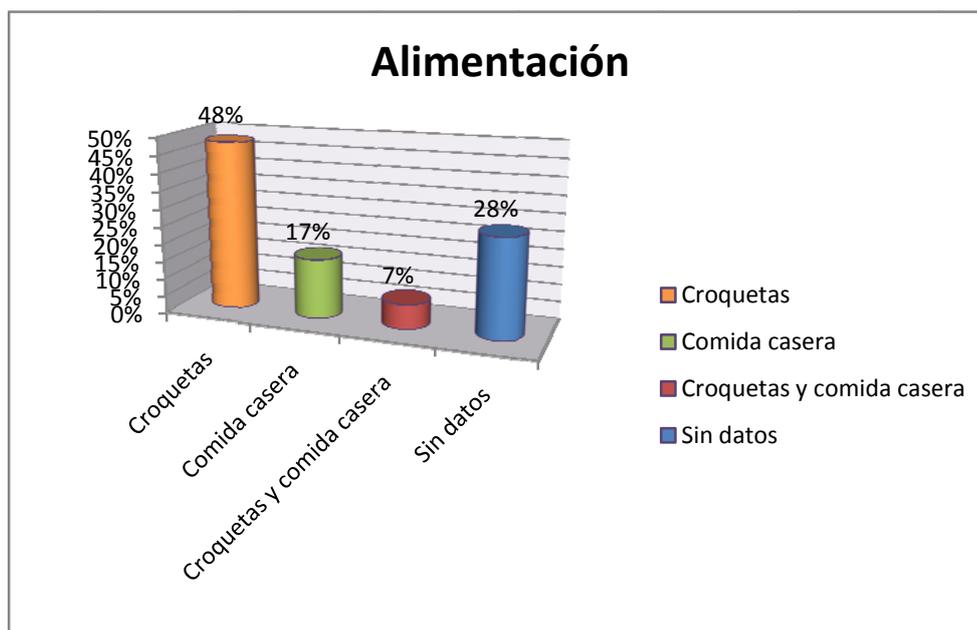
Tabla 2. Hallazgos radiográficos.

En la tabla 2 se muestra la localización de los cálculos, así como en la grafica 14 nos indica la densidad radiográfica de dichos cálculos el 83% de los cálculos obtenidos fueron radioopacos, y del 17% se no se tienen datos.



Gráfica 14. Densidad radiográfica de los cálculos obtenidos.

En la gráfica 15 se muestra el tipo de alimentación proporcionada a los perros estudiados, de lo anterior se puede decir que el 48% son alimentados con croquetas, el 17% con comida casera, el 7% con croquetas y comida casera y el 28% no se tienen datos.



Gráfica 15. Alimentos que consumían 21 de 29 perros estudiados.

En la tabla 3 tenemos que a la mayoría de los pacientes se les extrajeron los cálculos por medio de la cistotomía y solo se tienen algunos datos de la medicación y dieta posoperatoria que recibieron. En el 76% de los pacientes se tiene el dato de la evolución posoperatoria favorable hasta el momento del retiro de puntos de sutura dando una buena mejoría de la cirugía, en el 24% se desconoce la evolución posoperatoria.

Paciente	Dieta	Medicamentoso	Quirurgico
Bongo	U/d de hill's	diacepam 0.3 mg/kg, Enrofloxacina 10mg/kg	Cistotomía
Pooh			Cistotomía
Argus			Cistotomía
Simone			Cistotomía
Dushka		Ciprofloxacino, Meloxicam y famotidina, diacepam	Cistotomía

Max		Cistotomía
Estrella 1º	Royal canin Urinary	Cistotomía
Estrella 2º		Cistotomía
Coby		Cistotomía
Kit	diuréticos y antibióticos (no se sabe cual)	Cistotomía
Pecas 1º		Cistotomía
S/N Pug 2		Cistotomía
Mimi	Enrofloxacin 5 mg/kg/PO/SID/30días	Cistotomía
Peluche		Cistotomía
Tacho		Cistotomía
Copo		Cistotomía
Apolo	Diurético, antibiótico (no sé sabe cual)	Cistotomía
Camila		Cistotomía
Pecas 2º		Cistotomía
Pirrus 1º		Nefrotomía
Pirrus 2º		Cistotomía
S/N Schn.		Cistotomía
Titina		Cistotomía
Kimmy		Cistotomía
S/N Pug		Cistotomía
S/N Poodle		Cistotomía
Arles		Cistotomía
Pongo		Cistotomía
Toby		Cistotomía

Tabla 3. Tratamientos administrados a algunos de los pacientes estudiados.

8.- DISCUSION.

Frandsen (1995) menciona que los cálculos urinarios cuya presencia define la enfermedad urolitiasis llamada también piedras del riñón son concentraciones depositadas en algún punto del trayecto de las vías urinarias; consecuencia de una o más alteraciones subyacentes resultantes de factores bioquímicos, fisiológicos o patológicos, congénitos o adquiridos que se relacionan entre sí (Del Ángel, 2009).

Del Ángel y col. (2007), refiere que el termino urolito se deriva del griego *uro*: orina y *lithos*: piedra; un urolito es una piedra formada por un grupo organizado de cristales, de uno o varios tipos de minerales que pueden estar mezclados con matriz orgánica (detritus celulares, mucoproteína).

La urolitiasis constituye la causa de aproximadamente el 18 % de las consultas veterinarias en perros con afecciones del tracto urinario inferior (Lulich *et al.*, 2001; Del Ángel y col, 2010); es común ocasionando morbilidad y, en ocasiones mortalidad, por lo general se les puede tratar con éxito por medios médicos o quirúrgicos, o mediante litotripsia (Barbosa y col, 1995; Del ángel y col, 2007).

La incidencia de la urolitiasis y la composición de los urolitos pueden estar influidas por diferentes factores, como la raza, se han realizado reportes en los cuales se menciona que las razas mas afectadas son los dálmata, schnauzer, dashund, pug, yokshire terrier y poodle (Barbosa y col, 1995, Linda A. Ros, 2005) , a su vez acerca del sexo, Alanís (1988) menciona que la uretra en las hembras es más corta y tiene un diámetro más grande que en el macho lo cual puede influir en que la presentación de cálculos este mas inclinada hacia un sexo (macho), la edad siendo a partir de los 6 años los pacientes más afectados, la dieta, anomalías anatómicas (como es el caso del dálmata), infecciones urinarias, el Ph de la orina y los tratamientos farmacológicos son otros factores que intervienen en la adquisición de dicha patología (Ling, 1996, Osborne, *et al.*1999, Hoppe, 1994).

En el presente trabajo se estudiaron 29 perros de diferentes Clínicas Veterinarias de la ciudad de Morelia, los cuales presentaron urolitiasis, del mencionado número de animales estudiados se obtuvieron datos que se muestran a continuación.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo en cuanto a raza, sexo y edad, de lo cual puede observar que la raza que presentó mas urolitiasis es Poodle, se guida de Dálmata y Schnauzer coincidiendo con el estudio realizado por Del Ángel Caraza y Pérez García 2008 en cuanto a la popularidad de presentación de la enfermedad en dichas razas; sin embargo estos mencionan que cualquier raza puede verse afectada y la frecuencia varia según la situación geográfica en dependencia de la popularidad de la raza en el área estudiada.

Dichos autores también mencionan que en el estudio que realizaron en México en el 2008, el 70% se encontraba en una edad entre 3 y 8 años, el 13% entre los 9 y 10 años, el 8% mayores de 10 años y únicamente el 3% en el primer año de vida, mientras que en el presente estudio realizado en la ciudad de Morelia Michoacán la edad en la que mayor mente se presento dicha patología es entre 1 y 3 seguida de 4, 6, 7 y 9, otros autores como Barbosa G. (1995) y Ros (2005) nos dicen que la edad de presentación de urolitiasis va de 5 a 8 años. En cuanto al sexo Del Ángel y Pérez García (2008) encontraron que el 56% fueron de machos y el 44% de hembras esto de diferentes estados de la republica teniendo como mayor porcentaje a los machos, Barbosa G. (1995) menciona que en el estudio que el realizó el 70% fueron hembras y el 30% machos, algunos autores como Ros (2005) mencionan que por las anatomía del aparato urinario de la hembra y macho existe una mayor presentación de urolitiasis en los machos, esto debido a la disminución de la distensibilidad de la uretra.

En este estudio a diferencia de lo antes mencionado por Ros (2005), la presentación de la urolitiasis se manifestó en mayor porcentaje en los machos teniendo un 66% a comparación de las hembras con un 31%.

Para llegar al diagnóstico de la urolitiasis, se requiere de una complementación de pruebas, tales como historia clínica, examen físico, urianálisis, química sanguínea, urocultivo, radiografías entre otras (imagenología); en donde según Langston C. (2008) menciona que el diagnóstico por imágenes es importante en la diagnosis y la radiografía de doble contraste es la más certera casi como la ecografía.

Dentro de las pruebas diagnosticas importantes se encuentra el urianálisis, el cual es tal vez el análisis más barato, útil y práctico para el veterinario, así como de gran valor diagnóstico (Lulich, 2005; Denisse J. Chew, Stephen P. DiBartola, 1998; Langston C., 2008).

El pH de la orina es importante en la determinación del tipo de cristales presentes en esta y en su solubilidad (Sodikoff, 2002). En cuanto al pH se puede decir que en perros por lo general es de 6 - 6.5 (Bush, 1999) pero las infecciones con organismos productores de ureasa, principalmente especies de *estafilococos* o *proteus*, dichas bacterias provocan que la urea se descomponga para producir amoniaco y consecuentemente, el pH urinario se eleva entre 8 y 8.5; esto facilita de manera importante la precipitación de cristales como la estruvita (Bush, 2000), en este caso el rango de pH presentado en los pacientes estudiados fue de 6.0 con un 14% a 8.0 con un 17%, lo que concuerda con lo dicho anteriormente por Bush. Aunque también cabe mencionar que el pH de la orina también varía, dependiendo del tipo de cálculo, si existe infección bacteriana concurrente y la dieta del paciente (Fossum, 2004).

La bacterias juegan un papel importante en la presentación de la urolitiasis, ya que la saturación de cristales es generalmente asociada a una infección bacteriana del tracto urinario (ITU) con bacterias productoras de ureasa, como especies de *Staphylococcus* o, menos comúnmente, especies de *Proteus* (Seaman R.2001; Langston C., 2008; Taibo, 1999).

El aumento de cristales en la orina puede indicar enfermedad metabólica o sugerir la formación de un urolito; la literatura nos dice que el pH de la orina es importante en la

determinación del tipo de cristales presentes en la orina y en su solubilidad, sin embargo el tiempo y la refrigeración conducen a modificaciones en el pH y temperatura, lo cual aumenta la formación de cristales y provoca la interpretación errónea de los resultados del urianálisis (Sodikoff, 2002). Cuando la orina esta supersaturada con sales disueltas, las mismas pueden precipitar la formación de cristales (cristaluria) (Fossum, 2004). La variación en las características de la orina con el tiempo pueden resultar más de un tipo de cristales dentro de un simple cálculo (Alanís, 1988).

Sin embargo cabe mencionar que la presencia de cristaluria no es sinónimo de enfermedad, aunque significa que la orina esta sobresaturada con el componente mineral y es una prueba de que existe el riesgo de que se desarrollen urolitos; pueden encontrarse cristales en la orina de perros que no tienen urolitos y que nunca los desarrollarán (Ettinger y Feldman, 2007).

En cuanto a los minerales Barbosa (1995), menciona que los presentados mas comúnmente en los perros son estruvita, urato, apatita, oxalato de calcio monohidratado y dihidratado, silicatos así como la combinación de algunos de estos y Del Ángel y Pérez García (2008) mencionan que el tipo de mineral más común es la estruvita seguido del oxalato después mixto, uratos y finalmente silicatos; por lo que los resultados obtenidos en este estudio coinciden con dicho autor, Barbosa (1995), nos mencionan que la urolitiasis por estruvita es más común que las infecciones urinarias y están asociadas en un 60% a 70% a la urolitiasis por estruvita y las hembras son las mas propensas a presentar infecciones de tracto urinario (ITU), la segunda urolitiasis más común es la de oxalato de calcio ya sea monohidratado o dihidratado.

Como ya se menciono anteriormente las principales especies de bacterias que se presentan en la urolitiasis son *Staphylococcus Aureus*, *Proteus Eschericha Coli*, *Streptococcus*, (Del Ángel 2008, Bush 2000, Sodikoff, 2002).

La química sanguínea es uno de los análisis de laboratorio que también es importante en la diagnosis de la urolitiasis ya que esta nos revela el estado del paciente, de las condiciones bajo las que se presenta a consulta a sus ves de la enfermedad que manifiesta. Uno de los parámetros en los que nos apoyamos es en el grado de obstrucción que muestra el paciente, el cual es reflejado en un perfil de insuficiencia renal aguda en donde se hace evidente un aumento en la urea y la creatinina sanguíneas, se puede observar hiperfosfatemia así como también el calcio de ve aumentado o disminuido (Cotard, 2006; Bush, 1999).

Azotemia puede estar presente, ya sea con la obstrucción del tracto urinario superior o inferior, la mayoría de los perros o gatos que tienen urolitiasis manifiestan azotemia prerenal, renal o posrenal esto en gran parte debido a la obstrucción que se tienen a causa de dicha patología y a su ves una elevación de ya sea calcio o fosforo (Chew Dj, DiBartola, 1986, Osborne y col, 1980, Meyer y col, 1998, Langston C., 2008). En el presente estudio el tipo de azotemia que más se observó fue la prerenal, en menor porcentaje la renal, en cuanto a la posrenal no se detecto quizás por la falta de datos que no se nos proporciono ya que no se descarta que la haya manifestado algún paciente.

Los signos son parte importante en la determinación de la urolitiasis, dentro de los que se presentan mas comúnmente son hematuria, disuria, polaquiuria, dolor, esto por la irritación de la mucosa del tracto urinario inferior, que provoca signos de cistitis y/o de uretritis; sin embargo algunos animales suelen presentar distención abdominal, anorexia, letargia, vómito (Seaman, 2008; Barbosa 1995; Bush, 2000; Del Ángel y Pérez García, 2008). Por lo que los resultados del presente estudio concuerdan con las literaturas antes mencionadas ya que la mayoría de los pacientes presentó hematuria con una porcentaje de 52% y polaquiuria de 48%, a su ves también tenemos que los pacientes presentaron obstrucción, unos en mayor gravedad que otros; pocos fueron los pacientes de los cuales no se contaban datos.

Los cálculos renales también pueden causar, pielonefritis, obstrucción urinaria, reducción de la masa renal, hiperazoemia e insuficiencia renal, pero también se han dado algunos casos en donde algunos pacientes son clínicamente asintomáticos (Del Ángel y col., 2001; Gisselman K. 2008).

Como ya se menciono anteriormente los urolitos se pueden nombrar dependiendo de su localización tales como nefrolitos (riñon), ureterolitos (uretra) vesicales (vejiga) (Nelson y Couto, 200, Frandson 1995)

Si los urolitos se alojan en los uréteres o uretra, puede obstruirse el flujo de la orina. La mayoría de los urolitos caninos se encuentran en la vejiga urinaria o uretra; apenas el 5-10% se localizan en los riñones o uréteres (Nelson y Couto, 2000, Del Ángel y Pérez García, 2008). Nuestro estudio coincide con lo mencionado por dichos autores ya que la mayor presentación de cálculos obtenidos se localizó en la vejiga.

En cuanto a la radioopacidad de los urolitos Miller (1982) menciona que por lo general los cálculos son radioopacos, sin embargo, los cálculos de urato, cystina, y fosfato de calcio son variablemente radiopacos; pero la incidencia de resultados falsos negativos muy poco probable para cualquier tipo de urolito (Langston C., 2008; Del ángel 1998), con lo que se puede decir que en este estudio se concuerda con lo mencionado por los anteriores autores ya que el 100% de los cálculos fueron radioopacos.

La presentación de casos clínicos de urolitiasis, en los perros, principalmente en las razas pequeñas, muchas veces influenciado por la dieta y el bajo consumo de agua, muchas de las dietas (principalmente comerciales) tienen un mal equilibrio de minerales, lo que predispone al animal que lo consume a presentar alguna precipitación de algún mineral formador de urolitos Doreen M. Houstony col., 2009; Del Ángel y col., 2008). En el caso del presente estudio datos obtenidos en cuento a la alimentación se refiere nos señalan que el 55 % de los pacientes se alimentaban de alimento comercial.

La orina de los perros y gatos domésticos que consumen una dieta comercial es neutra o ligeramente alcalina. La cistitis, la obstrucción del tracto urinario inferior, la digestión normal y la alcalosis dan lugar a una orina alcalina. El aumento del catabolismo proteico, la acidosis, las dietas ricas en carne, las dietas caseras y las medicaciones incrementan la acidez urinaria (Sodikoff, 2002).

El tratamiento se puede hacer de forma médica, manual o quirúrgica, sin embargo con el tratamiento dietético la limitante es que la disolución solo es posible en las urolitiasis por estruvita y en algunos casos por uratos, en cachorros generalmente la urolitiasis es inducida por una infección urinaria, por lo que una disolución dietética puede ser una posibilidad dando también un mayor consumo de agua, aunque la mejor forma de brindar un tratamiento dietético es cuando se sabe la composición del urolito que presentó el paciente para que así mismo se de una dieta alimenticia correcta, en la actualidad existen dietas que nos ayudan a prevenir las prontas recaídas de urolitiasis causada por algunos minerales (Del Ángel y Pérez García, 2008).

El método de remoción de los urolitos varía dependiendo de la dimensión de los mismos, se puede hacer mediante métodos manuales como lo es la hidropropulsión y quirúrgica (Nelson y Couto, 2000; Del Ángel y Pérez García, 2008; Osborne y col, 1980). Dentro de la forma manual tenemos a la recolección de urolitos (generalmente arenillas) por medio de la hidropropulsión, pero cuando son muy grandes o son poco o nada sensibles a la disolución médica, solo se puede recurrir al método quirúrgico, como la cistotomía en el caso de los vesicales y la nefrotomía en el caso de los renales (Lulich, 2001; Alanís, 1998). Además se recomienda dar un tratamiento post quirúrgico que consta de una dieta y antibioticoterapia (Alanís 1988; Del Ángel y col, 2007); por lo que se coincide con lo mencionado anteriormente por los autores ya que al 100% de los pacientes, se les removieron de forma quirúrgica los cálculos que presentaron.

9.- CONCLUSIONES.

I.- La raza mas afectada en la presentación de urolitiasis en las Clínicas Veterinarias de la ciudad de Morelia Michoacán es la raza Poodle.

II.- La edad de prevalencia de la urolitiasis fue de uno y tres años.

III.- Se encontró una mayor presentación de urolitos en los machos que en las hembras.

VI.- Los cálculos de estruvita se presentaron en su mayoría en las hembras.

V.- No se practica mucho la utilización de métodos diagnósticos para la urolitiasis, dentro de los que se puede decir que utilizan algunos médicos son la química sanguínea y el urianálisis.

VI.- El mineral que tuvo más prevalencia fue el de estruvita, seguido de los mixtos y el oxalato de calcio Dihidratado, con lo que se concluye que es importante determinar el tipo de mineral para dar un tratamiento mas acertado y evitar las prontas reincidencias.

10.- BIBLIOGRAFIA.

- Abigail S. y Carolien R. Manejo Nutricional de la urolitiasis canina, enciclopedia de la nutrición canina Royal Canin. P. 302, 324.
- Adagio L., D'Amico G. Urolitiasis vesical. Presentación de cálculos de estruvita en un canino. Clinica de pequeños animales. Facultad de ciencias veterinarias. UNLPam. pp.125-128.
- Adams L. G., Syme H. M. 2007. Enfermedades caninas de las vías urinarias inferiores en Tratado de Medicina Interna Veterinaria. 6a ed. Vol. 2. Editores S. J. Ettinger, E. C. Feldman. Ed. ELSEVIER SAUNDERS. España. pp.1852, 1856,1857.
- Alanís, C. L. J. 1988. Anatomía y fisiología renal, urolitos. Fundamentos sobre urología clínica en perros y gatos. 1ª. Ed. UNAM. México pp. 1-27, 15, 74, 75, 86, 88, 89, 97. Animales domésticos, 5ª ed. ed. McGraw-Hill Interamericana, México, pp.
- Bush, B. M., 1999. Los leucocitos. Interpretación de los Análisis de Laboratorio para clínicos de pequeños animales. ed. Harcourt. pp. 158, 177,181, 186.
- Bush, B. M., 2000. Trastornos del tracto urinario bajo en pequeñas especies Enfermedad del tracto urinario bajo felino ed. Hill's Pet Nutrition pp. 12
- Cajero Pérez Marcela A. 2007. Recopilación bibliográfica de las litiasis caninas mas re urgentes de vías urinarias bajas. (Tesis de Licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán. p 23, 37, 42-50.
- Langston Cathy , Gisselman Kelly, Plama Douglas, Jhon. Agosto 2008. Diagnosis of Urolithiasis. CE Artículo 1. pp. 447-454
- Chew Dj, DiBartola, 1986. Mnual of Small Animals Nephrology and Urology. Churchill Livingstene. New York.
- Cotard, J. P., 2006. Enfermedad de las vías inferiores del gato Vanguardia veterinaria, Revista No. 14 año 3 , ed. Antártida, pp. 21, 22.
- Cowan, A. L. 1996. Enfermedades de la vejiga urinaria, Manual clínico de pequeñas especies, 1ª ed. ed. McGraw-Hill Interamericana, México, D. F. volumen 2 pp.984.

Cunningham, J. G., 2002. Fisiología veterinaria. 2ª Ed. ed. McGraw-Hill Interamericana México, D. F. pp. 572

Del Ángel C. J., Lacroix, E. C., Páramo, M.R., Pérez, P.J., 1998. Sistema urinario módulo. Diplomado a distancia en medicina, cirugía y zootecnia en perros y gatos. 6. 2ª ed. ed. UNAM-FMVZ. México, D. F. pp.13-27, 128-155.

Del Ángel Caraza J, Pérez García CC, 2008. Estado actual de la urolitiasis canina en México.

Del Ángel Caraza J., Pérez García Carlos C., García Rodríguez María B. 2010. Composition of lower urinary tract stones in canines in Mexico City. 15 de Enero del 2010.

Del Ángel, C. J, Piñeres, E.J.C. 2001. Manejo medico de la urolitiasis por uratos en perros XXII Congreso Nacional e Internacional AMMVEPE. Morelia, Mich. pp. 219, 220, 222, 223.

Del Angel, O.F. Chávez Moreno, C. C., Pérez García. Diagnóstico y manejo general del paciente con urolitiasis. AMMVEPE. Vol. 18, No 1. Enero - Febrero. 2007. p17-18, 21.

Chew Dj., Stepden P. DiBartola, 1998. Interpretación del Urianálisis Canino y Felino. Ralston Purina Company, pp 11 – 13.

Doreen M. Houston, Andrew E.P. Moore. Canine and feline urolithiasis: Examination of over 50 000 urolith submissions to the Canadian Veterinary Urolith Centre from 1998 to 2008.

Dyce K. M., Sack W. O., Wensing C. J. G. 2003. Vísceras abdominales, Anatomía Veterinaria. 2ª ed. ed. McGraw-Hill Interamericana. México. pp. 194-201.

Dyce K. M., Sack W. O., Wensing C. J. G. 2007. Anatomía Veterinaria. 3ª ed. ed. McGraw-Hill Interamericana. México. pp.

Evans, E. H., de Lahunta, A., 1997. Vísceras abdominales, disección del perro. 4ª ed. ed. McGraw-Hill Interamericana. México. pp. 186 – 244.

Fossum, T. W., Donald, A. H., Chery, S. H., Jonson, L. A., Seim, B.H., 1999. Cálculos uretrales y vesicales, Cirugía en pequeños animales, 2ª ed. ed. Inter- médica, Buenos Aires Argentina, Pp. 516, 518, 541, 542, 543, 544, 545.

Fossum, Theresa W. 2004. Cirugía en pequeños animales. 2ª Ed. Inter-Medica, Buenos Aires. pp. 603-610.

Frandsen, R. D., Purgeon, T. S., 1995. Anatomía y fisiología de los animales domésticos, 5a ed. ed. McGraw-Hill Interamericana, México, pp.

García, A. C., 2003. Introducción a los problemas renales, Memorias medicina interna y cirugía primer simposium VIP. ed. PURINA, Puebla, pp. 7-11.

Glen Barbosa M. Y Col.1995. Evaluación de la composición mineral de los cálculos urinarios que afectan a perros y gatos mediante el uso de análisis criptográfico por el patrón de difracción de rayos x.

Gunn-Moore D., 2000 "Feline Lower Urinary Tract Disease: An Update", In Practice, pp.22

Guyton A. C. 2001. Tratado de fisiología medica, 10ª ed. ed McGraw-Hill Interamericana.

Hoppe, E. A., 1994. Enfermedad de las vías urinarias inferiores del perro, libro de Waltham de nutrición del perro y gato, Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 398-400.

Houston, M. D. 2007. Epidemiología de la urolitiasis, Veterinary Focus vol. No. 17 nº 1 ed. Waltham. pp. 8-9

Del Angel C. J. Y Col. Mixed urolith (struvite and calcium oxalate) in a ferret (*Mustela putorius furo*).Revista Journal of Veterinary Diagnostic Investigation.2008.

McCue Jhon, Langston Cathy, Palma Douglas, Gisselman Kelly. Octubre 2009. Urate Urolithiasis. CE. Artículo 3. Pp

Gisselman Kelly, Langston Cathy, Palma Douglas, McCue Jhon. 2008. Calcium Oxalate Urolithiasis. CE. Artículo 1. pp. 496-500

Lasosa, V. M. J., 1998. Aparato urinario. Radio diagnóstico ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 62

Ross L. A.. 2005. Calcium Oxalate Urolithiasis in Dog and Cats. From de publisher of compendium STANDARDS OF CARE EMERGENCY AND CRITICAL CARE MEDICINE. Vol. 7.7 pp. 1-6

Ling V. G. Thurmond MC, Choi Y. K., Franti CE, Ruby AL, Johnson DL. Changes in proportion of canine urinary calculi composed of calcium oxalate or struvite in specimens analyzed from 1981 through 2001. J Vet. Inter Med 2003, pp 817–823.

Ling, V. G., 1995. Epidemiología de los urolitos y tapones uretrales, coloquio en Urología. Ed. Hill's Pet Nutrition, Universidad de California/Davis. PP. 5

Ling, V. G., 1996. Litiasis urinaria, enfermedades del aparato urinario de perros y gatos diagnóstico, tratamiento médico, prevención, ed. Intermédica, Colombia, pp. 157-161, 167-170.

Ling, V. G., Sorenson, L. J., 1997. Tratamiento y prevención de urolitiasis de urato, *Terapéutica veterinaria de pequeños animales*, 2ª ed. ed. McGraw-Hill Interamericana. México, D. F. pp. 1063 –1065

Lobato Anna M. 2007. Trastornos de la micción en *Tratado de Medicina Interna Veterinaria*. 6a ed. Vol. 2. Editores S. J. Ettinger, E. C. Feldman. Ed. ELSEVIER SAUNDERS. España. p. 99.

Lulich, P. J. Osborne, A. C., 2005, Cistocentesis, *Revista, Clínica práctica FIAVAC*, pp. 30, 31, 32, 33.

Lulich, P.J., Osborne, A. C., 2001. Urolitos compuestos: tratamiento y prevención, *terapéutica veterinaria de pequeños animales*, 3ª ed. ed. McGraw-Hill Interamericana, México. pp.932, 933, 934, 935.

Meyer Dj., Harvey J., 1998. *Veterinary Laboratoria Medicine*. Saunders. Ed. 2Da. Philadelphia.

Miller, W., 1982. *Introducción a la radiología*, 1ª ed. ed. manual moderno México pp. 11

Moore, A. 2007, Análisis cuantitativo de los cálculos urinarios en perros y gatos, *Revista No. 1 Veterinary Focus* ed. Waltham, pp. 22, 23, 24,25, 26, 47, 48.

Nelson, W. R., Couto, G. C., 2000.*Medicina interna de animales pequeños*, 2a ed. Ed. Inter.-médica Buenos Aires, república de Argentina, pp. 620–624, 687-688, 691-698.

Norma Patricia Hernández P. Abril 2007. *Alteraciones Neurológicas de la Micción*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán. p.p 4-12.

O. Dossin, C., Germain, J. P. Braun. Oct. 2003. Comparison of the Techniques of Evaluation of Urine Dilution/Concentration in the Dog. *J. Vet. Med. A* 50, 322–325 2003 Blackwell Verlag, Berlin ISSN 0931–184X

Osborne A. C., Lulich, P. J. Ulrich, K. L., Austin W. G., 2001. Efectos farmacológicos en la formación de cristaluria y urolitos caninos y felinos, *terapéutica veterinaria de pequeños animales*, 3ª ed. McGraw-Hill Interamericana, México pp. 903, 904, 905.

Osborne, A. C., Kruger, M. J., Lulich J. P. y Polzin, J. D., 1997. Urolitiasis canina y felina: relaciones entre etiopatogenia tratamiento y prevención, fisiología y clínica quirúrgica en animales pequeños, 2ª ed. ed. Inter-médica, Buenos Aires Argentina pp. 478-519.

Osborne, A. C., Lulich, J. P., Austin, W. G., 1994. Terapéutica veterinaria de pequeños animales, efectos farmacológicos adversos en la formación de cristaluria y urolitos caninos y felinos ed. McGraw-Hill Interamericana México, pp 903 (b)

Osborne, C. A., 1996. Uropatías bacterianas caninas y felinas causa, cura y control, fisiología y clínica quirúrgica en animales pequeños, 2ª ed. ed. Inter-Médica, Buenos Aires, Republica de Argentina. pp. 444 (c)

Osborne, C. A., Klausner J. S., 1980. Calcium oxalate urolithiasis. En Current Veterinary Theraphy VIII. Ed. R. W. Kirk., Saunders, Philadelphia. pp 1055.

Osborne, C. A., Lulich, P. J. y Unger, K. L., 1994. Recuperación no quirúrgica de los urolitos para su análisis mineral, terapéutica veterinaria de pequeños animales, 1ª ed. ed. McGraw-Hill Interamericana, México, pp. 982, 983,984.

Osborne, C. A., Lulich, P. J., Unger, K. L., Bartges, W. J., Felice, J. L., 1996. Recuperación no quirúrgica de los urolitos para su análisis mineral, terapéutica veterinaria de pequeños animales, 1ª ed. ed. McGraw-Hill Interamericana, México, pp. 982, 983,984.(d)

Seaman Rebecca, DVM, Joseph W. Bartges, DVM, PhD. Canine Struvite Urolithiasis. Article #1 (1.5 contact hours) Refere. ed. Peer Review. Vol. 23, No. 5. Mayo 2001.

Sisson, S; Grossman, J. D. 1982. Anatomía de los Animales Domésticos. 4ª ed. Ed. Salvat Editores S.A. Barcelona, España. pp. 1728- 1729.

Sodikoff, Charles H., 2002. Pruebas diagnosticas de laboratorio en pequeños animales, Tercera edición. Harcourt Internacional. Madrid, España. pp. 76-88.

Taibor R., 1999.Nefrourología clínica. Intermédica. Buenos Aires. p. 123-137.

Urlich, K.L. 2000. Análisis de urolitos presentación, métodos e interpretación enfermedad del tracto urinario bajo felino ed. Hill´s Pet Nutrition pp. 27-30.

11. - GLOSARIO.

AZOTEMIA: Nivel normalmente elevado de desechos nitrogenados en el torrente sanguíneo y es causado por condiciones que disminuyen el flujo sanguíneo a los riñones.

UROLITO: Formación de piedras en cualquier parte del sistema urinario.

CÁLCULO: Piedra compuesta por minerales.

CRISTALURIA: Saturación de la orina con sales disueltas.

HEMATURIA: Presencia de sangre en la orina.

POLAQUIURIA: Aumento del número de micciones, que suelen ser de escasa cantidad y que refleja una irritación.

DISURIA: Difícil, dolorosa e incompleta expulsión de orina.

ESTRANGURIA: Micción lenta y dolorosa.

NEFROLITO: Urolito encontrado en riñón.

LITOTRIPSIA: Procedimiento médico que utiliza ondas de choque para romper cálculos que se forman.

HIPERCALCEMIA: Elevación del calcio plasmático de los rangos normales.