

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLÓGICA DE  
PACIENTES CANINOS CON UROLITIASIS EN EL  
HOSPITAL VETERINARIO DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA EN EL PERIODO  
DE FEBRERO 2015 – NOVIEMBRE 2017**

**ROGELIO AUGUSTO MURALLES OSCAL**

**Médico veterinario**

**GUATEMALA / JULIO DE / 2021**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLOGICA DE  
PACIENTES CANINOS CON UROLITIASIS EN EL HOSPITAL  
VETERINARIO DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA EN EL PERIODO DE FEBRERO 2015 – NOVIEMBRE  
2017**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD**

**POR**

**ROGELIO AUGUSTO MURALLES OSCAL**

**Al conferírsele el título profesional de**

**Médico Veterinario**

**En el grado de Licenciado**

**Guatemala, julio de 2021**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**JUNTA DIRECTIVA**

DECANO: M.A. Rodolfo Chang Shum  
SECRETARIA: M.Sc. Lucrecia Emperatriz Motta Rodríguez  
VOCAL I: M.Sc. Juan José Prem González  
VOCAL II: Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta  
VOCAL III: M.V. Edwin Rigoberto Herrera Villatoro  
VOCAL IV: P. Agr. Luis Gerardo López Morales  
VOCAL V: Br. María José Solares Herrera

**ASESORES**

**M.V. ROLANDO ANTONIO GUDIEL JOVEL**

**M.Sc. ALEJANDRO JOSÉ HUN MARTÍNEZ**

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

### **CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLOGÍA DE PACIENTES CANINOS CON UROLITIASIS EN EL HOSPITAL VETERINARIO DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA EN EL PERIODO DE FEBRERO 2015 – NOVIEMBRE 2017**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

**MÉDICO VETERINARIO**

## **ACTO QUE DEDICO**

### **A DIOS TODO PODEROSO**

Por siempre iluminar mi camino especialmente en los momentos que más lo necesite.

### **A MI MADRE**

Mari Oscal de Muralles por su apoyo incondicional, su amor, y por siempre cuidarme.

### **A MI PADRE**

Rogelio Muralles Pineda, por sus sabios consejos su ejemplo y enseñanza de un buen hombre.

### **A MI ESPOSA**

Alis Beltran de Muralles, por siempre creer en mí, por su amor, paciencia, ternura y comprensión a lo largo de toda la carrera.

### **A MIS HIJOS**

Allison y Roger Muralles, por ser la fuerza en los momentos de dificultad.

### **A MIS HERMANAS**

Damaris y Gaby Muralles, por siempre estar allí cuando las necesite.

### **A MI SUEGRA**

Virginia Cante, por su cariño y apoyo.

**A MIS CUÑADOS**

Noemi y Yessenia Beltran, Elmer Flores, por su cariño.

**A MIS SOBRINOS**

Elmer y Gaby Muralles, Adrián y Samuel Guzmán, Kelly Ajcuc por ser unos buenos niños.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	2
	2.1 General.....	2
	2.2 Específicos.....	2
III.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
	3.1 Conceptos básicos sobre urolitiasis.....	3
	3.2 Causas generales de la formación de urolitos y litogénesis.....	7
	3.2.1 Causas d origen microbiano.....	8
	3.2.2 Causas de origen nutricional.....	8
	3.2.3 Causas de base genética.....	10
	3.2.4 Litogénesis.....	13
	3.3 Importancia clínica de la urolitiasis.....	20
	3.4 Epidemiología mundial.....	21
	3.5 Toma de muestras.....	26
	3.5.1 Obtención de urolitos durante la micción.....	26
	3.5.2 Obtención de urocistolitos con ayuda de un catéter.....	27
	3.5.3 Obtención quirúrgica de urolitos.....	28
	3.5.4 Recolección de cristales urinarios.....	28
	3.6 Métodos de análisis cuantitativo de los cálculos urinarios.....	29
	3.6.1 Métodos químicos.....	29
	3.6.2 Métodos cristalográficos.....	31
	3.6.3 Métodos térmicos.....	35
	3.7. Diagnóstico mediante ecografía.....	37
	3.8. Bases teóricas sobre hematuria, disuria, polaquiuria y estranguria	40
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
	4.1 Materiales.....	45
	4.2 Metodología.....	45
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	48

VI.	CONCLUSIONES.....	52
VII.	RECOMENDACIONES .....	53
VIII.	RESUMEN .....	54
	SUMMARY.....	55
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
X.	ANEXOS .....	65



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.....	5
Cuadro 2.....	24
Cuadro 3.....	25
Cuadro 4.....	69
Cuadro 5.....	69
Cuadro 6.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 .....	6
Figura 2 .....	12
Figura 3.....	15
Figura 4.....	70
Figura 5.....	71
Figura 6.....	71
Figura 7.....	72
Figura 8.....	72
Figura 9.....	73
Figura 10.....	73
Figura 11.....	74
Figura 12.....	74

## I. INTRODUCCIÓN

La urolitiasis se define como la formación en las vías urinarias de sedimentos compuestos por uno o más cristaloides poco solubles. (Stevenson, 2002).

Los sedimentos microscópicos se denominan cristales y los precipitados macroscópicos más grandes se llaman urolitos. La urolitiasis constituye un problema frecuente en los animales carnívoros, principalmente en el perro y gato. Los urolitos pueden formarse en cualquier lugar de las vías urinaria, aunque en los perros, la gran mayoría aparece en la vejiga urinaria. La urolitiasis constituye la causa de aproximadamente el 18% de las consultas veterinarias en perros con afecciones del tracto urinario inferior. (Stevenson, 2002).

Los cuatro minerales que se encuentran con mayor frecuencia en los urolitos del perro son el fosfato amónico magnésico (estruvita), el oxalato cálcico, el urato amónico y la cistina. (Ettinger, 2007).

Existen varios factores de riesgo para que se presente esta afección en los perros, entre ellos se puede mencionar: edad, raza, sexo, tipo de alimentación, infecciones del tracto urinario por bacterias productoras de ureasa y problema metabólicos que provoquen un aumento de la excreción de minerales (p. ej., hipercalcemia). La administración de medicamentos puede ser un agravante en algunos casos. (Bartges, 2013).

El estudio tiene como objetivo analizar las fichas ecográficas para identificar los factores de riesgo para prevenir la enfermedad, así como la asociación de pacientes remitidos a ecografía con enfoque a estudio de vías urinarias con ello establecer la importancia del diagnóstico en etapas iniciales antes de que cause daños irreversibles en la salud de los pacientes afectados.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Caracterizar a los pacientes con urolitiasis en el Hospital Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en el periodo de febrero 2015 – noviembre 2017.

### **2.2 Específicos**

- Caracterizar a los pacientes con urolitiasis según: raza, edad, sexo y tipo de alimentación.
- Caracterizar a los pacientes con urolitiasis con historia clínica de hematuria, disuria, polaquiuria y/o estranguria.
- Establecer los riesgos para la presentación de urolitiasis.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Conceptos básicos sobre urolitiasis

La orina es un líquido que es excretado por el riñón y eliminado por el aparato urinario. Es una solución compleja en la que el agua representa alrededor del 95 % y el resto son desechos orgánicos e inorgánicos. Algunas de estas sustancias, cuando se presentan unas condiciones fisicoquímicas adecuadas, pueden originar agregados sólidos que se denominan cristales (Del Ángel Caraza y otros, 2007).

La presencia de cristales en la orina no lleva consigo necesariamente la aparición de signos clínicos, pero en algunas ocasiones los cristales, que son microscópicos, pueden agregarse formando estructuras de mayor tamaño que no pueden ser eliminadas, por lo que sí pueden originarse la aparición de signos clínicos, especialmente cuando alcanzan un cierto tamaño (Osborne y otros, 2000). Estas estructuras de mayor tamaño, macroscópicos, es lo que denominamos urolitos (Bovee, 1986; Ling, 1995; Osborne y otros, 1995).

El término urolito deriva de dos términos griegos: uro, que se refiere a orina, y lithos, que significa piedra. Los urolitos son agregados sólidos de sustancias cristalinas (y de vez en cuando no cristalinas) que se forman en uno o más lugares dentro del tracto urinario (Koehler y otros, 2009).

Son numerosas las sustancias cristalinas que pueden ser detectadas en los urolitos (Koehler y otros, 2009) (Tabla 1), pero existen suficientes publicaciones, como veremos más adelante en la revisión, como para afirmar que las más frecuentemente encontradas son: estruvita, oxalato de calcio (sin diferenciar sus dos presentaciones), urato amónico, cistina, fosfato cálcico (sin precisar presentación), silicato y xantina.

Los urolitos pueden irse formando con uno de estos minerales puros, normalmente en estos casos se van depositando capa sobre capa en dependencia de la saturación urinaria de cada momento, o con una combinación de minerales, pero también hay sustancias, fundamentalmente medicamentosas, que pueden precipitar en forma de cristales e incorporarse al urolito (Koehler y otros, 2009).

Conocer con precisión la composición mineral del urolito es de enorme importancia para el estudio de la fisiopatología concreta de cada caso de urolitiasis, así como para instaurar un tratamiento adecuado y una profilaxis efectiva que evite una de las complicaciones más temidas, y más repetidas, la recurrencia (Del Ángel Caraza, 2009).

También es necesario poder describir de manera homogénea las diferentes porciones que pueden identificarse en un urolito. A este fin, en la literatura existe un gran acuerdo (Ling, 1995; Osborne y otros, 1999a) en que en un urolito se pueden identificar diferentes partes (figura 1). El reconocimiento de estas diferentes áreas determina que cuando se informa sobre la composición de un urolito, si estas aparecen, en el informe se debe individualizar la composición de cada una de ellas.

**Cuadro 1.** Sustancias cristalinas que pueden ser detectadas en los urolitos

Nombre químico (nombre común*)	Fórmula
Oxalatos	
Oxalato cálcico monohidratado (whewellita)	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Oxalato cálcico dihidratado (weddellita)	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Fosfatos	
Beta-fosfato tricálcico (ortofosfato cálcico) (whitlockita)	$\text{beta-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Carbonato de apatita (mismo)	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
Fosfato cálcico hidrogenado dihidratado (brushita)	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Fosfato cálcico (hidroxiapatita)	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
Fosfato amónico magnésico hexahidratado (estruvita)	$\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Fosfato magnésico hidrogenado trihidratado (newberita)	$\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Ácido úrico y uratos	
Ácido úrico anhidro (mismo)	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$
Ácido úrico dihidratado (mismo)	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Urato amónico (mismo)	$\text{C}_5\text{H}_3\text{N}_4\text{O}_3 \cdot \text{NH}_4$
Urato sódico ácidomonohidratado (urato sódico)	$\text{C}_5\text{H}_3\text{N}_4\text{O}_3\text{Na} \cdot \text{H}_2\text{O}$
Cistina (mismo)	$(\text{SCH}_2\text{CHNH}_2\text{COOH})_2$
Silicato amorfo (silicato)	$\text{SiO}_2$
Xantina (mismo)	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_2$

\* si no se utiliza el nombre químico.

Fuente: Elaboración propia, tomado de K Koehler y otros, 2009.

Las partes que se pueden identificar en un urolito (debe mencionarse que no necesariamente todos los urolitos poseen todas las partes que aquí se describen) son (figura 1):

- a) El núcleo o nido: Punto focal cuyo aspecto difiere de las otras porciones. Puede ser de composición cristalina o tratarse de un cuerpo más o menos extraño (coágulos, detritus celulares, material de sutura, espigas, etc.). En los casos en los que el núcleo es de composición mineral, esta puede coincidir o no con la del resto del urolito. En principio el nido constituye el origen de la formación del urolito. Aunque habitualmente está ubicado en el centro, no es necesaria esa situación geométrica.

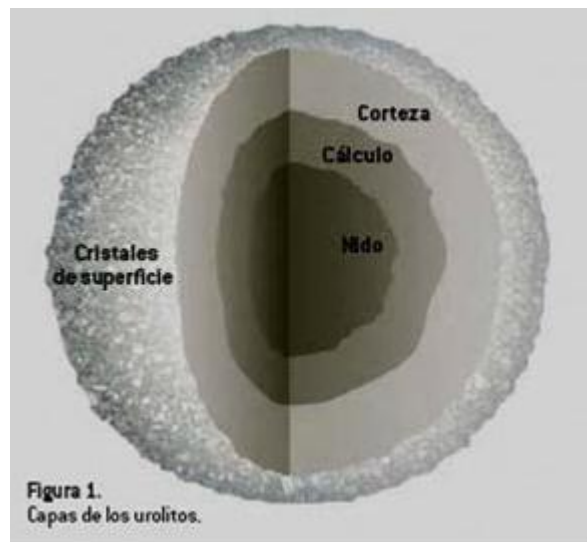
La piedra o trama: Los cristales se van agregando al núcleo y forman diferentes capas que constituyen la piedra o trama. Pueden presentar bandas

alternantes de diferentes minerales o un crecimiento sin interrupción del urolito. Conforma lo que sería el cuerpo principal del urolito.

La corteza: Representa la capa completa más externa de cristales precipitados (última capa completa).

Los cristales de superficie: Es la última capa que cubre, de forma incompleta, el urolito.

**Figura 1.** Arquitectura de un urolito



Fuente: Moore, 2007.

Un urolito cuya composición es de un 70 % (o más) de un solo mineral se denomina con el nombre de ese mineral; si tiene menos de un 70 % de un mineral concreto pero no se diferencian de manera clara ni núcleo ni capas se denomina urolito mixto. Se habla de urolitos compuestos para referirse a los urolitos que presentan una (o más capas) de diferente composición mineral que el núcleo (Osborne y otros, 1999a).

La urolitiasis puede ser padecida por casi cualquier especie. En una revisión de las publicaciones de esta patología durante 30 años (1977 a 2007) (Robinson y



otros, 2008) se encontró que afectaba a 27 especies animales diferentes, siendo la especie más común la canina seguida de la felina, y después, por este orden, los cerdos, las vacas y los caballos.

La incidencia de la urolitiasis se ha incrementado prácticamente en todas las especies animales (tanto en las especies salvajes como en las de granja o las de compañía, incluyendo perros y perros) y en los humanos. En todas estas especies los factores de riesgo parecen ser similares (Robinson y otros, 2008) pero en los últimos años se ha asumido la necesidad y la conveniencia de que se amplíen los estudios en dependencia de la composición química y de la especie, de modo que en la actualidad ya hay publicados estudios específicos en la especie canina para las dos composiciones mayoritarias (Okafor y otros, 2013 y 2014).

### **3.2 Causas generales de la formación de urolitos y litogénesis**

Se han identificado numerosos factores de riesgo que intervienen en la formación y/o el crecimiento de los urolitos, especie, raza, sexo, edad, dieta, pH de la orina, existencia de infección del tracto urinario, algunos tipos de alteraciones anatómicas, ciertas disfunciones renales, algunas anomalías metabólicas. Pero no todos estos factores tienen las mismas consecuencias en todos los tipos de urolitos. En algunos casos y para algunas composiciones la influencia está bien establecida, en otros no está tan claro, incluso algunos factores actúan de manera diferente en dependencia del mineral, así, por ejemplo, un pH alcalino de la orina favorece la aparición de cálculos de estruvita pero dificulta la presencia de los de oxalato cálcico (Bovée, 1984; Osborne y otros, 1999a).

A continuación se expondrán de manera sucinta algunas de estas causas, mientras que otras las comentaremos al hablar de cada composición concreta.

### **3.2.1 Causas de origen microbiano**

Clásicamente se ha asumido que las infecciones, especialmente las originadas por microorganismos productores de ureasa, favorecían la aparición de urolitos, hasta haberse afirmado que del 60 al 70 % de todos los tipos de cálculos estaban relacionadas con infecciones del tracto urinario (Bovée, 1984). Estos agentes eran capaces de alcalinizar la orina y con ello de favorecer la aparición y el crecimiento de los cristales de fosfato, además de proporcionar un sustrato de amonio apropiado para que se produzca la sobresaturación de la orina con fosfato amónico magnésico (Stevenson y Rutgers, 2006).

De entre todos los microorganismos responsables de infección del tracto urinario el *Staphylococcus intermedius* y las diversas especies del género *Proteus* son los más habitualmente citados como productores de ureasa (Ling y otros, 1998; Osborne y Less, 1995) pero *Klebsiella spp.*, *Pseudomonas spp.* y *Corynebacterium spp.* Son también agentes productores de esta enzima. También lo es, en condiciones in vitro, *Ureaplasma urealyticum* (Straub y otros, 2005), aunque su capacidad para originar en el animal vivo infección parece excepcional (Osborne y otros, 1999).

Más detalles se desarrollan en los apartados correspondientes de la revisión que se ha realizado de cada uno de los tipos de urolitos y que se presenta en las páginas siguientes.

### **3.2.2 Causas de origen nutricional**

Con el desarrollo económico se ha producido un incremento en el consumo alimentario de proteínas de origen animal, grasas, carbohidratos refinados y alcohol, lo que unido a la disminución de la ingestión de fibra y calcio, ha originado el aumento del número de casos diagnosticados de urolitiasis en la especie

humano (Hesse y Neiger, 2009). En algunos casos se ha sugerido que se reduce esa incidencia si se modifica, de manera estricta, la dieta (Borghy y otros, 2002; Siener y otros, 2005).

De la misma manera, la incidencia de urolitiasis en los animales de compañía, que era poco frecuente hasta hace cincuenta años (Bovée, 1984, se ha visto incrementado en paralelo a los cambios del modo de vida de los animales, entorno urbano, menos espacio, menos ejercicio, dieta seca, junto a la mayor longevidad de los mismos.

Un ejemplo claro de influencia de aparición o no de urolitos en la dieta es el del magnesio. Desde los años 80 del siglo pasado se sabe que si la dieta es muy rica en magnesio, en el gato se favorece la aparición de urolitos de fosfato amónico magnésico, siempre que el pH urinario sea alcalino (Kallfelz y otros, 1980) pero que con concentraciones similares de magnesio en un pH urinario ácido, en el entorno de 6, los cálculos podían incluso ser disueltos (Taton y otros, 1984). Por esas fechas casi toda la comida comercial para perros originaba una alcalinización postprandial del pH urinario (Buffington y otros, 1985).

Dietas ricas en proteína incrementan la excreción urinaria de urea y amonio en el gato y favorecen la aparición de cristaluria de estruvita mientras que no lo hacen las dietas con un contenido de proteína restringido (Zentek y Shulz, 2004).

También se sabe que dietas con poca humedad y escaso contenido en fibra están relacionadas con la formación de urolitos, en este caso de oxalato cálcico, independientemente de que se empleen en perros sanos o en perros con urolitiasis (Lekcharoensuk y otros, 2002).

Estas dietas inicialmente estaban destinadas a luchar contra la urolitiasis de estruvita, por acidificar la orina. Por ello ya a mediados de los 90 se llegó a afirmar

que el empleo de dietas diseñadas para la acidificación de la orina había sido uno de los principales responsables del aumento de la prevalencia de la urolitiasis por oxalato cálcico detectada en esos años (Osborne y otros, 1996) y se afirmó que este tipo no debían de ser utilizadas sistemáticamente en el gato pues estaban contraindicadas en casos de FLUTD idiopático, además de cuando existía urolitiasis por oxalato cálcico (Buffington y Chew, 1996).

Sin estudios detallados, no se pueden modificar las composiciones de las dietas: en animales de compañía dietas bajas en magnesio y potasio han sido implicadas en hipocaliémias e insuficiencia renal crónica (Di Bartola y otros, 1993) y en personas dietas acidificantes se han relacionado con trastornos del metabolismo óseo e hipercalciuria (Reddy y otros, 2002).

Desde hace una veintena de años, cuando se formula una nueva dieta se realiza el estudio de la RSS urinaria de los animales alimentados con esa dieta y con esa información se evalúa el potencial de cristalización de una orina para decidir la introducción o no de la misma (Houston y Elliott, 2009).

### **3.2.3 Causas de base genética**

En determinados tipos de cálculos es indiscutible la existencia de un mayor o menor grado de predisposición genética.

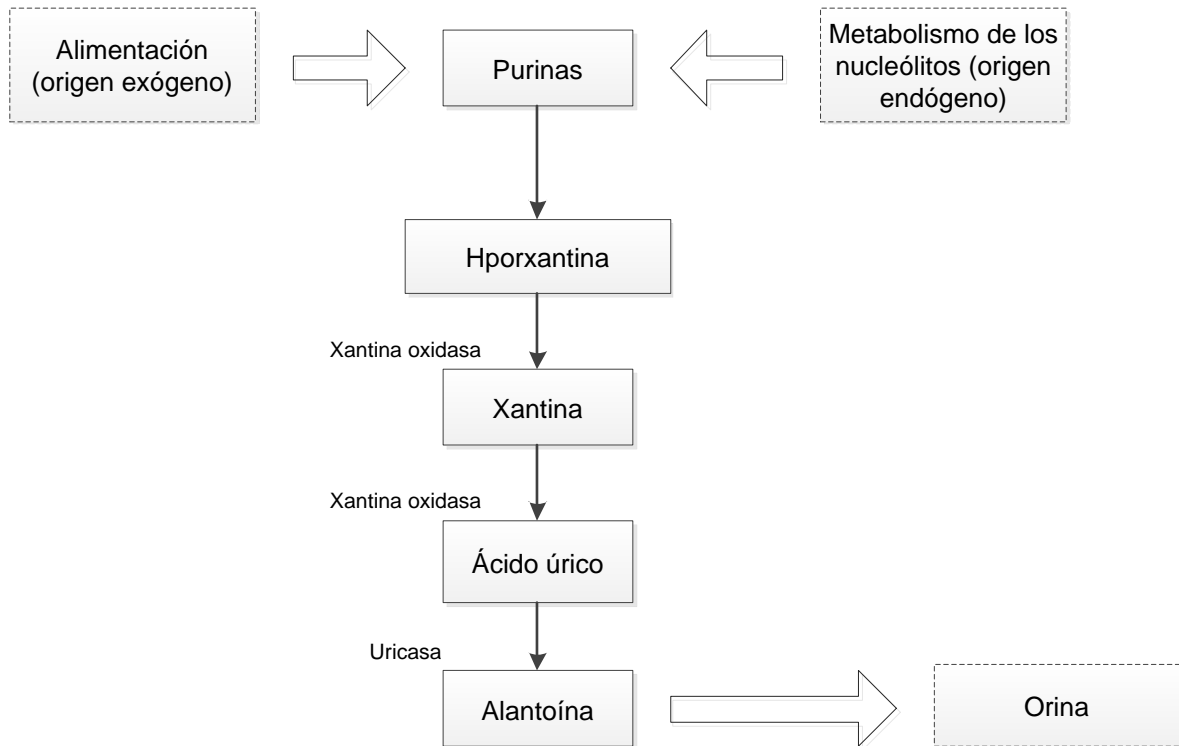
En algunos casos los factores genéticos intervienen a través de predisponer a los animales a padecimientos metabólicos que originan una mayor excreción urinaria de algún tipo de compuesto capaz de cristalizar en la orina y que por lo tanto presentan un riesgo más elevado que los individuos normales para la formación de ese tipo de urolitos. Es el caso de los animales con cistinuria o hiperuricosuria (Bannasch y Henthorn, 2008) o el de algunos de los que tienen

xantinuria (van Zuilen y otros, 1997). En otros casos es la existencia de anomalías anatómicas heredadas la responsable del problema (Bannasch y Henthorn, 2008).

La cistinuria es uno de los errores congénitos del metabolismo de los aminoácidos más frecuentes en medicina humana (Cabrera-Morales, 2011) y es también relativamente frecuente en perros y mucho menos en cerdos (Bové, 1986). Los mismos genes, entre ellos SLC3A1 y SLC7A9, que aparecen implicados en los casos humanos parecen afectar a los perros (Dello y otros, 2002), habiéndose identificado una herencia autosómica en la raza Terranova (Casal y otros, 1995) y suponiéndose que existe en otras razas (Hesse y Neiger, 2009).

El producto final del catabolismo de las purinas en el hombre (y en los primates) es el ácido úrico, que se origina tras la actuación de la enzima xantino oxidasa sobre la hipoxantina y la xantina. En el resto de mamíferos de interés veterinario, el ácido úrico, por intervención de la enzima uricasa, se metaboliza a alantoína (figura 3), que es el principal catabolito, y además bastante soluble (bastante más que el ácido úrico), del catabolismo de las purinas en el perro y en el gato (Villaverde, 2014).

**Figura 2.** Esquema del catabolismo normal de las purinas en perros



Fuente: Elaboración propia, tomado de Osborne y otros, 1995.

En la raza Dálmata hace ya un siglo que se conoce que su orina excreta concentraciones elevadas de ácido úrico (Benedict, 1916). Pero, dado que no todos los perros Dálmatas sufren esta anomalía, solo se puede concluir que la predisposición debe ser valorada junto con otros elementos como son: el incremento de la excreción urinaria de ácido úrico, se deba o no a la infección por microorganismos ureasa positivos, la ausencia de inhibidores de la formación de urolitos o la presencia de promotores de la formación (Kruger y Osborne, 1986). Por otra parte, los trastornos derivados de anomalías genéticas como la señalada, originadora de hiperuricemia e hiperuricosuria, no son exclusivos de esta raza y podrían ser justificados por una cierta predisposición racial (Bannasch y Henthorn, 2008).

Cualquier insuficiencia hepática grave puede favorecer la aparición de urolitos de urato, pero están especialmente predispuestos los animales con shunt

portosistémico sea adquirido o congénito. En algunas razas este trastorno es bastante habitual (Caporali y otros 2015). Aunque no está claro, parece que el padecimiento hepático es responsable de una menor conversión de ácido úrico en alantoína (así como una menor conversión de amoniaco en urea), lo que conllevaría la hiperuricemia (Stevenson y Rutgers, 2006). En los perros no se ha identificado predisposición racial a padecer este tipo de urolitiasis, pero sí existe para los shunt portosistémicos en las razas Himalaya y Persa (Levy y otros, 1997).

De acuerdo con el metabolismo de las purinas (figura 3) la xantina aparece como consecuencia de la actividad de la xantina oxidasa sobre la hipoxantina y la xantina. La xantinuria primaria es una enfermedad muy rara (es más frecuente el hallazgo de casos secundarios de origen iatrogénico) que ha sido citada en pocas razas, siendo la Cavalier King Charles Spaniel la única en la que se ha concluido que se trataría de un trastorno en el que la transmisión es autosómica (van Zuilen y otros, 1997). Otras descripciones, incluyendo las realizadas en perros (Del Ángel-Caraza y otros, 2012) no incluyen estudios familiares y no permiten confirmar la heredabilidad o si se trata de una mutación espontánea.

### **3.2.4 Litogénesis**

En principio, parece que los acontecimientos responsables de los inicios de un cálculo no son necesariamente similares para todos los tipos de cálculos (Osborne y otros, 1995). Además, según estos mismos autores, los factores que intervienen en el inicio pueden ser diferentes de los responsables del crecimiento de los cálculos.

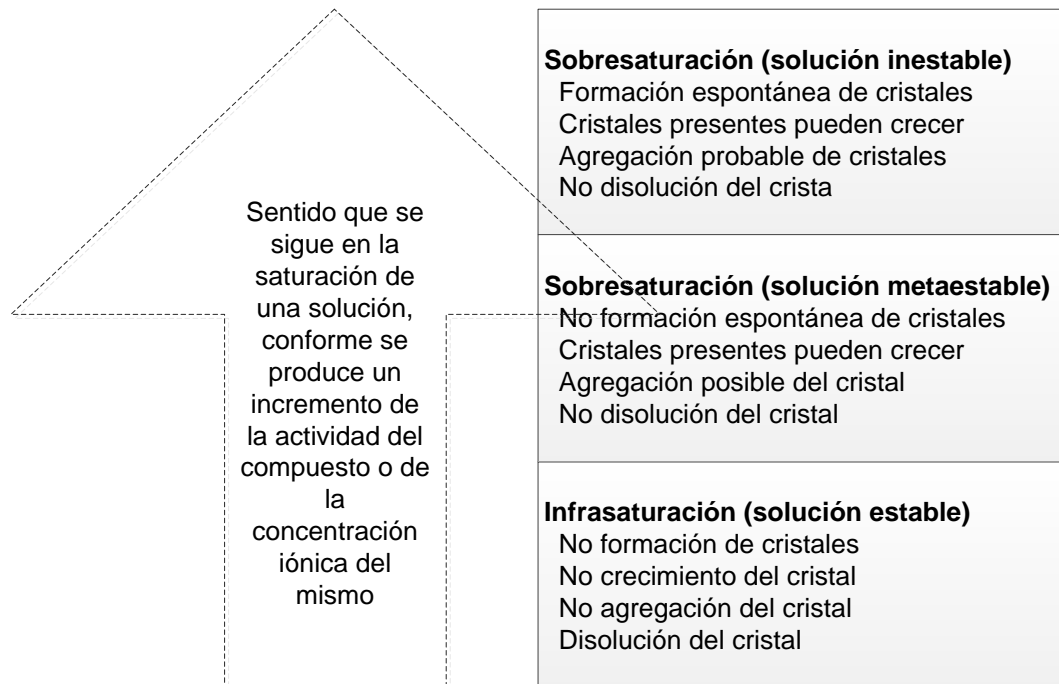
Para que se origine un urolito es necesaria la excreción urinaria de una cantidad elevada de una o varias sustancias químicas que sobresaturen la orina, un determinado pH urinario, diferente en función del compuesto que forma el urolito, y que los cristales formados permanezcan en el tracto urinario un tiempo

suficiente hasta que alcancen un tamaño que no permita la expulsión con la micción (Muñoz Martínez, 2004).

El principal requisito para la formación de los urolitos es que la orina se encuentre sobresaturada con una sustancia capaz de cristalizar. Ese punto en el que se produce la saturación del agua con un componente químico que puede formar un cristal es lo que se denomina “producto de solubilidad termodinámica” y se consigue en muchos momentos en una orina, pero no por ello se forman necesariamente los cristales, por lo que se ha sugerido que la orina debe contener, de manera normal sustancias inhibidoras de la formación de cristales, de manera que aunque se superan las concentraciones de soluto se mantienen todavía en solución (estado de sobresaturación metaestable) (figura 4). Esta situación puede mantenerse bastante tiempo hasta que se alcanza el punto en el que la sustancia ya no puede mantenerse disuelta y precipita. Estaríamos entonces en el estado de sobresaturación inestable. Como en la orina la mayoría de las sustancias que pueden formar los urolitos se encuentran en esa fase metaestable se argumenta que la capacidad urinaria para contener más solutos en solución que si se tratase de agua pura se debe a la existencias de iones que interactúan y forman complejos solubles, de modo que la concentración iónica libre de esos componentes está reducida (Adams y Syme, 2005).



**Figura 3.** Zonas de saturación urinaria, que se corresponderían con la evolución de la solución en cuanto a estabilidad



Fuente: Elaboración propia, tomado de Osborne y otros, 2005.

Por ello se ha afirmado que “el principal factor responsable de la formación de cristales en el tracto urinario” es la sobresaturación urinaria y por ello se debe estudiar la RSS (Houston y Elliott, 2009).

### a. Formación del urolito

El primer paso para la aparición de un urolito, lo que se denomina la fase de “nucleación” es la formación de un “cristal nido” o “cristal embrión” (Osborne y otros, 1995). Para explicar este paso se han expuesto varias teorías, que pueden resumirse en: teoría de la cristalización-precipitación, teoría de la matriz nuclear y teoría de la inhibición de la cristalización.

La teoría de la cristalización-precipitación defiende que la propia sobresaturación es la responsable de la aparición del nido (Del Ángel Caraza,

2009; Osborne y otros, 1995). La formación de los urolitos comienza por la precipitación de un núcleo de cristal mineral submicroscópico en forma de entramado. Si el cristal se forma a partir de una solución pura, el proceso se denomina nucleación homogénea pero si los cristales se forman sobre superficies ya existentes, lo que se supone que puede ser bastante frecuente, se habla de nucleación heterogénea; esta última parece necesitar un menor grado de sobresaturación (Adams y Syme, 2005).

La teoría de la matriz nuclear justifica la formación del nido por la existencia en la orina de sustancias orgánicas que pueden proporcionar una superficie sobre la que se depositen los cristales. Se trataría de “sustancias de diferentes características químicas (materia orgánica en forma de detritus celulares, agregados proteicos, macromoléculas, medicamentos o cristales) que tienen la capacidad de combinarse con los componentes urinarios de determinadas fases cristalinas insolubles, catalizando la capacidad precipitante de estas a través de la formación de un complejo estable poco soluble que hace precipitar dicha fase insoluble sin necesidad de que se verifiquen en orina sobresaturaciones demasiado elevadas” (Muñoz Martínez, 2004).

A estas sustancias probablemente habría que añadir que posiblemente pueden ejercer también como promotores la presencia de objetos extraños a las vías urinarias (suturas, catéteres, materias vegetales, etc.) (Del Ángel Caraza y otros, 2011).

Otros elementos que han sido reputados como posibles promotores son el enlentecimiento urinario, la infección por bacterias, especialmente si se trata de agentes ureasa positivos (Osborne y Kruger, 1984), y la presencia de medicamentos o tóxicos en la orina (Osborne y otros, 2009), pero en estos casos no se trataría de elementos que proporcionen una superficie sobre la que se depositen los cristales.

La teoría de la ausencia de inhibidores de la cristalización defiende que en la orina normal hay “una serie de sustancias orgánicas e inorgánicas estabilizadoras de la orina, que permiten la presencia de altas concentraciones urinarias de sustancias químicas susceptibles de cristalizar en solución, actuando bien sobre la superficie del cristal (interfiriendo en los sitios activos de crecimiento del cristal) o bien formando complejos más solubles al unirse a las sustancias cristalizables” (Muñoz Martínez, 2004) y que es la ausencia o disminución importante de estas sustancias la responsable del inicio del proceso de formación del urolito.

Se ha citado que altas concentraciones de estos inhibidores (citrato, magnesio o glucosaminoglucanos), junto a un pH débilmente ácido, ralentizan la cristalización del oxalato cálcico, determinando que la zona metaestable sea muy ancha o que la solubilidad del producto no se alcance, por lo que no se produciría el cálculo si estas sustancias no disminuyen de manera drástica o si los componentes del oxalato de calcio no están presentes en muy elevadas concentraciones (Hesse y Neiger, 2009).

Deficiencias tanto en la cantidad como en la calidad de los inhibidores de la cristalización facilitan la formación de urolitos, pero no solo porque inhiban la formación, sino que también disminuyen la agregación y/o el crecimiento de los cristales (Adams y Syme, 2005).

#### **b. Crecimiento del urolito**

Una vez formado el “cristal nido”, este, todavía microscópico, debe crecer hasta alcanzar al menos un tamaño macroscópico que permita ya denominarle como urolito. Esto puede realizarse por crecimiento directo del cristal, crecimiento epitaxial o agregación de cristales (Osborne y otros, 2000).

El “cristal nido” puede crecer si la sobresaturación urinaria es del mismo tipo cristalino que el que formó el nido. En estos casos se ha sugerido que la disminución de los inhibidores de la cristalización es un factor de menos interés que el grado de sobresaturación (Osborne y otros, 1995). De hecho el proceso de crecimiento exige una menor sobresaturación que el crecimiento, es un proceso lento y por ello es poco probable que intervenga de manera importante en la formación de los urolitos que se sitúan en la pelvis renal, ya que en la mayoría de las ocasiones debería producirse en el corto periodo de tiempo que la orina tarda en atravesar los túbulos. Esta es la razón por la que se sospecha que en la mayoría de las personas la formación de los urolitos es una mezcla de crecimiento más agregación (Menon y Resnick, 2002).

El crecimiento epitaxial se produce cuando un segundo cristal puede ser capaz de crecer sobre uno preexistente de otro tipo (Miller y otros, 2007). Este procedimiento es el que se suele asociar a la explicación de la aparición de cálculos mixtos. Un ejemplo es de los cristales de carbonato cálcico como promotores del depósito de oxalato cálcico (Geider y otros, 1996).

La tercera posibilidad de crecimiento es la agregación, que puede ser primaria, crecimiento directo de cristales hijos sobre un cristal padre preexistente o secundaria, unión de una serie de cristales ya formados como consecuencia de enlaces débiles que se establecen entre ellos por puentes cristalinos o, en ocasiones, por la presencia de sustancias orgánicas (por ejemplo, uromucoides) que actúan como puente de unión entre cristales (Muñoz Martínez, 2004). La primaria es de interés en el caso del oxalato cálcico y la secundaria lo es para las urolitiasis por estruvita o urato (Del Ángel Caraza, 2009).

Estas teorías, sin embargo, no son capaces de explicar adecuadamente la razón de la aparición, ciertamente rara, pero que ha sido bien documentada, de urolitos formados solo por matriz (Osborne y otros, 1999a).

No existe tampoco una explicación clara para justificar porqué en unas ocasiones hay un único urolito y en otras son múltiples, incluso numerosos. Se ha sugerido (Hesse y Neiger, 2009) que microurolitos que ha viajado desde el riñón a la vejiga pueden continuar en suspensión en la orina residual creciendo y produciendo piedras de diferentes tamaños y que, cuando los urolitos son únicos, su origen haya sido la propia vejiga.

### **c. La cinética de la formación/crecimiento**

No se sabe, en vivo y en casos espontáneos, cuánto tiempo se necesita para que se forme y crezca un urolito. En estudios experimentales (Klausner y otros, 1980) se ha comprobado que los cálculos pueden ser radiológicamente detectables desde las dos semanas. Este mismo periodo de tiempo es el que ha sido necesario para la disolución de algunos cálculos, en este caso de origen no experimental sino espontáneo (Osborne y otros, 1999). Por ello, se supone que respecto a la patogenia de los urolitos, al menos para algunos es preferible hablar en términos de días y semanas y no de meses y años (Osborne y otros, 1995b).

### **d. El papel del área geográfica**

En medicina humana se sabe que la zona geográfica es un factor que debe ser tenido en cuenta. En USA la prevalencia de los cálculos urinarios es mayor en el sur que en el norte y en el este que en el oeste (Soucie y otros, 1994). Se ha sugerido que la exposición a la luz solar provoca una orina más concentrada, ya que la sudoración origina una mayor pérdida de líquidos y un aumento de la absorción intestinal de calcio y el consiguiente incremento de la excreción urinaria de este mineral, por el estímulo de la producción de vitamina D asociado a la exposición a los rayos solares (Soucie y otros, 1994). En este contexto, es posible justificar que en el sureste de ese país haya una mayor prevalencia de urolitiasis. Sin embargo no resulta tan fácil de justificar, con argumentos geográficos, que

mientras en USA menos de un 10 % de los urolitos humanos son de ácido úrico y más del 70 % tienen entre sus componentes el calcio, en los países mediterráneos más del 75 % de los cálculos estén relacionados con el ácido úrico (Monk y otros, 2004).

Como se puede comprobar más adelante las composiciones de los cálculos de los perros y los perros son sustancialmente similares en las diferentes partes del mundo, pero las prevalencias de cada composición son diferentes. No se puede argumentar que la geografía sea el elemento determinante, pero si puede influir, junto a la distribución racial y la alimentación.

La componente geográfica ha sido estudiada en USA (Franti y otros, 1999) en un trabajo en el que dividían el país en seis regiones: a) Nueva Inglaterra y Atlántico Medio, b) Atlántico Sur, c) Centro Norte, d) Centro Sur, e) Montaña y Pacífico y f) California. La conclusión fue que se diagnosticaban más casos en la costa oeste (la región de California), que precisamente es la de mayor población y, razonablemente, la que tiene más animales de compañía y entre ellos más perros.

Esta correlación con las áreas de mayor densidad de población ha sido también comprobada en México (Del Ángel Caraza, 2009). Este autor encontró que el mayor número de casos aparecía en las regiones centro-sur y oeste donde se encuentran los estados más poblados del país, y que cuentan con dos de las ciudades más grandes y sus respectivas zonas metropolitanas, Ciudad de México (Distrito Federal) y Guadalajara (en Jalisco).

### **3.3 Importancia clínica de la urolitiasis**

La importancia de la urolitiasis la determina su gran incidencia en gran número de especies animales y su elevada recurrencia. Los urolitos se pueden formar en cualquier parte del aparato urinario, y si no se diagnostica de forma

precoz su aumento de tamaño, pueden causar daños irreversibles, pudiendo llegar a desembocar en una insuficiencia renal uni o bilateral que ponga en peligro la vida del paciente (López López, 1986). En ocasiones los signos clínicos de urolitiasis pueden ser los primeros en ser detectados y ser los que dan pie al diagnóstico de patologías subyacentes o alteraciones metabólicas y/o anatómicas, como es el caso del shunt portosistémico. Si los factores predisponentes relacionados con la urolitiasis no se corrigen, posiblemente el problema reaparezca a pesar de haber eliminado el urolito mediante cirugía u otro tratamiento (Osborne y otros, 2000).

Por todo lo explicado anteriormente se puede deducir que la determinación de la composición del urolito es de suma importancia, ya que nos permite instaurar una profilaxis basada en impedir la sobresaturación urinaria, condición imprescindible en la patogenia de la urolitiasis. Además el conocimiento de la dieta, de las concentraciones séricas y urinarias de los minerales calculogénicos, de los promotores e inhibidores de la precipitación y de sus interacciones ayudan tanto al diagnóstico, como al tratamiento y la prevención de la urolitiasis (Osborne y otros, 1999a; Osborne y otros, 2000).

### **3.4 Epidemiología mundial**

La primera evidencia de urolitiasis en humana es el caso de un joven de unos 16 años fallecido hace casi 7000 años en El Amrah (Egipto) que presentaba una piedra de fosfato cálcico y ácido úrico. De hecho, si exceptuamos las trepanaciones y las circuncisiones, que tenían connotaciones rituales, el procedimiento quirúrgico más antiguo es probablemente “cortar para un piedra”, lo que se relacionaría con la cita de “lo que no se cura con la medicina debe ser curado con el cuchillo” que aparece en una tesis doctoral realizada sobre urolitiasis en 1662 (Michell, 1989).

Se ha comprobado que animales que vivieron antes de la existencia de los hombres tenían urolitos: por ejemplo, un reptil marino que vivió en la era Mesozoica (hace aproximadamente 80 millones de años). Los primeros autores que describieron la existencia de cálculos en el riñón y en la vejiga fueron Herodoto (484-420 a. de C.) y Aristóteles (348-322 d. de C.) (Hesse y Neiger, 2009).

En el caso del perro existen numerosos estudios epidemiológicos de la urolitiasis desde la década de los años 30 en diferentes países. Probablemente el estudio más antiguo sea el citado por Weaver, que afirmaba que el 1 % de los perros que acuden a la clínica presentaban cálculos urinarios que mayoritariamente se alojaban en la vejiga, presentándose en diferentes formas, tamaños, texturas, colores y composición (Weaver, 1970). Poco después, en el que probablemente es el primer texto global de uronefrología canina y felina (Osborne y otros, 1999a), se proporcionaban porcentajes genéricos de composición de los urolitos, pero solo en la especie canina: Del 60 al 90 % eran de estruvita, alrededor del 10 % eran de urato, en el entorno del 5 % aparecían los de cistina y un 10 % también eran los de oxalato cálcico. Desde esa época hasta la fecha se han realizado diversos estudios en todo el mundo: en el continente Americano: en Brasil (Oyafuso y otros, 2007), Canadá (Houston y otros, 2004), USA (Osborne y otros, 1999a), Venezuela (Barboza-Mena y otros, 1995) y México (Del Ángel Caraza, 2009); en Europa hay estudios generales (Stevenson y otros, 2000), estudios de más de un país, como Benelux (Bélgica, Países Bajos y Luxemburgo) (Picavet y otros, 2007), España y Portugal (Vrabelova y otros, 2011) o Noruega y Suecia (Wallerström y Wågberg, 1992) y estudios específicos de diversos países de este continente: Alemania (Hesse, 1990), Bulgaria (Tion y otros, 2015), España (Escolar y otros, 1990), Hungría (Bende y Nemeth, 2004), Irlanda (Jones y otros, 2001), Portugal (Tomé y otros, 2009), Reino Unido (Rogers y otros, 2011), República Checa (Sosnar y otros, 2005), Rumanía (Mirceau y otros, 2006); en África hay un trabajo de Kenia (Brodey y otros, 1977), y en Oceanía se



han publicado datos tanto de Australia (Manning y Blaney, 1998), como de Nueva Zelanda (Jones y otros, 1998).

De acuerdo a la literatura la incidencia (número de casos nuevos de urolitiasis que se producen en la población durante un intervalo temporal definido) se encontraba entre el 3 y el 5 %, en el periodo 1980 a 2000 (Hesse y Neiger, 2009). De todos los perros atendidos en una clínica de pequeños animales en Norte América entre 1980 y 1993, el 0.53 % padecieron urolitiasis (Osborne y otros, 2000) y, de acuerdo a una encuesta alemana con 133 casos clínicos, la frecuencia de urolitos entre los perros atendidos durante un año fue entre 0.5-1 % (Hesse y Neiger, 2009). Un estudio alemán sobre patología canina en 1999-2001 reveló una prevalencia (número total de animales de compañía de la población que tienen urolitos en un momento específico) del 0.15 % (87 casos de urolitiasis entre 58.025 diagnósticos) (Hesse y Neiger, 2009).

Ha habido un incremento en la incidencia de urolitos en años recientes con un aumento de prevalencia en determinadas razas (Hesse y Neiger, 2009).

Los urolitos de estruvita fueron encontrados en 2.6 % de perros en una colonia cerrada de pura sangre Beagle (55 entre 2.125) durante un periodo de 17 años (Kaspar y otros, 1978).

La predisposición racial está probada en la formación de urolitos en perros, en Alemania se comprobó mediante la comparativa de las doce razas más comúnmente afectadas y las estadísticas de cachorros de esas razas entre 1994-2004 (Hesse y Neiger, 2009) (Cuadro 2). De acuerdo con estos estudios, Yorkshire Terriers, Caniches, Dálmatas, Cocker Spaniels, Shih Tzus y Pequineses tienen una predisposición positiva a la urolitiasis mientras los Pastores Alemanes tienen una predisposición negativa (Hesse y Neiger, 2009). Otros autores que han realizado estudios en nuestro país (conjuntamente con Portugal) citaron como

razas predispuestas: Yorkshire Terrier, Schnauzer Miniatura, Cocker Spaniel, Caniche, Shih Tzu y Dálmata (Vrabelova y otros, 2011).

**Cuadro 2.** Predisposición racial al padecimiento de urolitiasis canina en Alemania, comparado con las estadísticas de cachorros de la Asociación Alemana de Criadores de Perros

Razas de perros con urolitos 1994-2001(130 razas, 6.312 perros con urolitos)	%	Cachorros 1994 % (190 razas, 114.690 cachorros)	Cachorros 2004 % (224 razas, 92.601 cachorros)	Predisposición estadística a presentar urolitos
Teckel	22.4	14.3	17.2	+
Yorkshire Terrier	12.7	1.2	1.8	+
Caniche	6.4	2.3	2.7	+
Dálmata	6.2	1	1.1	+
Cocker Spaniel	6	2	2.1	+
Shih Tzu	3.1	0.34	0.52	+
Pequinés	2.9	0.09	0.18	+
Westy	2.7	1.5	2.4	
Schnauzer miniatura	2.2	1.2	1.1	
Pastor alemán	1.8	21.4	25.5	-
Schnauzer mediano y gigante	1.9	1.4	1.7	
Boyero de Berna	1.4	1.5	1.3	

Fuente: Elaboración propia, tomado de Hesse y Neiger, 2009.

La prevalencia de urolitos es mayor en animales machos, ratio macho/hembra 1.8/1 (Hesse y Neiger 2009) o 1.4/1 (Vrabelova y otros, 2011). Sin embargo esto puede variar de manera importante según la raza y el tipo de urolito, como se puede ver en la revisión.

Hay que constatar que la urolitiasis ha sido vista con menos frecuencia en perros castrados (Hesse y Neiger, 2009). En su recopilación señalan un 56.4 % en machos enteros y un 29.9 % en hembras enteras mientras que los machos y las hembras castrados representan un 5.4 % y un 7.9 % respectivamente. En el mismo sentido el grupo de Vrabelova (Vrabelova y otros, 2011) publica que los perros enteros padecen urolitiasis 5.4 veces más que los castrados.

Mientras que la edad media de los perros que padecen urolitiasis ronda los 6-7 años (Osborne y otros, 1999a) en nuestro país se citan edades algo mayores (7.6  $39 \pm 3.1$  años) (Vrabelova y otros, 2011). El 72 % de los perros afectados tienen entre 4-10 años (Hesse y Neiger, 2009).

En el caso de la urolitiasis canina los minerales más frecuentes son la estruvita y el oxalato de calcio. Otros minerales como uratos y xantinas (purinas), cistina, fosfato de calcio, silicato, mixtos y otros, registran menores porcentajes (Vrabelova y otros, 2011).

Un 90-95 % de los urolitos se encuentran alojados en tracto urinario bajo (Osborne y otros, 1999a), un 60 % en la vejiga, un 16 % en la uretra y un 27 % en ambas localizaciones (Hesse y Neiger, 2009). Entre los perros machos el 43 % de los urolitos aparecen solo en la vejiga urinaria, en el 25 % de los casos ocurren solo en la uretra y un 32 % lo padecen en ambas localizaciones. Entre las hembras solo un 10 % de los urolitos son encontrados en la uretra. Independientemente del género solo un 1 % de todos los urolitos aparece en el tracto urinario superior (Hesse y Neiger, 2009) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Localización de los urolitos en perros en Alemania en el periodo 1984-2001

Perros	Vejiga	Uretra	Vejiga/Uretra	Riñón	Uréter
Hembra (n = 2.247)	88.3	1.5	8.9	1.1	0.2
Hembra castrada (n = 600)	86.5	1.8	10.8	0.7	0.3
Macho (n = 4.263)	43.1	24.8	31.3	0.4	0.4
Macho castrado (n = 415)		24.6	32.8	0.5	0.2
Desconocido (n = 10)	0.8	0	0	0	0
Total(n = 7.535)	60.00	16.00	23.1	0.6	0.3

Fuente: Elaboración propia, tomado de Hesse y Neiger, 2009.

Algunos estudios, sin embargo, indican que algunos urolitos, especialmente de oxalato de calcio, son más comunes de lo que originariamente se pensaba en riñón y en uréteres (Hesse y Neiger, 2009). Las modernas técnicas de diagnóstico

por imagen juegan un importante papel en redefinir los diagnósticos (Hesse y Neiger, 2009).

En esa primera descripción genérica realizada a principios de los años 70 del pasado siglo (Osborne y otros, 1972) no se hablaba de porcentajes en los perros y se citaba simple, pero nítidamente que “la urolitiasis también aparece en el gato pero es mucho menos habitual que en el perro”.

### **3.5 Toma de muestras**

Como ya se ha señalado, el análisis del urolito que presenta es un elemento muy importante para el manejo clínico de un animal con urolitiasis. Por ello es recomendable aprovechar las diferentes posibilidades de obtención de urolitos, siempre teniendo en cuenta que si un urolito es visible por el ojo humano es que tiene un tamaño suficiente para realizar en él un análisis cuantitativo (Osborne y otros, 2000).

#### **3.5.1 Obtención de urolitos durante la micción**

Los urolitos pequeños localizados en la vejiga o en la uretra pueden ser eliminados durante la micción, con más frecuencia si las afectadas son las hembras y en menos ocasiones si son los machos, y más fácilmente si se trata de urolitos cuya superficie es lisa y más difícilmente si su superficie es rugosa (Osborne y otros, 1992). Este hecho permite recuperar cálculos utilizando tazas de recolección con fondos de malla de alambre, disponibles en algunas empresas proveedoras de productos médicos (Osborne y otros, 2000), pero también sería posible recuperarlos durante la micción utilizando redes de acuarios para peces tropicales, fabricadas de manera comercial y mucho más económicas (Osborne y otros, 1992).

Para cálculos situados en la vejiga y que tienen un tamaño suficiente para atravesar una uretra distendida es posible utilizar un procedimiento no quirúrgico, la urohidropropulsión, que se realiza en poco tiempo, que exige un periodo anestésico corto y que origina una disuria y una hematuria menos importante que la asociada a las cistotomías (Lulich y Osborne, 1996a). Este procedimiento es esencialmente el perfeccionamiento de una técnica publicada originalmente hace más de cuarenta años para movilizar cálculos situados en la uretra en perros machos (Piermattei y Osborne, 1971).

### **3.5.2 Obtención de urocistolitos con ayuda de un catéter**

Los urocistolitos pequeños pueden obtenerse a través de un catéter uretral ejerciendo aspiración mediante una jeringa (Lulich y Osborne, 1992). Los cálculos localizados en la vejiga urinaria que son detectados mediante radiografía simple son demasiado grandes para ser obtenidos por este método, aunque en ocasiones, asociado a un cálculo de mayor tamaño, pueden existir cálculos más pequeños, que sí se podrían recoger. Estos cálculos pueden ser detectables mediante cistografía de doble contraste (Osborne y otros, 2000).

Con el paciente en decúbito lateral, se introduce un catéter bien lubricado, flexible y suave para no causar daños en la mucosa uretral, teniendo en cuenta que cuanto mayores sean los orificios del catéter, más fácil será la obtención de los cálculos. Si la vejiga no está suficientemente distendida de manera natural (por la orina almacenada), es necesario distenderla parcialmente con solución salina fisiológica, recomendándose entonces palpar a través del abdomen la vejiga urinaria para evitar una sobredistensión, porque esto aumentaría el espacio en el que estarían suspendidos los urolitos. Para llevar a cabo este procedimiento con éxito es necesario que durante la aspiración con jeringa un ayudante mueva el abdomen del paciente vigorosamente con movimientos de arriba a abajo para que los urocistolitos localizados en el fondo de la vejiga se suspendan en el medio y

sean susceptibles de ser aspirados. Es necesario repetir esta operación varias veces y la luz de la vejiga urinaria debe ser distendida cada vez (Osborne y otros, 2000).

Como los pacientes formadores de urolitos están predispuestos a padecer infección urinaria de origen bacteriano inducida por el catéter, se debe considerar el establecimiento de un tratamiento antibiótico preventivo antes y después del procedimiento (Osborne y otros, 1992).

### **3.5.3 Obtención quirúrgica de urolitos**

No se va a entrar en la explicación de las técnicas quirúrgicas adecuadas para la eliminación de cálculos del sistema urinario por no ser ese el objeto de esta revisión, pero sí es importante destacar que en muchas ocasiones esta será la única terapéutica que se puede instaurar. Aprovechar el cálculo extraído para su análisis es la culminación lógica del procedimiento.

### **3.5.4 Recolección de cristales urinarios**

Cuando no se dispone de la composición mineral de los urolitos y no ha sido posible su recuperación mediante alguno de los procedimientos anteriores, puede recurrirse a la preparación de un gran sedimento de cristales urinarios obtenidos de la centrifugación de la orina en un tubo de fondo cónico (Osborne y otros, 1995b). La cantidad de sedimento obtenido puede aumentarse eliminando el sobrenadante después de cada centrifugación y añadiendo orina no centrifugada para así repetir la operación varias veces. Si aún persisten las condiciones que dieron lugar al urolito, el análisis cuantitativo del “botón” obtenido a partir del sedimento cristalino puede ofrecernos una información sobre la composición mineral muy valiosa, pero hay que tener en cuenta que dicha composición mineral corresponde a la porción más externa de los urolitos compuestos y debe

interpretarse conjuntamente con otros datos clínicos y analíticos existentes (Osborne y otros, 2000).

### **3.6 Métodos de análisis cuantitativo de los cálculos urinarios**

En general se puede admitir que hay dos métodos de análisis de los urolitos, los cualitativos y los cuantitativos (Koehler y otros, 2009). Los primeros utilizan procedimientos químicos mientras que los segundos emplean métodos físicos. Esta segunda clasificación es la que se ha utilizado en una reciente revisión (Cloutier y otros, 2015), en la que se concluye que los métodos químicos a menudo son insuficientes para analizar con precisión los urolitos, ya que no detectan algunos elementos químicos de interés, mientras que los métodos físicos son los que son cada vez más utilizados en los laboratorios potentes.

#### **3.6.1 Métodos químicos**

Las primeras referencias a composición de los urolitos de los perros asumen un análisis químico de las piedras. De hecho, en el primer texto de urología canina y felina antes citado (Osborne y otros, 1972) se refería que “existen kits comerciales para el análisis de los urolitos”, y se citaba como nota a pie de página “Oxford Stone Analysis Set for Urinary Calculi”, que es un kit para análisis químico.

Este tipo de análisis es un procedimiento colorimétrico cuya finalidad es identificar los componentes químicos de una muestra. Para ello se añaden una cierta cantidad de gotas de un reactivo determinado a una alícuota de una pequeña cantidad de un pulverizado del urolito a estudiar. De acuerdo con el color que aparece se identifica la sustancia, anión o catión, presente (Koehler y otros, 2009).

El análisis químico de los cálculos urinarios sigue siendo el método más frecuentemente utilizado en los pequeños laboratorios que dan soporte a las clínicas y a los centros hospitalarios veterinarios, aunque casi no hay casas comerciales que proporcionen juegos de reactivos; el más utilizado probablemente en este momento es el Urinary Calculi Analysis de Diagnostic Systems GmbH, que suele ser el que patrocina la potente empresa alemana Merck, y que es también bastante utilizada en el ámbito de la medicina humana (Bangash y otros, 2011).

La principal razón para este uso mayoritario de la determinación química podría ser que la aplicación cristalográfica y térmica al estudio del cálculo es relativamente nueva y necesita, al menos en sus comienzos, la colaboración de un profesional cristalógrafo y un químico, respectivamente, pero tampoco es desdeñable el alto coste de los equipos que se precisan (López López, 1986). Algo parecido se puede decir de los otros procedimientos que se comentan más adelante.

A pesar de su extendido uso el análisis químico no es el más idóneo y debe ser desechado por tratarse de una técnica destructiva, que impide conservar la muestra examinada para su valoración por otra técnica o para la repetición del examen en caso de duda en la identificación pero sobre todo por la falta de exactitud de los resultados obtenidos, que se interpretan colorimétricamente y arroja unos resultados falsos en más del 50 % de los casos (Hesse y otros, 2005). Además, presenta notables limitaciones para diferentes composiciones, hasta el punto que el propio kit antes citado (Urinary Calculi Analysis, Diagnostic Systems) solo proporciona los necesarios patrones para estruvita, urato amónico, oxalato cálcico y dos formas de fosfato cálcico, la brushita y la apatita.

Hace ya más de treinta años que se comprobó que estos procedimientos químicos revelan una gran cantidad de falsos positivos y de falsos negativos, habiéndose publicado que solo acertaron en el 46 % de las ocasiones (96 de 223



casos) (Osborne y otros, 1986), por lo que los autores señalaban que de acuerdo con su estudio la profesión veterinaria debía abandonar el uso exclusivo de las pruebas químicas cualitativas para la identificación de la composición química de los urolitos.

### **3.6.2 Métodos cristalográficos**

Los métodos cristalográficos permiten el conocimiento de la composición mineral del urolito y abren las puertas a la investigación de los mecanismos íntimos de la formación del cálculo, imprescindibles para instaurar una terapéutica eficaz que inhiba la cristalización, nucleación y el crecimiento litogénico (López López, 1986). Además han demostrado su incalculable valor para identificar cálculos inusuales. Un gran número de cálculos se originan a partir de materiales extraños que encuentran su camino al interior de la vejiga. La ventaja, por ejemplo, del análisis microscópico es que pueden identificarse estos componentes inusuales. Los fragmentos de material vegetal y las astillas de madera se identifican fácilmente al microscopio óptico, las partículas metálicas precisan microanálisis de rayos X y los polímeros pueden identificarse mediante espectroscopía de rayos infrarrojos (Moore, 2007). Entre algunos de los materiales más inusuales que se han encontrado en el nido de los cálculos se incluyen espigas en cálculos de estruvita (Del Ángel Caraza y otros, 2011) e incluso una aguja de coser, comida por un perro, que migró al interior de la vejiga (Houston y Eaglesome, 1999).

#### **a. Cristalografía óptica**

Una vez identificadas 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, al mismo tiempo que se sumergen en un líquido de índice de refracción conocido. Mediante la cuantificación del índice de refracción de los

diversos componentes cristalinos, puede determinarse su identidad y su proporción para cada capa. Este método permite una identificación y una cuantificación rápida y precisa. La principal limitante del procedimiento es que si un cálculo contiene minerales poco habituales o metabolitos de un fármaco o un nido muy diminuto que difiere del resto del cálculo, es preciso utilizar otras técnicas para confirmar su composición (Moore, 2007).

#### **b. Microscopía electrónica y microanálisis de rayos X**

La técnica precisa un microscopio electrónico de barrido equipado con un sistema de microanálisis de rayos X (espectrómetro de energía dispersiva), que permite el examen y el análisis de muestras muy pequeñas. El cálculo se fracciona por la mitad y se coloca en el microscopio, siendo preciso el análisis de las diferentes regiones dentro del mismo. Puede aumentarse el tamaño de cada cristal individual, puede inmovilizarse en su sitio un nido diminuto sin correr el riesgo de destruirlo al intentar manipularlo o extraerlo manualmente (Muñoz Martínez, 2004).

La técnica permite el análisis de todas las capas presentes dentro del cálculo y determina su composición por muy delgadas que sean. El sistema de microanálisis de rayos X que está fijado al microscopio electrónico de barrido proporciona la composición elemental de cualquier material que se esté examinando, siendo incluso posible analizar individualmente cristales situados muy próximos unos a otros. Los elementos individuales presentes en la muestra pueden identificarse midiendo los rayos X emitidos desde la muestra cuando es bombardeada por el haz de electrones del microscopio (Hesse y Sanders, 1985).

El microscopio electrónico de barrido y el microanálisis de rayos X son muy eficaces cuando se analizan materiales inorgánicos como los minerales, pero no puede distinguir entre compuestos similares, como la brushita o la apatita, que son

formas de fosfato cálcico, o materiales orgánicos como la xantina y el ácido úrico. Para separar estos tipos de compuestos es precisa la utilización de otra técnica como es la espectroscopía de absorción de rayos infrarrojos (Muñoz Martínez, 2004).

Este tipo de análisis empezó a emplearse en animales hace más de cuarenta años (Sutor y Wooley, 1970) pero no se generalizó hasta muy recientemente. En ese trabajo las autoras citan que durante un estudio de la composición de cálculos urinarios humanos realizado con el método de difracción de rayos X, ellas recibieron varios cálculos animales para su examen (vaca: tres vesicales, uno uretral y cuatro renales; perro: tres uretrales y uno vesical, en todos los casos procedentes de perros Dálmatas; cobaya: uno uretral; caballo: uno renal y tres vesicales; cerdo: dos vesicales y uno de uréter; y oveja: un uretral y ocho renales).

### **c. Espectroscopía de absorción de rayos infrarrojos**

El análisis con espectroscopía infrarroja es el análisis más completo y preciso, especialmente después del desarrollo de la espectroscopía infrarroja transformada de Fourier (EIR-TF), de gran sensibilidad y que permite un fácil análisis de la composición molecular de muestras muy pequeñas, además de otras ventajas como su rapidez y fiabilidad (Youn y Won, 2000). El principio del método es el siguiente: cuando varios compuestos que no reaccionan entre sí, que no forman asociaciones moleculares y que no contienen ellos mismos asociaciones entre sus moléculas, se encuentran formando una mezcla, el espectro de absorción infrarroja de esta última es el resultado de la superposición de los espectros de cada uno de los componentes (Hidalgo y otros, 1983).

Para el estudio mediante espectroscopía infrarroja se elabora previamente una pequeña pastilla, casi transparente, con una pequeñísima cantidad de polvo

del urolito y con bromuro potásico. La delgadez de la pastilla se obtiene tras someter la mezcla a una altísima presión. En el estudio se registró normalmente la absorbancia de la muestra estudiada (Carmona y otros, 1997).

Cuando las ondas infrarrojas atraviesan una muestra (en este caso del urolito) se genera un espectro, que puede ser registrado en absorbancia o en transmitancia, que es una “huella”, del compuesto o compuestos y que, tras ser comparada con un espectro de referencia permite identificarlos (Koehler y otros, 2009). Según estos autores, el procedimiento es útil para identificar los componentes de un urolito que no se pueden identificar con el microscopio de luz polarizada, para determinar la calidad y la consistencia de las muestras, y para cuantificar las cantidades de diferentes sustancias dentro de la muestra.

La espectroscopía infrarroja permite identificar una amplia variedad de materiales orgánicos, entre ellos una serie de componentes que se encuentran habitualmente en los cálculos urinarios, y es de incalculable valor para distinguir entre los diferentes tipos de uratos, entre ellos el urato amónico y el sódico, el ácido úrico y la xantina. También puede utilizarse para distinguir el oxalato cálcico monohidratado del dihidratado, así como los diferentes fosfatos, como la brushita, la apatita y el fosfato tricálcico (Moore, 2007). Evidentemente, para un adecuado aprovechamiento, es necesario conocer el espectro infrarrojo del mayor número posible de sustancias puras con las que comparar.

Este método de análisis es el más utilizado en el ámbito humano, hasta el punto que se estima que cada año se analizan en el mundo más de 300.000 cálculos con él (Cloutier y otros, 2015).

### **3.6.3 Métodos térmicos**

En los últimos cincuenta años se han desarrollado algunos métodos térmicos que nos informan tanto cualitativa como cuantitativamente de las sustancias que integran los cálculos, y que están basados en que todos los minerales tienen alguna reacción térmica al ser calentados, si su rango de temperatura es correcto. Estos métodos pueden identificar con certeza los componentes presentes en una mezcla y aunque son técnicas destructivas, las cantidades necesarias son pequeñas (es suficiente con 100 mg o menos). Se ha sugerido que presentan múltiples ventajas sobre la metodología química, por lo que la mayoría de los autores desechan esta última y solo algunos la recomiendan como técnica complementaria de métodos cristalográficos cuando no se disponen de los demás, pero nunca como método único (López López, 1986).

La técnica es simple, rápida y cuantitativa, y el equipo en el que se realiza no exige un mantenimiento complicado, por lo que puede emplearse como una técnica de primera elección en el análisis cuantitativo de rutina de todos los cálculos urinarios (Sharma y otros, 1989). Recientemente se ha sugerido que podría ver incrementada su potencia diagnóstica cuando se asocia a los estudios con dispersión de rayos X (Lee y otros, 2012).

#### **a. Análisis térmico diferencial**

Un material reactivo a estudio se calienta al lado de una muestra de referencia, generalmente inactiva térmicamente, bajo condiciones térmicas idénticas, siendo registradas las diferencias de temperatura entre las dos muestras cuando ambas son calentadas. Se elabora una curva típica de este tipo de reacción donde cualquier modificación energética de la muestra problema respecto a la muestra referencia se manifiesta con un pico. La interpretación de esta muestra es extremadamente compleja (López López, 1986).

### **b. Termogravimetría y termogravimetría derivativa**

Una curva de termogravimetría es un registro de las variaciones de peso consecuencia de un incremento constante de temperatura respecto al tiempo, obteniéndose normalmente con incrementos de temperatura más pequeños que en el caso del análisis térmico diferencial. Las pequeñas variaciones de la curva son difíciles de detectar, surgiendo para solucionar este problema una curva más diagnóstica: la termogravimetría derivativa, que se obtiene manual o automáticamente por variaciones de peso en pequeños espacios de tiempo o modificaciones de temperatura, generando una curva similar a la del análisis térmico diferencial, cada pico representado en la curva corresponde con una variación de peso con un significado físico claro, por lo que la información que facilita la termogravimetría derivativa es más exacta que la del análisis térmico diferencial, sin embargo este método permite más información porque con la misma cantidad de calor en ocasiones no se registra modificación del peso pero sí variaciones energéticas representadas en la curva de análisis térmico diferencial (López López, 1986).

### **c. Factores de riesgo**

Algunos factores pueden predisponer a la aparición de un tipo u otro de cálculo. Los cálculos de estruvita tienden a afectar más a los perros pequeños, en especial a algunas razas: Shih Tzu, Schnauzer Miniatura, Caniche Miniatura, Bichón Frisé, Lhasa Apso, Cocker Spaniel.

La edad a la que aparecen está entre 1 y 8 años, y en cuanto a sexos, dado que la formación de cálculos de estruvita en el perro se asocia a una infección del tracto urinario primaria, es más común en las hembras, ya que son más propensas a las infecciones del tracto urinario inferior.

Los cálculos de oxalato cálcico son más comunes en los machos de pequeño tamaño de 6 a 12 años de edad. También se ha observado cierta predisposición en algunas razas: Shih Tzu, Schnauzer Miniatura, Caniche Miniatura, Bichón Frise, Lhasa Apso y Yorkshire Terrier.

Los perros con más riesgo de formación de urolitiasis de urato es sin duda son los de raza Dálmata. En el resto de perros, casi todo el urato es metabolizado a alantoína, que es muy soluble y excretada por los riñones. Sin embargo, en el dálmata sólo se convierte en alantoína el 30-40% del ácido úrico, lo que da lugar a un aumento de la excreción de urato. Otras razas afectadas son: Bulldog Inglés, Schnauzer Miniatura, Shih Tzu, Yorkshire Terrier.

En el Dálmata pueden aparecer a cualquier edad, pero a menudo entre 1-4 años, y en las otras razas entre los 3-6 años o incluso menores de 1 año si presentan shunt portosistémico. Y en cuanto al sexo, los machos son más propensos que las hembras. En los perros de raza Dálmata, pueden verse afectados el 30% de los machos.

Las razas más predispuestas a los cálculos de cistina son: Terranova, Bulldog Inglés y Teckel, sin embargo se han detectado en más de 60 razas. Los perros más propensos son los de 2-7 años. En el caso del Terranova pueden aparecer cálculos de cistina en animales menores de 1 año y los machos presentan más riesgo que las hembras.

### **3.7. Diagnóstico mediante ecografía**

Los pacientes con un cólico nefrítico suelen presentar un dolor característico en la fosa renal, vómitos y, quizá, fiebre. Pueden tener antecedentes de litiasis. El diagnóstico clínico ha de confirmarse mediante una técnica de imagen apropiada. La elección del estudio de imagen dependerá de la carga del paciente, la

exposición a los rayos X y las restricciones en cuanto al uso de medios de contraste, como la presencia de una alergia, concentración elevada de creatinina, medicación con metformina, hipertiroidismo no tratado, mielomatosis/pa especificidad y la sensibilidad de la TC helicoidal sin contraste fueron similares (4, 5-9) o superiores (10-11) a las obtenidas con la urografía.

En casos seleccionados puede obtenerse más información sobre la función renal mediante la combinación de TC con infusión de contraste. Las ventajas de la TC son la demostración de cálculos de ácido úrico y xantina, que son radiotransparentes en las radiografías simples, y la capacidad de detectar diagnósticos alternativos. Sin embargo, la ventaja de una modalidad de imagen sin contraste debe equilibrarse con la mayor dosis de radiación administrada al paciente durante el estudio de TC.

Además, la TC es menos adecuada para fines de seguimiento después del tratamiento de cálculos radiopacos. Un método alternativo, de uso habitual, para evaluar a los pacientes con dolor agudo en la fosa renal consiste en una radiografía simple de riñones, uréteres y vejiga (RUV) combinada con ecografía (ECO). Una experiencia amplia indica que, en una proporción elevada de pacientes, estos métodos son suficientes para diagnosticar un cálculo ureteral.

Entre las exploraciones especiales realizadas en casos concretos figuran pielografía retrógrada, pielografía anterógrada y gammagrafía.

Aunque la administración intravascular de un medio de contraste suele ser responsabilidad del radiólogo, la inyección de contraste se utiliza en ocasiones como procedimiento complementario para localizar cálculos durante la litotricia mediante ondas de choque. Muchos urólogos también se responsabilizan de la evaluación radiológica diagnóstica de los pacientes con problemas litiásicos.



Por tanto, resulta primordial un conocimiento básico de los riesgos que entraña el uso de medios de contraste y las precauciones necesarias (tabla 6). Además, son aplicables todas las recomendaciones de la Sociedad Europea de Radiología Genitourinaria y otras publicaciones específicas.

El ultrasonido es seguro y no doloroso, y produce imágenes del interior del organismo usando ondas de sonido. Las imágenes por ultrasonido, también denominadas exploración por ultrasonido o ecografía, involucran el uso de un pequeño transductor (sonda) y un gel para ultrasonido para la exposición del cuerpo a ondas acústicas de alta frecuencia. El transductor recoge los sonidos que rebotan y una computadora luego utiliza esas ondas sonoras para crear una imagen. Las exámenes por ultrasonido no utilizan radiación ionizante (como se usa en los rayos X). Debido a que las imágenes por ultrasonido se capturan en tiempo real, pueden mostrar la estructura y el movimiento de los órganos internos del cuerpo, como así también la sangre que fluye por los vasos sanguíneos.

Las imágenes por ultrasonido es un examen médico no invasivo que ayuda a los médicos a diagnosticar y tratar condiciones médicas.

El ultrasonido convencional presenta las imágenes en secciones delgadas y planas del cuerpo. Los avances en la tecnología con ultrasonido incluyen el ultrasonido tridimensional (3-D) que transforma los datos de ondas acústicas en imágenes de 3-D.

Un estudio con ultrasonido Doppler puede ser parte de un examen con ultrasonido.

### **3.8. Bases teóricas sobre hematuria, disuria, polaquiuria y estranguria**

En términos generales, los signos del tracto urinario bajo son más frecuente en machos castrados de edad media, obesos, con escasa actividad física, con acceso restringido al exterior, alimentados con dieta seca y que además comparten la vivienda con más perros (Graver, 2000; Gunn-Moore, 2003).

En una serie de estudios se ha demostrado que ciertas características propias de los perros (raza, edad, sexo, estado reproductivo, etc.) y del medio ambiente (estación del año, alimentación, estilo de vida, etc.), pueden estar asociadas con algunas patologías causales específicas de presentación de signos del tracto urinario bajo (Lekcharoensuk et al., 2001).

- a. Sexo: Para la presencia de signos del tracto urinario bajo existe igual prevalencia para machos y hembras, sin embargo los machos tienen una predisposición mayor a la obstrucción de las vías urinarias, debido a que poseen una uretra más larga y angosta que las hembras (Osborne et al., 2002; Westropp et al., 2005).

En las hembras las causas de signos del tracto urinario bajo más comunes son FIC (30%), urecistolitiasis (8%), incontinencia urinaria (7%), cistitis bacteriana (4%), obstrucción uretral (~3%), uretrolitos (2%) y estenosis uretral (~1%) y en los machos las causas más frecuentes son obstrucción uretral (28%), cistitis intersticial (22%), tapones uretrales (8%), urocistolitos (4%), incontinencia urinaria (3%), cistitis bacteriana (3%) y estenosis uretral (2%) (Osborne et al., 2002).

- b. Estado Reproductivo: Cuando la prevalencia según sexos se ajusta por edad, el riesgo es mayor en machos castrados y hembras esterilizadas comparados con perros intactos, pero la edad en que fue realizada la castración no parece ser un factor importante en la presentación de

enfermedades causales de signos del tracto urinario bajo (Westropp et al., 2005).

Los machos castrados presentan mayor riesgo de ser afectados para cada etiología causal de signos del tracto urinario bajo, excepto para infección del tracto urinario bajo y para incontinencia urinaria, mientras que las hembras que han sido esterilizadas poseen mayor riesgo a la presentación urocistolitiasis, infección urinaria y neoplasias del tracto urinario bajo. Las hembras sexualmente intactas tienen un menor riesgo para cada causa de signos del tracto urinario bajo, excepto para los desórdenes neurológicos y las lesiones iatrogénicas (Westropp et al., 2005).

- c. Edad: Los perros entre los 2 a 6 años de edad, se ven más afectados por signos del tracto urinario bajo, aunque estos pueden ocurrir a cualquier edad, siendo de rara presentación en menores de 1 año, grupo en el cual son más frecuentes las infecciones urinarias bacterianas asociadas a defectos funcionales o anatómicos del vejiga y/o uretra. Los perros de edades entre 4 a 10 años poseen un mayor riesgo a la presentación de urocistolitiasis, obstrucción uretral y FIC, en cambio para los perros de 10 o más años de edad el riesgo aumenta para las infecciones bacterianas y neoplasias del tracto urinario bajo (Lekcharoensuk et al., 2001; Osborne et al., 2002; Westropp et al., 2005).
- d. Raza: Los perros de raza y doméstico de pelo largo tienen una mayor predisposición para presentar signos del tracto urinario bajo. En cambios, los perros de la raza con pelaje corto poseen un riesgo menor a la presentación de la enfermedad (Gunn-Moore, 2003; Westropp et al., 2005).

De acuerdo a la etiología, los perros se ven más afectados por la urocistolitiasis, a la infección del tracto urinario. (Lekcharoensuk et al., 2001).

e. Alimentación: El tipo de dieta que consume diariamente puede contribuir con la presencia de la patología, y con el manejo y prevención de futuros cuadros de recurrencia de algunas causas de signos del tracto urinario bajo, ya que los ingredientes dietarios y los patrones de alimentación influyen el volumen, el pH y la concentración de solutos en la orina. El conocimiento de estos factores dietarios y de la etiología para cada caso de signos del tracto urinario bajo permite la identificación de aquellos donde la modificación de la dieta puede tener una importancia real. Además, las modificaciones dietarias pueden ser adecuadas solo para aquellos casos donde la precipitación de minerales juega un rol en la fisiopatología de la enfermedad, como por ejemplo en urolitos y tapones uretrales. Más aun, aunque las recomendaciones dietarias apropiadas para el manejo de algún tipo de mineral están bien desarrolladas, para otros tipos de minerales como el oxalato de calcio aún se requiere de mayor investigación (Markwell et al., 1998).

Durante las últimas décadas, la reformulación de muchas de las comidas comerciales para perros no ha podido reducir el rol de la comida seca como factor de riesgo para los signos de tracto urinario bajo. Esta situación sugiere que existen factores ambientales que pueden desenmascarar una predisposición subyacente en algunos casos. La naturaleza exacta de esta predisposición permanece siendo indeterminada (Westropp et al., 2005).

Se informa un mayor riesgo de presentar signos del tracto urinario bajo y de recurrencia de éstos, asociado al consumo de comida comercial seca. Por ejemplo, perros no obstruidos con FIC alimentados con comida comercial seca tienen tasas de recurrencia de 39%, mientras que perros afectados con la misma patología pero alimentados con comida comercial enlatada húmeda poseen una tasa de recurrencia de un 11%. Este hallazgo se puede explicar porque las dietas húmedas aumentan el consumo diario de agua, lo que disminuiría la densidad

urinaria y con ello disminuiría también la posible concentración de sustancias nocivas en la orina (Bartges y Barsanti, 2000; Westropp et al., 2005).

La signología clínica que hace evidente una injuria a nivel de uretra y/o vejiga son poliaquiuria, hematuria, estranguria, periuria, disuria y anuria. Los dueños señalan que los perros que a veces orinan en lugares atípicos y que se lamen excesivamente el área genital. Hay vocalización, evitan moverse y adoptan la posición de micción continuamente. Si existe obstrucción uretral, los signos de uremia postrenal aparecen a las 24 horas de sucedido, con vómitos, anorexia, debilidad muscular y letargia. Si el animal no es desobstruido a tiempo, la progresión de la uremia lleva a un desorden metabólico y electrolítico, junto con hiperventilación secundaria a la acidosis, bradicardia secundaria a la hiperkalemia y la hipotermia que se traduce finalmente en la muerte del animal (Graver, 2000; Westropp et al., 2005; Valenzuela, 2006).

- **Disuria:** Se refiere a la micción dolorosa o dificultosa. Puede ser signo de alteraciones a nivel del sistema urinario bajo (vejiga y/o uretra) y/o del aparato genital (próstata o vagina) que causan un impedimento para el flujo normal de salida urinario. Además algunas alteraciones neurológicas como de médula espinal a nivel lumbar y/o sacro afectan la innervación simpática y parasimpática de las vías urinarias inferiores y pueden provocar disuria (Bistner et al., 2001).
- **Hematuria:** Es la presencia de sangre en la orina, ya sea de forma macroscópica o microscópica. Se asocia a hemorragia de las vías urinarias superiores o inferiores, aunque las coagulopatías sistémicas y algunos desórdenes del aparato reproductor también pueden ser causales de ella (Bistner et al., 2001).
- **Estranguria:** Es la micción dolorosa, en pequeña cantidad con presencia de tenesmo a nivel de vejiga. (Buffington, 2004b).

- Poliaquiuria: Es la evacuación de una pequeña cantidad de orina (gotas) desde la vejiga de forma más frecuente que lo normal (Buffington, 2004b).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Materiales**

#### **4.1.1 Recursos Humanos**

- Asesores de proyecto de investigación
- Estudiante investigador

#### **4.1.2 Recursos de campo**

- Automóvil
- Memoria USB
- Cámara Digital

#### **4.1.3 Recursos de Oficina**

- Computadora
- Fichas clínicas y ecográficas de pacientes
- Archivo de fichas ecográficas en Excel.
- Memoria USB
- Lapiceros
- Calculadora

### **4.2. Metodología**

#### **Tipo de estudio**

- Estudio descriptivo de corte transversal

#### **4.2.1 Localización geográfica**

El estudio se llevó a cabo en el Hospital de Veterinaria de Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia USAC.

#### **4.2.2. Criterios de inclusión**

Se utilizaron todas las fichas clínicas y ecográficas, de los pacientes caninos a los cuales se les realizó ecografía con énfasis en vías urinarias en el período febrero 2015-noviembre 2017.

#### **4.2.3. Criterios de exclusión**

Pacientes referidos por colegas veterinarios.

#### **4.2.4. Procedimiento**

El estudio se llevó a cabo con los datos de los pacientes a los cuales se les realizó ecografía con énfasis en vías urinarias; en el Hospital Veterinario de Animales de Compañía USAC, en el período de Febrero 2015 – Noviembre 2017.

Se utilizó una ficha para recolección de datos, la cual incluyó las variables objeto de estudio (diagnóstico de urolitiasis, especie, raza, edad, sexo, tipo de alimentación, signos clínicos de hematuria, disuria, estranguria y/o polaquiuria). Esto con la finalidad de determinar si existió asociación entre los factores de riesgo y signos clínicos para la presentación de la enfermedad objeto de estudio.

#### **4.2.5. Variables**

Cualitativas

- Raza
- Sexo
- Tipo de Alimentación
- Hematuria



- Disuria
- Estranguria
- Polaquiuria

#### Cuantitativas

- Edad

### **4.2.6 Análisis Estadístico**

Se utilizó análisis Multivariante, que es el conjunto de métodos estadísticos cuya finalidad es analizar simultáneamente conjuntos de datos multivalentes en el sentido de que hay varias variables medidas para cada individuo u objeto estudiado.

Su razón de ser radica en un mejor entendimiento del fenómeno objeto de estudio obteniendo información que los métodos estadísticos univariantes y bivariantes son incapaces de conseguir, con base a proporciones (variables cualitativas) y medidas de tendencia central (Variables cuantitativas), uso de tabla de distribución de frecuencias y gráficas.

Para establecer los principales riesgos relacionados con urolitiasis, se realizó una regresión logística para obtener odds ratio y así establecer el nivel de riesgo.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen factores que pueden predisponer a la formación de urolitos en los animales de compañía. Algunos de ellos son propios de la especie, y otros son debido a factores externos como alimentación, fuentes de consumo de agua, humedad, temperatura y área geográfica. Los perros de raza tienen una mayor predisposición para presentar signos del tracto urinario bajo, la predisposición racial a tipos específicos de minerales sugiere una base genética. (Gunn-Moore, 2003).

En el presente estudio el 83% (109/132) de los pacientes afectados pertenecieron a raza definida. (ver anexos cuadro 4) La anatomía propia de los machos hace que estos posean una uretra más larga, estrecha y con un hueso en el pene (Os penis), que impide el paso de partículas, detritos, sedimento o urolitos de bajo volumen, dificultando de manera parcial o total la micción, (Osborne et al., 2002).

Las hembras en cambio poseen una uretra más corta y amplia, lo cual permite el paso inclusive de urolitos de mediano tamaño, por lo que en muchas ocasiones no se diagnostica el padecimiento debido a que no manifiesta signos clínicos, (Osborne et al., 2002). La mayoría de urolitos en las hembras que producen signos clínicos son de gran tamaño. En cuanto al género el 61% (81/132) de los pacientes diagnosticados positivos fueron machos. (ver anexos cuadro 4)

La edad causa una disminución de la contractilidad del detrusor, de la capacidad vesical, de la capacidad de retrasar la micción, y también un pequeño incremento del volumen residual. Además de los cambios morfológicos y funcionales, muchos caninos adultos toman medicamentos que pueden predisponer a padecer urolitiasis. Así, una combinación de eventos patológicos,

fisiológicos y farmacológicos, pueden parcialmente explicar la alta prevalencia de urolitiasis en pacientes adultos. (Lekcharoensuk et al., 2001; Osborne et al., 2002). El 57% (75/132) de pacientes afectados fueron adultos, en los jóvenes se observó menor padecimiento 28% (37/122) y los geriátricos fueron los que menos se vieron afectados 15% (20/122). (Ver anexo cuadro 4).

La alimentación seca (concentrado) aumenta la densidad urinaria y con ello también la posible concentración de sustancias nocivas en la orina y la presencia de signos del tracto urinario bajo (Bartges y Barsanti, 2000). La fórmula nutricional de cada alimento comercial es diferente y se ha observado que esto incide directamente en el pH de la orina, predisponiendo a la precipitación de sustancias que pueden dar origen de agregados celulares y con la consecuente formación de urolitos. Con relación al tipo de alimentación el 78% (103/132) de los pacientes objeto de estudio fueron alimentados con concentrado comercial. (Ver anexo cuadro 4).

Los signos clínicos pueden presentarse de manera individual o en conjunto. En la mayoría de casos se manifiestan dos o más signos clínicos de la enfermedad, esto dependerá de los factores propios de la especie. La hematuria puede presentarse, de forma macroscópica o microscópica; esta se asocia a hemorragia de las vías urinarias superiores o inferiores, aunque las coagulopatías sistémicas y algunos desórdenes del aparato reproductor también pueden ser causales de ella (Bistner et al., 2001). De los pacientes objeto de estudio, el 73% (97/132) presentó signos clínicos de hematuria. (Ver anexo cuadro 4).

De la totalidad de casos un 65% (86/132) presentó signos clínicos de disuria; esto se refiere a la micción dolorosa. Puede ser signo de alteraciones a nivel del sistema urinario bajo (vejiga y/o uretra) y/o del aparato genital (próstata o vagina) que causan un impedimento para el flujo normal de salida urinario (Bistner et al., 2001). (Ver anexo cuadro 4).

En el caso de estranguria se encontró que el 32% (42/132) manifestó este signo clínico; este signo clínico se asocia un impedimento del flujo normal de la orina (Buffington, 2004b). (Ver anexo cuadro 4).

Los pacientes que manifestaron polaquiuria fueron el 30% (39/132), esto se debe a la evacuación en pequeña cantidad de orina (gotas) desde la vejiga de forma más frecuente que lo normal en la mayoría de ocasiones está asociado a otro signo clínico (Buffington, 2004b). (Ver anexo cuadro 4).

La presencia de cristales en la orina no lleva consigo necesariamente la aparición de signos clínicos, en ocasiones tampoco son visibles mediante rayos x, por ello uno de los métodos de diagnóstico más confiables continúa siendo la ecografía. En algunas ocasiones los cristales, que son microscópicos, pueden agregarse formando estructuras de mayor tamaño que no pueden ser eliminadas, por lo que sí pueden originarse la aparición de signos clínicos, especialmente cuando alcanzan un cierto tamaño (Osborne y otros, 2000).

En cuanto al diagnóstico de urolitiasis, de todos los pacientes a los que se les realizó ecografía abdominal por sospecha de urolitiasis, el 69% (91/132) fue positivo a urolitiasis. (Ver anexo cuadro 4).

Por medio del análisis de regresión logística, se obtuvo *odds ratio* ajustados de las variables consideradas como predictores de urolitiasis, resultando significativos los signos clínicos de: hematuria 22.7 veces más posibilidad de ser positivos a urolitiasis (intervalo de confianza al 95% 6.4 - 79.8), disuria 7.7 veces más, (2.4 - 24.9) y polaquiuria 5.4 veces más respectivamente (1.4 – 21.1), con respecto a los pacientes que no presentaron estos signos clínicos. Estos signos clínicos rara vez aparecen solos, en la mayoría de ocasiones se reportan dos o más de los signos mencionados y mientras más de los mismos se reporten, mayor es la posibilidad de que sean por urolitiasis.

Las demás variables que fueron sometidas al análisis estadístico, no tuvieron resultado significativo en cuanto a ser consideradas como predictoras de padecimiento de urolitiasis.

## VI. CONCLUSIONES

El 57% de los pacientes afectados por esta enfermedad son adultos entre 5-12 años, el 28% jóvenes entre 1-4 años y el 15% geriátricos de más de 13 años.

De los pacientes a los cuales se les realizó ecografía abdominal por sospecha de urolitiasis, el 69% (91/132) fue diagnóstico positivo a urolitiasis.

Los machos se reportan más afectados 61% (81/132), esto debido a que tienen una uretra más larga y estrecha que las hembras.

El 83% (109/132) de los pacientes afectados pertenecieron a una raza definida.

De los pacientes afectados el 78% (103/132) se alimenta de concentrado comercial, el 20% (26/132) de comida casera y el resto 2% (3/132) no especifico el tipo de alimentación.

De la totalidad de pacientes afectados, el 73% (97/132) presentaron signos clínicos de hematuria.

El 65% (86/132) de los pacientes objeto de estudio, manifestó el signo clínico de disuria.

Los pacientes que presentaron el signo clínico de estranguria fueron el 32% (42/132).

La polaquiuria fue manifestada en el 30% (39/132) de los pacientes evaluados.

Las variables consideradas como predictores de urolitiasis fueron: hematuria 22.7 veces más posibilidad de ser positivos a urolitiasis (intervalo de confianza al 95% 6.4 - 79.8), disuria 7.7 veces más, (2.4 - 24.9) y polaquiuria 5.4 veces más respectivamente (1.4 – 21.1).

## **VII. RECOMENDACIONES**

Para estudios futuros considerar otras variables que pueden también estar asociadas a la presentación de urolitiasis, entre ellas: fuentes de consumo de agua, estado reproductivo, condición corporal, medio ambiente, y clima.

Si se evalúa nuevamente la variable tipo de alimentación dieta seca (concentrado), considerar la información nutricional, ya que cada una de las marcas comerciales tiene diferentes porcentajes en cuanto a proteína, grasa, humedad, calcio, fosforo entre otras; y que pueden influir directamente en el cambio del pH urinario y predisponer a la formación de urolitos.

## VIII. RESUMEN

El presente estudio se realizó para caracterizar a los pacientes con urolitiasis en el Hospital Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en el periodo de febrero 2015 – noviembre 2017.

Se utilizó una ficha para recolección de datos, la cual incluyó las variables objeto de estudio (diagnóstico de urolitiasis, especie, raza, edad, sexo, tipo de alimentación, signos clínicos de hematuria, disuria, estranguria y/o polaquiuria). Esto con la finalidad de determinar si existió asociación entre los factores de riesgo y signos clínicos para la presentación de la enfermedad objeto de estudio.

Se concluyó que del 100% de las muestras el 69% fue positivo a urolitiasis, en cuanto a la raza el 83% pertenece a una raza definida; en cuanto al género el 61% fueron machos; con respecto a la edad el 57% fueron adultos; 28% jóvenes y 15% geriátricos, en cuanto al tipo de alimentación el 78% se alimenta de concentrado, el 20% de comida casera y el 2% no específico.

En cuanto a signos clínicos el 73% presentó hematuria, se reportó disuria en el 65% de los pacientes, en cuanto a polaquiuria lo manifestó el 30%, la estranguria afecta al 32% de los pacientes objeto de estudio.

Por medio del análisis de regresión logística, se obtuvieron odds ratio ajustados de las variables consideradas como predictores de urolitiasis, resultando significativos los signos clínicos de: hematuria 22.7 veces más posibilidad de ser positivos a urolitiasis (intervalo de confianza al 95% 6.4 - 79.8), disuria 7.7 veces más, (intervalo de confianza al 95% 2.4 - 24.9) y polaquiuria 5.4 veces más respectivamente (intervalo de confianza al 95% 1.4 – 21.1).



## SUMMARY

The following study aimed to characterized urolithiasis' patients of "Hospital Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia" from February 2015 to November 2017.

A data collection sheet was used, including all variables from the study subject (urolithiasis diagnosis, species, breed, age, gender, diet, clinical signs of hematuria, dysuria, stranguria, and/or urinary frequency). This in order to determine if there was an association between the risk factors and the clinical signs for the presentation of the disease subject of study.

It was concluded that from the 100% of the collected sample, 69% was positive to urolithiasis, in terms of breed, 83% belongs to a specific breed, in regard to gender, 61% were male, and 57% were adults, 28% young and 15% elderly, related to diet, 78% feeds from dog/cat food, 20% feeds from homemade food, and 2% did not specify.

Regarding clinical signs, 73% showed hematuria, dysuria was present in the 65% of the patients, in terms of urinary frequency 30% showed signs of it, meanwhile stranguria affects the 32% of the patients of the subject study.

Through a logistic regression analysis, adjusted odds ratio were obtained from the considered predictor variables of urolithiasis, meaningful clinical signs, results of: hematuria 22.7 times greater possibilities to be positive to urolithiasis (confidence interval of 95% 6.4 – 79.8), dysuria 7.7 times greater possibilities (confidence interval of 95% 2.4 – 24.9), and urinary frequency 5.4 times greater possibilities accordingly (confidence interval of 95% 1.4 – 21.1).

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adams L.G., Syme H.M. (2005). Canine lower urinary tract diseases. En: Ettinger SJ, Feldman EC, editors. *Textbook of veterinary internal medicine*. 6th ed. St Louis: Elsevier-Saunders. p. 1850-1874.
2. Bannasch D., Henthorn P.S. (2008). Changing paradigms in diagnosis of inherited defect associated with urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 39, 111-125.
3. Bangash K. t otros (2011). Spectrum of Renal Stones Composition: Chemical Analysis of Renal Stones. *International Journal of Pathology*, 9(2), 63-66.
4. Barboza-Mena G. y otros (1995). Evaluación de la composición mineral de los cálculos urinarios que afectan a perros y perros mediante el uso del análisis cristalográfico por el patrón de difracción de rayos X. *Revista Científica FCVLUZ*, 1, 11-17.
5. Bende B., Nemeth T. (2004). High prevalence of urate urolithiosis in the russian black terrier. *Veterinary Record*, 155(8), 239-240.
6. Borghi L. y otros (2002). Comparison of two diets for the prevention of recurrent stones in idiopathic hypercalciuria. *New England Journal of Medicine*, 346, 77-84.
7. Bovée K.C. (1984). Urolithiasis. En: Bovée. *Canine nephrology*. Pennsylvania: Harwall; 1984. P. 355-379.
8. Bovée K.C. (1986). Canine cystine urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 16(2), 211-215.



9. Buffington C.A., Chew D.J. (1996). Intermittent alkaline urine in a cat fed and acidifying diet. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 209, 103-104.
10. Buffington C.A. y otros (1985). Feline struvite urolithiasis: magnesium effect depends on urinary pH. *Feline Practice*, 15, 29-33.
11. Cabrera-Morales C.M. (2011). Cistinuria: diagnóstico y aproximación terapéutica. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 34(3), 453-461.
12. Caporali E.H. y otros (2015). Risk factors for urolithiasis in dogs with congenital extrahepatic portosystemic shunts: 95 cases (1999-2013) *Journal of American Veterinary Medical Association*, 246(5), 530-536.
13. Carmona P. y otros (1997). Infrared and Raman spectroscopy of urinary calculi: A review. *Biospectroscopy*, 3(5), 331-346.
14. Casal M.L. y otros (1995). Inheritance of cystinuria and renal defect in Newfoundlands. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 207, 1585-1589.
15. Cloutier J. y otros (2015). Kidney stone analysis: "Give me your stone, I will tell you who you are!" *World Journal of Urology*, 33(2), 157-169.
16. Del Ángel Caraza J. (2009). Estudio epidemiológico de la urolitiasis canina en México (tesis de pregrado). Universidad de León. México.
17. Del Ángel Caraza J. y otros (2007) Diagnóstico y manejo general del paciente con urolitiasis. *Revista de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios de Pequeñas Especies*, 18(1), 17-22.



18. Del Ángel-Caraza J. y otros (2011). Mouse barley awn (*Hordeum murinum*) migration induced cystolithiasis in 2 male dogs. *Canadian Veterinary Journal*, 52, 67-69.
19. Del Ángel-Caraza J. y otros (2012). Xantínuria: una causa rara de urolitiasis en el gato. *Veterinaria México*, 43(4), 317-325.
20. Dello S.I. y otros (2002). Comparison between SLC3A1 and SLC7A9 cystinuria patients and carriers: a need for a new classification. *Journal of American Society of Nephrology*, 13, 2547-255.
21. Escolar E. (1990). Structure and composition of canine urinary calculi. *Research in Veterinary Science*, 49(3), 327-333.
22. Franti C.E. y otros (1999) Urolithiasis in dogs V: Regional comparisons of breed, age, sex, anatomic location, and mineral type of calculus. *American Journal of Veterinary Research*, 60(1), 29-42.
23. Geider S. y otros (1996). Calcium carbonate crystals promote calcium oxalate crystallization by heterogeneous or epitaxial nucleation: possible involvement in the control of urinary lithogenesis. *Calcified Tissue International*, 59(1), 33-37.
24. Hesse A., Sanders G. (1985). A survey of urolithiasis in cats. *Journal of Small Animal Practice*, 26, 465-476.
25. Hesse A. (1990). Canina urolithiasis: epidemiological data and findings from analysis of urinary calculi. *Journal of Small Animal Practice*, 31, 599-604.
26. Hesse A., Neiger R. (2009). *Urinary Stones in Small Animal Medicine. A Colour Handbook*. London: Manson Publishing.





27. Hesse A. y otros (2005). Quality control in urinary stone analysis: results of 44 ring trials (1980-2001). *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 43, 298-303.
28. Hidalgo A. y otros (1983). Análisis de cálculos urinarios por Espectroscopia Infrarroja y Raman. Madrid: CSIC, Instituto de Óptica Daza Valdés.
29. Houston D.M., Eaglesome H. (1999). Unusual case of foreign body-induced struvite urolithiasis in a dog. *Canadian Veterinary Journal*, 40(2), 125-126.
30. Houston D.M. y otros (2004). Canine urolithiasis: A look at over 16000 urolith submissions to the canadian veterinary urolith centre from february 1998 to april 2003. *Canadian Veterinary Journal*, 45(3), 225-230.
31. Houston D.M., Elliott D.A. (2009). Tratamiento nutricional de las patologías del tracto urinario inferior en el gato. En: Pibot P, Biourge V, Elliott D. Enciclopedia de la nutrición clínica felina. Aimargues: Royal Canin. p. 285-317.
32. Jones B.R. (2001). Canine uroliths: Analysis of uroliths from dogs in Ireland. *Irish Veterinary Journal*, 54(12), 629-632.
33. Jones B.R. y otros (1998). Analysis of uroliths from cats and dogs in New Zealand, 1993-96. *New Zealand Veterinary Journal*, 46, 233-236.
34. Kaspar L.V. y otros (1978). Incidence of estruvite urinary calculi in two ancestral lines of beagle. *Laboratory Animal Science*, 28, 545-550.
35. Kallfelz F.A. y otros (1980). Urethral obstruction in random source and SPF male cats induced by high levels of dietary magnesium and phosphorus. *Feline Practice*, 10, 25-35.



36. Koehler L.A. y otros (2009). Canine uroliths: frequently asked questions and their answers. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 39(1), 161-181.
37. Kruger J.M., Osborne C.A. (1986). Etiopathogenesis of uric acid and ammonium urate uroliths in non-dalmatian dogs. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 16(1), 87-126.
38. Lee H.P. y otros (2012). Characterization of kidney stones using thermogravimetric analysis with electron dispersive spectroscopy. *Urological Research*, 40(3), 197-204.
39. Lekcharoensuk C. y otros (2002), Associations between dietary factor in canned food and formation of calcium oxalate uroliths in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 63, 163-169.
40. Levy J.K. y otros (1997). Derivaciones vasculares portosistémicas felinas. En: Bonagura JD, Kirk RW, editores. *Terapéutica veterinaria de pequeños animales XII*. México: McGraw-Hill Interamericana. p. 800-806.
41. Ling C.V. (1995) Urinary stones disease. En: Ling CV. *Lower urinary tract diseases in dogs and cats: diagnosis, medical management, prevention*. St. Louis: Mosby. p. 143-177.
42. Ling G.V. y otros (1998). Urolithiasis in dogs II: Breed Prevalence and interrelations of breed, sex, age and mineral composition. *American Journal of Veterinary Research*, 59, 630-642.
43. López López C. (1986). Análisis de cálculos urinarios por métodos térmicos: Su dinámica. (tesis de pregrado). Universidad de Granada. Granada.



44. Lulich J.P., Osborne C.A. (1992). Catheter assisted retrieval of urociostoliths from dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 201, 111-113.
45. Manning R.A., Blaney B.J. (1986). Epidemiological aspects of urolithiasis in domestic animals in queensland. *Australian Veterinary Journal*, 63(12), 423-424.
46. Menon M., Resnick M.I. (2002). Urinary lithiasis: Etiology, diagnosis, and medical management. En: Retik AB, Vaughan EDJ, Wein AJ, editors. *Campbell's Urology*. Philadelphia: Saunders. p. 3229-3305.
47. Michell A.R. (1989). Urolithiasis –historical, comparative and pathophysiological aspects: a review. *Journal of the Society of Medicine*, 82, 669-672.
48. Mirceau M. y otros (2006). Epidemiologic, clinic and ethiopathogenic studies in canine urolithiasis. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca*, 63, 337-342.
49. Monk R.D. (2004). *Williams Tratado de Endocrinología*. 10th ed. Madrid: Elsevier. p. 1519-1533.
50. Moore A.E. (2007) Quantitative analysis of urinary calculi in dogs and cats. *Veterinary Focus*, 17, 22-27.
51. Muñoz Martínez J.A. (2004). Litiasis renal oxalocálcica. Avances en la comprensión de su etiología y mejoras en la metodología analítica de su estudio (tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona.





52. Okafor C.C. y otros (2014). Risk factors associated with calcium oxalate urolithiasis in dogs evaluated at general care veterinary hospitals in the United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 115(3-4), 217-228.
53. Okafor C.C. y otros (2013) Risk factors associated with struvite urolithiasis in dogs evaluated at general care veterinary hospitals in the United States. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 243(12), 1737-1745.
54. Osborne C.A. y otros (1999a). Analysis of 77,000 canine uroliths. Perspectives from the Minnesota Urolith Center. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 29(1), 17-38.
55. Osborne C.A. y otros (2000). Urolithiasis canina. En: Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL, Roudebush P, editores. *Nutrición clínica en pequeños animales*. 4th ed. Bogotá: Panamericana. p. 711-733.
56. Osborne C.A. y otros (2009). Medical dissolution and prevention of canine struvite urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, 29, 73-111.
57. Oyafuso M.K. y otros (2007). Canine urolithiasis, study in a veterinary teaching hospital in Sao Paulo, Brazil. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(3), 646-647.
58. Picavet P. (2007). Analysis of 4495 canine and feline uroliths in the Benelux. A retrospective study: 1994-2004. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 91(5-6), 247-251.
59. Reddy S.T. y otros (2002). Effect of low carbohydrate high-protein diets on acidbase balance, stone forming propensity, and calcium metabolism. *American Journal of Kidney Disease*, 40, 265-274.





60. Rogers K.D. y otros (2011). Composition of uroliths in small domestic animals in the United Kingdom. *Veterinary Journal*, 188(2), 228-230.
61. Sharma R.N. (1989). Thermogravimetric analysis of urinary stones. *British Journal of Urology*, 64, 564–566.
62. Siener R. y otros (2005). The efficacy of dietary intervention on urinary risk factors for stones formation in recurrent calcium oxalate stones patients. *Journal of Urology*, 173, 1601-1605.
63. Sosnar M y otros (2005). Epidemiology of canine urolithiasis in the Czech Republic from 1997 to 2002. *Journal of Small Animal Practice*, 46(4), 177-184.
64. Soucie J.M. y otros (1994). Demographic and geographic variability of kidney stones in the united states. *Kidney International*, 46(3), 893-899.
65. Stevenson A.E. (2000). Quantitative analysis of canine uroliths within Europe in 1999 (Abstract of the 18th ACVIM Forum). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 14(3), 383.
66. Stevenson A., Rutgers C. (2006). Manejo nutricional de la urolitiasis canina. En: Pibot P, Biourge V, Elliott D. *Enciclopedia de la nutrición clínica canina*. Aimargues: Royal Canin.
67. Straub M. y otros (2005) Diagnosis and metaphylaxis of Stone Diseases. Consensus Concept of the National Working Committee on Stone Disease for the upcoming German Urolithiasis Guideline. *World Journal of Urology*, 23, 309-323.
68. Tion M.T. y otros (2015). A review on urolithiasis in dogs and cats. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 18(1), 1-18.



69. Tomé M. y otros (2009). Canine and feline urolithiasis in Portugal: A retrospective study 2004–2006. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(6), 1432.
70. van Zuilen CD y otros (1997). Xanthinuria in a family of Cavalier King Charles spaniels. *Veterinary Quarterly*, 19, 172-174.
71. Villaverde C. (2014). Urolitiasis de urato. *Veterinary Focus*, 24(1), 10-14.
72. Vrabelova D. (2011). Analysis of 2735 canine uroliths in Spain and Portugal. A retrospective study: 2004-2006. *Research in Veterinary Science*, 2, 208-211.
73. Wallerström BI, Wågberg TI. (1992). Canine urolithiasis in Sweden and Norway: Retrospective survey of prevalence and epidemiology. *Journal of Small Animal Practice*, 33(11), 534-539.
74. Youn L.S., Won K.J. (2000). Physical analysis of urinary stones Fourier infrared spectroscopy. *Korean Journal of Clinical Pathology*, 20, 142-149.
75. Zentek J., Shulz A. (2004). Urinary composition of cats is affected by the source of dietary protein. *Journal of Nutrition*, 134, 2162S-2165S.



## **X. ANEXOS**

Ficha clínica de recolección de datos de pacientes, y ficha clínica del área de imágenes diagnósticas.

<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>											
AÑO	MES	PACIENTE	RAZA	SEXO	ALIMENTACIÓN	EDAD	HEMATURIA	DISURIA	ESTRANGURIA	POLAQUIURIA	DIAGNÓSTICO



## FICHA DE ECOGRAFÍA.

Ficha Clínica No.: \_\_\_\_\_ Ficha ecográfica No.: \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_ Estudiante de turno de Imágenes Diagnósticas: \_\_\_\_\_  
Dueño: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_  
Tel: \_\_\_\_\_  
Nombre del paciente: \_\_\_\_\_ Especie: \_\_\_\_\_ Raza: \_\_\_\_\_  
Color: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Condición física: \_\_\_\_\_

<b>HISTORIA:</b>	
<b>EXAMEN FÍSICO:</b>	
<b>Diagnóstico Ecográfico:</b>	

Transductor: _____ MHz
Área: _____ Posición corporal: _____
Estado físico: 1 2 3 4 5 6 7 8 9      Tranquilizante: SI NO      Tipo/dosis: _____
<b>Descripción de la imagen:</b>

\_\_\_\_\_  
Estudiante de Turno de Imágenes Diagnósticas.      Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Docente

<b>CONTROLES</b>

**Cuadro 4. Resumen de las variables**

Variable	Clasificación	N	(p) %
Raza	Definida	109	83%
	Indefinida	23	17%
Sexo	M	81	61%
	F	51	39%
Alimentación	Concentrado	95	78%
	Comida casera	27	20%
Edad	Jóven	37	28%
	Adulto	75	57%
	Geriátrico	20	15%
Hematuria	Si	97	73%
	No	35	27%
Disuria	Si	86	65%
	No	46	35%
Estranguria	Si	42	32%
	No	90	68%
Polaquiuria	Si	39	30%
	No	93	70%
Diagnóstico Urolitiasis	Negativo	41	31%
	Positivo	91	69%

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 5. Regresión Logística****Variables en la ecuación**

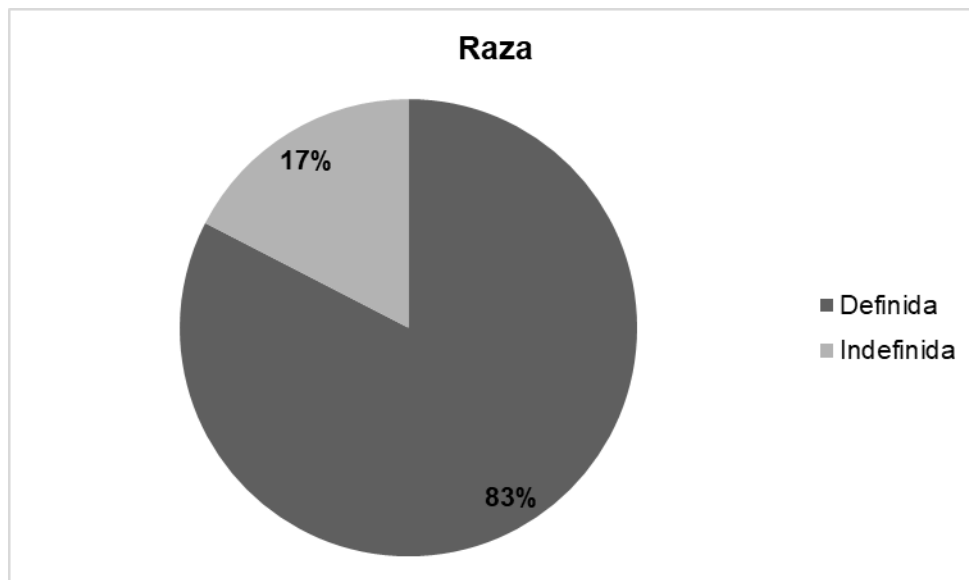
	B	Error estándar	Wald	Gl	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
							Inferior	Superior
Raza	.454	.617	.541	1	.462	1.574	.470	5.270
Sexo	.008	.506	.000	1	.988	1.008	.374	2.719
Tipo_alimentación	.738	.591	1.558	1	.212	2.092	.657	6.663
Edad	.236	.538	.193	1	.661	1.267	.441	3.637
Hematuria	3.181	.661	23.151	1	.000	24.061	6.586	87.899
Disuria	1.925	.623	9.538	1	.002	6.853	2.020	23.245
Estranguria	.256	.671	.146	1	.703	1.292	.347	4.816
Polaquiuria	1.483	.786	3.566	1	.059	4.408	.945	20.552
Constante	-3.881	1.024	14.355	1	.000	.021		

## Cuadro 6. Regresión Logística

### Variables en la ecuación

	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
							Inferior	Superior
Paso 1 <sup>a</sup> Hematuria	3.125	.641	23.791	1	.000	22.760	6.484	79.896
Disuria	2.052	.595	11.888	1	.001	7.780	2.424	24.970
Polaquiuria	1.699	.690	6.066	1	.014	5.470	1.415	21.150
Constante	-2.805	.690	16.543	1	.000	.061		

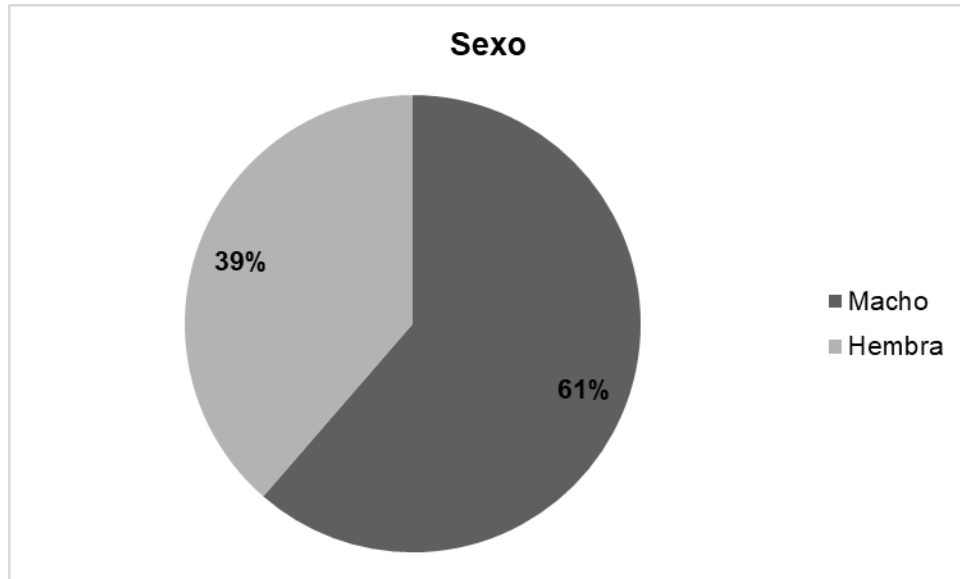
**Figura 4.**



Fuente: Elaboración propia.

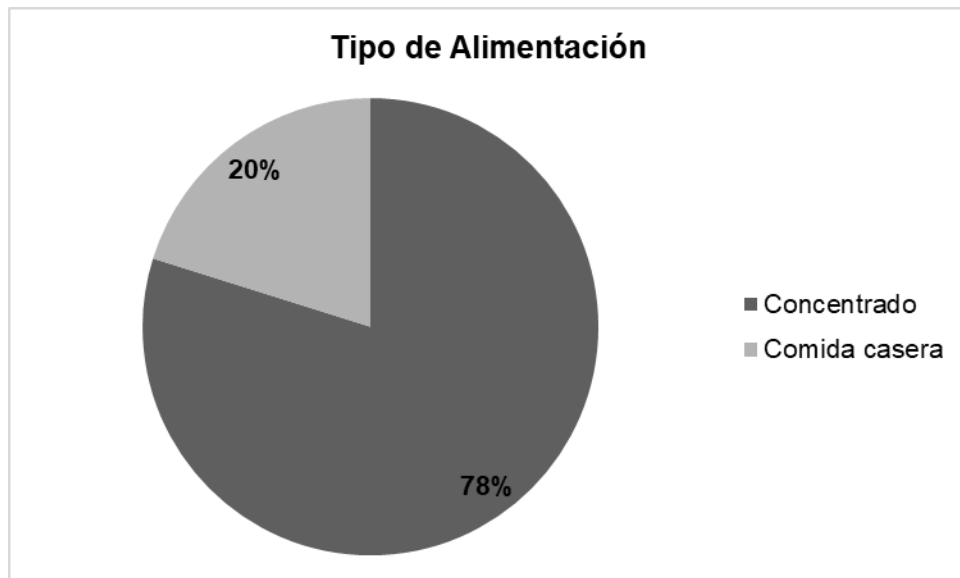


**Figura 5.**



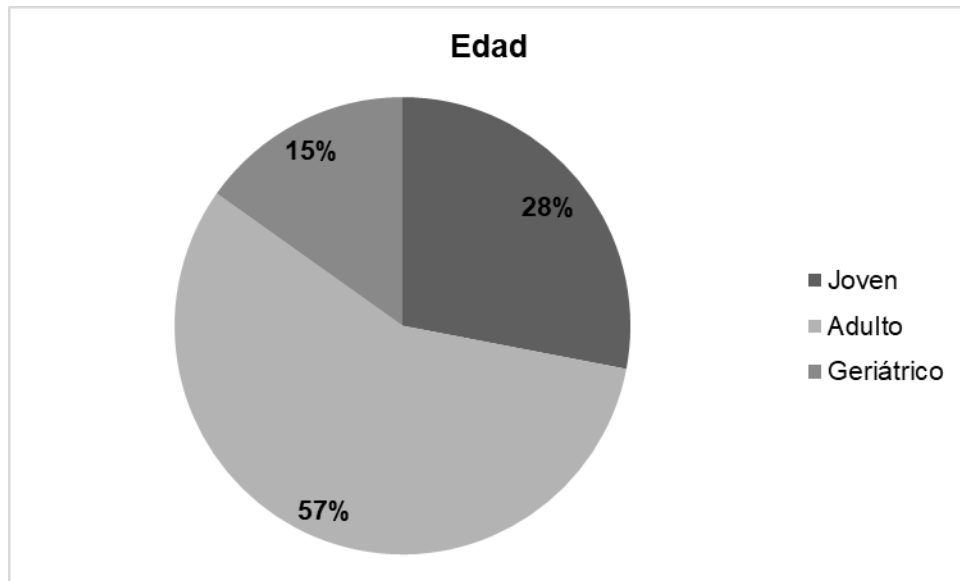
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6.**



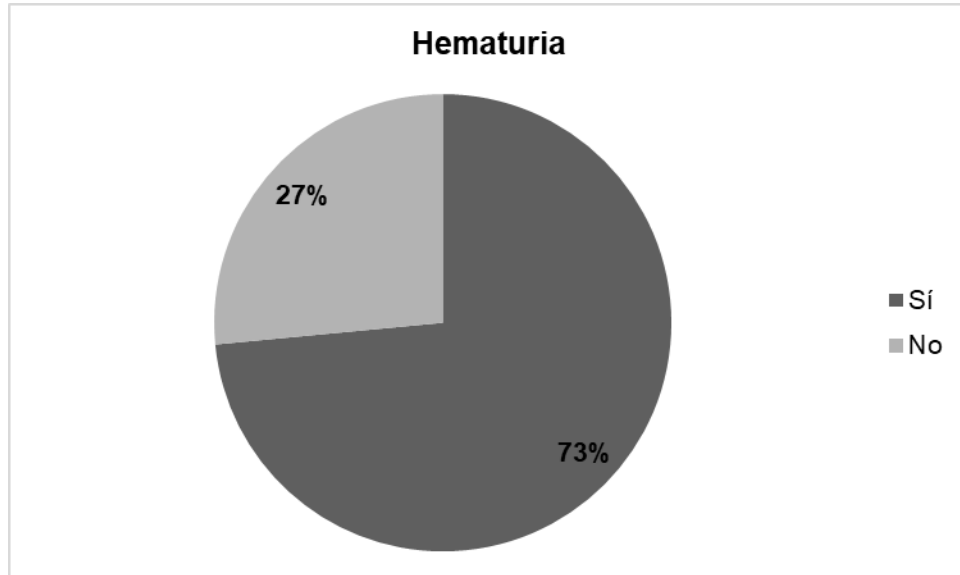
Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.**



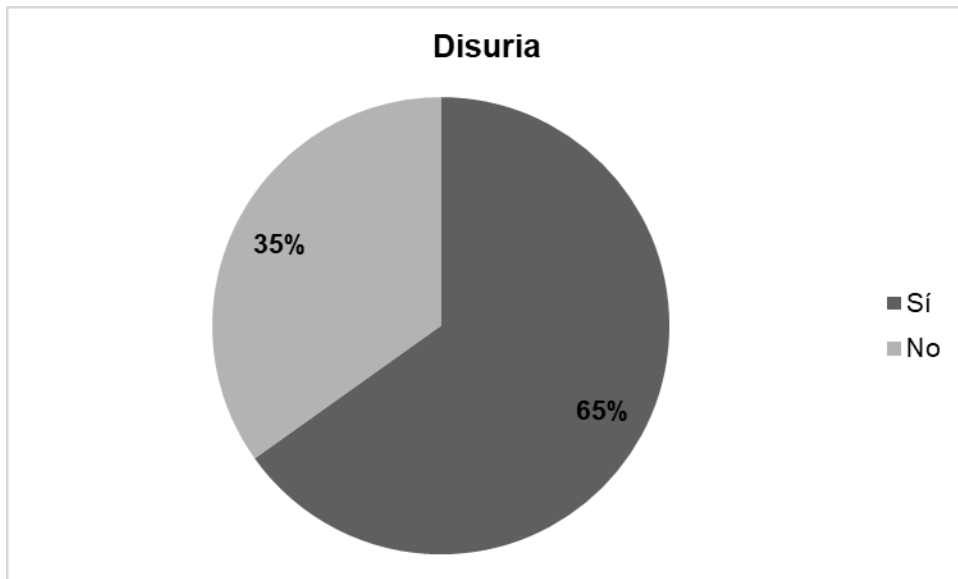
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8.**



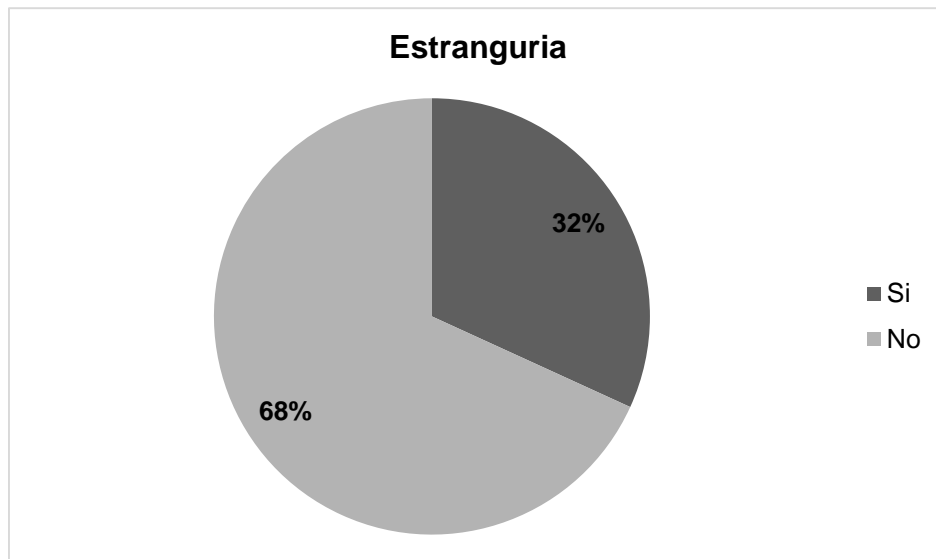
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9. Disuria**



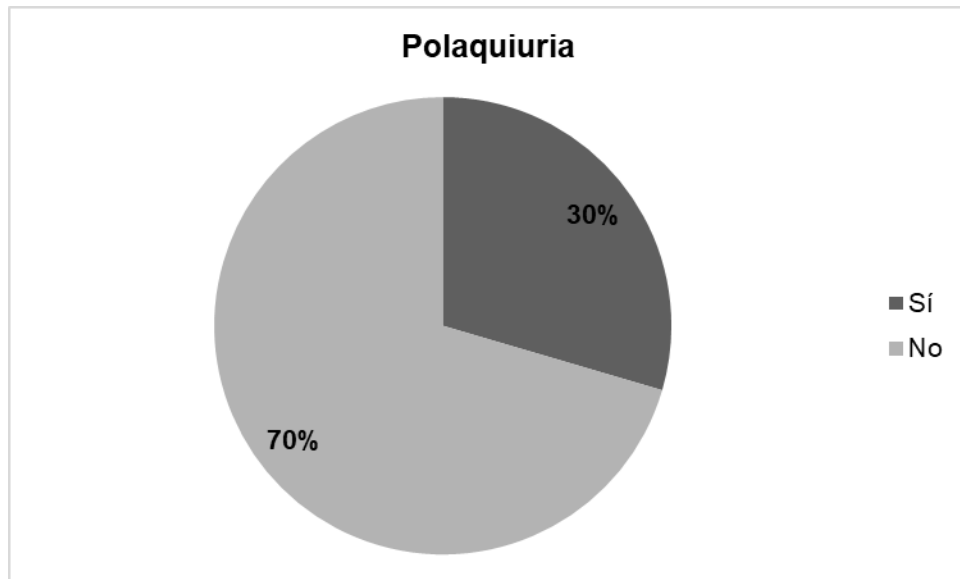
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10.**



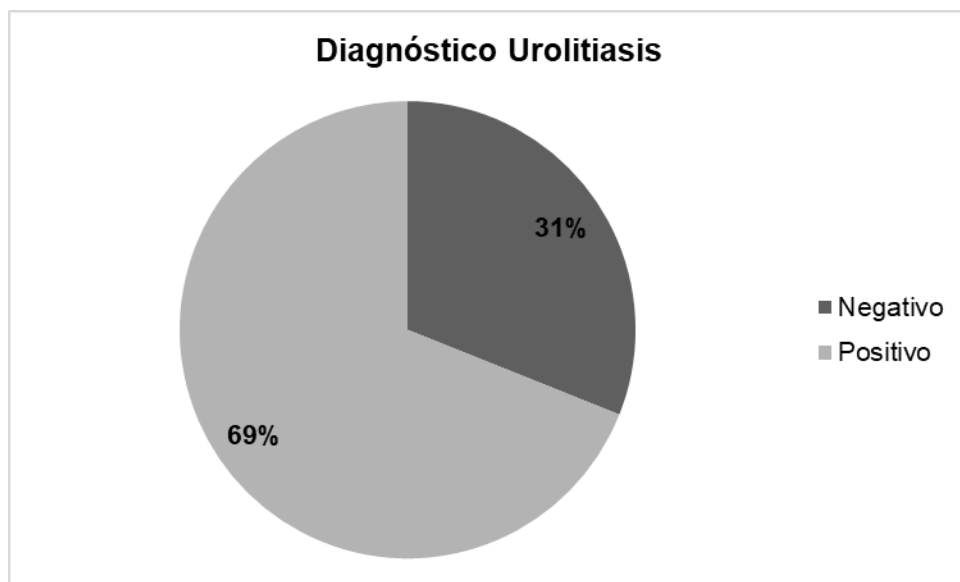
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11.**



Fuente: Elaboración propia.

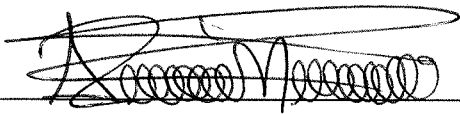
**Figura 12. Diagnóstico Urolitiasis**



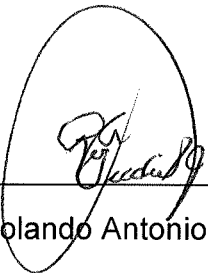
Fuente: Elaboración propia.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA ESCUELA DE MEDICINA  
VETERINARIA**

**CARACTERIZACIÓN CLÍNICA Y EPIDEMIOLÓGICA DE  
PACIENTES CANINOS CON UROLITIASIS EN EL HOSPITAL  
VETERINARIO DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA EN EL PERIODO DE FEBRERO 2015 – NOVIEMBRE  
2017**


f. 

Rogelio Augusto Muralles Oscar

f. 

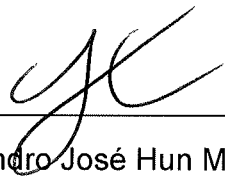
M.V. Rolando Antonio Gudiel Jovel

ASESOR PRINCIPAL

f. 

M.V. María Andrea Carbonell Piloña

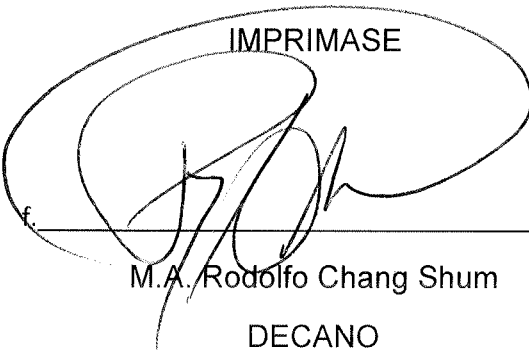
EVALUADOR

f. 

M.Sc. Alejandro José Hun Martínez

ASESOR

IMPRIMASE

f. 

M.A. Rodolfo Chang Shum

DECANO

