



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

**“CARACTERIZACIÓN DE LA UROLITIASIS EN PEQUEÑOS ANIMALES
EN LA PROVINCIA DE ZARAGOZA”**

**“CHARACTERIZATION OF UROLITHIASIS IN SMALL ANIMALS
IN THE AREA OF ZARAGOZA”**

Autora

AINHOA PÉREZ MUÑOZ

Directora

LAURA NAVARRO COMBALÍA

Facultad de Veterinaria

2022

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
2.1. Definición de la urolitiasis	4
2.2. Etiopatogenia de la urolitiasis	5
2.3. Diagnóstico.....	11
2.4. Tratamiento y prevención	13
2.4.1. <i>Tratamiento de urolitos del tracto urinario inferior</i>	<i>13</i>
2.4.2. <i>Tratamiento de urolitos del tracto urinario superior</i>	<i>15</i>
2.4.3. <i>Prevención de los urolitos</i>	<i>15</i>
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	17
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1. Resultado de la población total de estudio	20
5.1.1. <i>Especie.....</i>	<i>20</i>
5.1.2. <i>Raza.....</i>	<i>21</i>
5.1.3. <i>Sexo</i>	<i>22</i>
5.1.4. <i>Estado reproductivo</i>	<i>23</i>
5.1.5. <i>Edad.....</i>	<i>23</i>
5.1.6. <i>Composición del urolito.....</i>	<i>24</i>
5.1.7. <i>Localización de la urolitiasis.....</i>	<i>25</i>
5.1.8. <i>Pruebas diagnósticas</i>	<i>26</i>
5.1.9. <i>Sintomatología.....</i>	<i>26</i>
5.1.10. <i>Tratamiento de la urolitiasis</i>	<i>27</i>
5.1.11. <i>Enfermedades concomitantes.....</i>	<i>28</i>
5.1.12. <i>Dieta previa al diagnóstico</i>	<i>28</i>
5.1.13. <i>Dieta posterior al diagnóstico.....</i>	<i>29</i>
5.2. Interpretación de los resultados de la población de estudio según la especie.....	30
5.2.1. <i>Sexo</i>	<i>31</i>
5.2.2. <i>Estado reproductivo</i>	<i>32</i>
5.2.3. <i>Sintomatología.....</i>	<i>32</i>
5.2.4. <i>Localización del urolito.....</i>	<i>33</i>
5.2.5. <i>Dieta anterior al diagnóstico</i>	<i>34</i>
5.2.6. <i>Dieta posterior al tratamiento</i>	<i>35</i>
5. CONCLUSIONES	36
6. VALORACIÓN PERSONAL	37
7. BIBLIOGRAFÍA	38
8. ANEXO.....	41
Anexo I. Tabla que recoge la población incluida en el estudio y los datos recogidos en el mismo.	41

1. RESUMEN

La urolitiasis es una de las patologías más frecuentes de las vías urinarias en pequeños animales. Esta afección está producida por la precipitación de minerales que se excretan en la orina dando lugar a la formación de cálculos. Aspectos relacionados con el individuo, la dieta y el área geográfica, pueden actuar como factores predisponentes. La determinación del tipo de cálculo es fundamental para establecer el tratamiento y las medidas de prevención adecuadas. El objetivo de este estudio retrospectivo fue caracterizar a los pacientes que viven en el área de influencia del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza (HVUZ) y que fueron atendidos en el Servicio de Urología y Nefrología entre septiembre de 2019 y diciembre de 2021, por un problema de urolitiasis. Treinta y nueve perros y dieciséis gatos fueron incluidos. La urolitiasis por oxalato cálcico fue la más prevalente (49%), seguida por la urolitiasis por estruvita (25%). La especie, la raza, la edad, el sexo, el estado reproductivo y la dieta previa al diagnóstico, parecieron relacionarse con el riesgo de padecer urolitiasis. El modelo de presentación clínica más frecuente en el perro fue un macho, no esterilizado, mayor de 7 años, que comía una dieta comercial de baja calidad, con síntomas de vías urinarias bajas, con urolitos de oxalato cálcico en vejiga, que requirió tratamiento quirúrgico y un cambio dietético preventivo. En el caso del gato, fue una hembra esterilizada, de raza Común Europea, que comía una dieta comercial de baja calidad, con síntomas de vías urinarias altas, con urolitos por oxalato cálcico en uréteres, con enfermedad renal crónica, que requirió tratamiento quirúrgico y un cambio dietético preventivo.

La caracterización de la presentación de la urolitiasis en los perros y gatos que viven en nuestra área geográfica, podría ayudar a detectar y prevenir precozmente esta patología.

Abstract

Urolithiasis is one of the most frequent pathologies of the urinary tract in small animals. This condition is caused by the precipitation of minerals that are excreted in the urine, leading to the formation of stones. The determination of the type of stone is very important to establish the treatment and the appropriate preventive management. Aspects related to the individual, diet and geographical area, can act as predisposing factors.

The objective of this retrospective study was to characterize patients living in the area of influence of the Veterinary Hospital of the University of Zaragoza (HVUZ), who were attended at the Urology and Nephrology Service between September 2019 and December

2021, due to a problem of urolithiasis. Thirty-nine dogs and sixteen cats were included. Calcium oxalate urolithiasis was the most prevalent (49%), followed by struvite urolithiasis (25%). Species, breed, age, gender, reproductive condition and pre-diagnosis diet appeared to be related to urolithiasis risk. The most frequent clinical presentation model in the dog was a male, non-sterilized, older than 7 years, fed a commercial diet of low quality, with lower urinary tract clinical signs, with calcium oxalate uroliths in the bladder, requiring surgical treatment and a preventive dietary change. In cats, it was an sterilized female, of European Common breed, fed a commercial diet of low quality, with symptoms of upper urinary tract, with uroliths by calcium oxalate in ureters, with chronic kidney disease, which required surgical treatment and a preventive dietary change.

The characterization of the presentation of urolithiasis in dogs and cats living in our geographical area, could be helpful in the early detection and prevention of this condition.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Definición de la urolitiasis

La urolitiasis es una afección común entre las especies canina y felina que da lugar a la formación de cálculos a causa de la precipitación de metabolitos de excreción presentes en la orina. Esta condición, puede ser de origen multifactorial tanto congénito como adquirido principalmente, pero en algunas ocasiones su origen es idiopático. Se estima que la incidencia de urolitiasis en perros a nivel mundial es aproximadamente del 3% (*Puig et al., 2021*). Por su parte, en la especie felina, la urolitiasis es la segunda gran causa que produce signos clínicos compatibles con FLUTD (feline lower urinary tract disease) después de la CIF (Cistitis Idiopática Felina), la cual es la principal responsable de éstos en el 70% de los gatos menores de 10 años (*Buffington et al., 1997; Gerber et al., 2005; Borges et al., 2018*). La determinación del tipo de urolito es esencial a la hora de plantear un tratamiento médico, dietético o quirúrgico adecuado en cada caso.

En el año 2019, el Minnesota Urolith Center determinó que los urolitos más frecuentes en la especie canina son los de estruvita (39%) y los de oxalato de calcio (36%), seguidos por los de cistina (6%) y urato (4%) (*Lulich 2010; Low et al., 2010*). En otro estudio en Alemania la estruvita y el oxalato cálcico también fueron los tipos más comunes (*Breu et al., 2021*) (**Figura 1**).

	1981	1982-1986	1981-1997	1997	2003*
Estruvita	78 %	67 %	49 %	45 %	43,8 %
Oxalato	5 %	7 %	32 %	35 %	41,5 %
Urato		5 %	8 %	9 %	
Cistina		2 %	1 %	<1 %	
Urolitos mixtos		12 %	9 %	8 %	

Figura 1. Prevalencia de los urolitos más frecuentes en el perro (En: “Manejo nutricional de la urolitiasis canina” en Enciclopedia de la Nutrición Canina 1ª ed. Unión Europea: Royal Canin, 2010, p. 303)

Los urolitos se pueden clasificar en base a su localización dentro del tracto urinario: nefrolito (riñones), ureterolito (uréteres), urolito vesical (vejiga) y uretrolito (uretra); por su forma: rugoso, liso, redondeado; y por su composición: estruvita, oxalato de calcio, urato, xantina, cistina (Osborne et al., 2000; Stevenson et al., 2010; Puig et al., 2021).

2.2. Etiopatogenia de la urolitiasis

La urolitiasis es una enfermedad multifactorial con un notable componente genético, en la que se producen alteraciones hereditarias, congénitas o adquiridas que predisponen a la formación de urolitos y a una mayor excreción urinaria de minerales, facilitando, de esta manera, la sobresaturación de la orina (Osborne et al., 1995; Lulich et al., 2000).

Para el desarrollo de urolitiasis existen factores predisponentes y de riesgo, que podrían dividirse en factores dependientes del individuo y factores independientes a él.

2.2.1. Factores predisponentes dependientes del individuo

○ Sexo

En la mayoría de urolitiasis, en una misma raza, existe una predisposición a sufrirla mayor al 85% en los machos (Lulich et al., 2000; Lulich et al., 2019; Stevenson et al., 2010; Borges et al., 2018; Puig et al., 2021; Rodríguez, 2010; Okafor et al., 2014). Esto se debe principalmente a factores anatómicos, ya que la uretra de los machos es más larga y estrecha que la de las hembras y, además, presenta una curvatura donde suelen alojarse. Los cálculos de estruvita son más frecuentes en hembras, debido a que éstos están relacionados con las infecciones urinarias y las hembras son más propensas a sufrir dichas infecciones, a causa de su corta y ancha uretra (Lulich et al., 2000; Lulich et al., 2019).

Además, la urolitiasis en los machos suele presentarse de manera más llamativa, siendo más molesta y con mayor predisposición a padecer obstrucciones. Sin embargo, en hembras existe una mayor facilidad para eliminar los cálculos, pasando así sus síntomas más desapercibidos.

El en caso de los gatos, la urolitiasis por cálculos de estruvita, uratos y fosfato de calcio ha sido descrita más en hembras que en machos, por el contrario, y al igual que en los perros, los cálculos de oxalato de calcio son más frecuentes en machos (*Borges et al., 2018; Palm y Westropp, 2011*).

- Estado reproductivo

La urolitiasis ha sido descrita con menos frecuencia en perros castrados (*Hesse y Neiger, 2009*). De hecho, en su recopilación señalan un 56,4% en machos enteros y un 29,9% en hembras enteras, mientras que los machos y las hembras castradas representan un 5,4% y un 7,9%, respectivamente. El grupo de Vrabelova publica que los perros enteros sufren urolitiasis 5,4 veces más que los castrados (*Vrabelova et al., 2011; Rodríguez, 2010*).

En el caso de los gatos no es así, sino todo lo contrario. En gatos, la castración es un factor predisponente a sufrir urolitiasis. Tanto es así que los gatos castrados tienen un riesgo 8,3 veces mayor a padecer urolitiasis que los enteros (*Rodríguez, 2010*). También, se ha asociado la castración con un estilo de vida sedentario y la obesidad (*Borges et al., 2018*).

- Raza

Las razas caninas pequeñas son las afectadas con mayor frecuencia (Yorkshire Terrier, Schnauzer Miniatura, Bichón Frisé, Shih Tzu, Caniche Miniatura) (*Lulich et al., 2000; Lulich et al., 2019, Stevenson et al., 2010*). Según la raza, existe una mayor predisposición a formar un tipo de urolito u otro, lo que demuestra que existe una base genética (*Stevenson, 2002; Kopecny et al., 2021; Okafor et al., 2014*) (**Figura 2**).

En relación a lo mencionado anteriormente, existen evidencias de que algunas razas están predispuestas genéticamente a padecer un tipo de cálculo en concreto, como es el caso de los Dálmatas con los urolitos de urato. De hecho, ya se ha determinado el modo de herencia genética de la cistinuria en perros de la raza Terranova, en los que la transmisión de la enfermedad sigue un patrón autosómico recesivo simple (*Henthorn et al., 2000; Stevenson et al., 2010; Lulich et al., 2000*).

En el caso de los gatos, se ha determinado que existe predisposición racial en los gatos persas y los siameses (*Borges et al., 2018*). La raza persa está predispuesta a sufrir cálculos de oxalato y estruvita, mientras que la raza Siamesa se ha relacionado con cálculos de estruvita, oxalato cálcico, urato e incluso de xantina (*Houston y Moore, 2009, Borges et al., 2018; Osborne et al., 2001*).

Tipo de urolito	Grupos de edad habitualmente afectados	Razas habitualmente afectadas	Sexo
Estruvita	1 - 8 años Media 6 años	Schnauzer Miniatura Bichon Frisé Shih Tzu Caniche Miniatura Lhasa Apso	Hembras (>80%)
Oxalato cálcico	6 - 12 años Media 8,5 años	Schnauzer Miniatura Lhasa Apso Cairn Terrier Yorkshire Terrier Cocker Spaniel Bichon Frisé Shih Tzu Caniche Miniatura	Machos (>70%)
Fosfato cálcico	5 - 13 años	Yorkshire Terrier	Machos (>70%)
Urato	Sin SPS*: media 3,5 años Con SPS*: media <1 año	Dálmata, Bulldog inglés, Schnauzer Miniatura (SPS*), Yorkshire Terrier (SPS*)	Machos (>85%)
Cistina	2 - 7 años Media 5 años <1 año en los Terranova	Bulldog Inglés Teckel Terranova	Machos (>90%)
Sílice	4-9 años	Pastor Alemán Antiguo Pastor Inglés	Machos (>90%)

*SPS: Shuntis Porfirostémicos

Figura 2. Predisposición a un tipo de urolitiasis en el perro en función de la edad, la raza y el sexo de “Manejo nutricional de la urolitiasis canina” (En Enciclopedia de la Nutrición Canina 1ª ed. Unión Europea: Royal Canin, 2010, p. 306)

○ Edad

La mayoría de las formas de urolitiasis afectan con mayor frecuencia a animales adultos, aunque el intervalo de edades es bastante amplio.

Concretamente, en el caso de los cálculos de oxalato cálcico, la edad avanzada es un factor importante, afectando más frecuentemente a animales de entre 6 a 12 años. En cambio, en la urolitiasis por estruvita y cistina la edad de aparición suele ser antes de los 7 años (*Stevenson et al, 2010; Lulich et al., 2019; Puig et al., 2021; Osborne et al., 1999; Lulich et al., 2000; Okafor et al., 2014*).

Cabe mencionar que es infrecuente padecer urolitiasis antes del año de edad (*Stevenson et al., 2010*).

○ Factores metabólicos

Existen una serie de factores metabólicos que favorecen la formación de cálculos de una determinada composición mineral. Es el caso de procesos metabólicos tales como una hipercalcemia prolongada, la obesidad, el síndrome de Cushing o la

acidosis metabólica crónica, que contribuyen a la formación de urolitiasis por oxalato de calcio (Palm y Westropp, 2011; Stevenson et al., 2010; Lulich et al., 2019) (Figura 3).

La hipercalcemia prolongada promueve la aparición de calciuria, pudiendo aumentar así la formación de cálculos que contengan calcio. Por su parte, en el síndrome de Cushing la calciuria viene provocada por el aumento en la movilización de calcio de los huesos y la reducción de la reabsorción tubular por la acción de los glucocorticoides (Stevenson et al., 2010; Lulich et al., 2019).

Por otro lado, la cistinuria se atribuye a un defecto en la absorción tubular de cistina de origen congénito/hereditario, que predispone a la formación de urolitos de cistina (Stevenson et al., 2010; Osborne et al., 1999).

Tipo de urolito	Alimentación	Orina	Factores metabólicos/otros
Estruvita	Alta* en magnesio Alta* en fósforo Consumo de agua escaso	pH alcalino ITU por bacterias ureasa positivas Escaso volumen urinario	-
Oxalato cálcico	Alta* en calcio Alta* en oxalato (sobre todo si el contenido de calcio es bajo) Exceso de vitamina C*	Escaso volumen de orina Hipercalcemia Hipercalciuria Hiperoxaluria	Hipercalcemia Síndrome de Cushing Acidosis metabólica crónica
Fosfato cálcico	Exceso* de calcio y de fósforo	-	Hipercalcemia (hiperparatiroidismo primario) Acidosis tubular renal
Urato	Alto contenido de purinas (p. ej., alimentación rica en vísceras)	-	Alteración genética hereditaria en el metabolismo del ácido úrico Disfunción hepática
Cistina	-	Cistinuria	Reabsorción tubular proximal defectuosa de la cistina y otros aminoácidos básicos
Sílice	Alto contenido* en sílice	-	-

Figura 3. Factores de riesgo para la formación de urolitos relacionados con la alimentación la composición de la orina y el metabolismo en el perro (En: “Manejo nutricional de la urolitiasis canina”. Enciclopedia de la Nutrición Canina 1ª ed. Unión Europea: Royal Canin, 2010, p. 310)

2.2.2. Factores independientes del individuo

Este apartado engloba todos aquellos factores que no son intrínsecos del individuo, sino que son ajenos a él, que le afectan y condicionan de una forma u otra, como el ambiente, la nutrición o el consumo de agua.

- Zona geográfica

El clima es un factor de riesgo en estudio. De hecho, en las personas, se ha demostrado que el clima afecta al desarrollo de la urolitiasis. Se ha descrito que vivir en regiones de climas cálidos, predispone a padecer urolitiasis debido a las grandes pérdidas de líquido que no son compensadas ingiriendo agua, suponiendo una micción menos frecuente. A su vez, se ha evidenciado una

mayor recaída de urolitiasis en verano y otoño que en primavera y verano (*Borges et al., 2018*).

- Alimentación y consumo de agua

La dieta puede influir en la composición de la orina, por este motivo la alimentación tendrá un papel decisivo en el tratamiento de la urolitiasis. Se ha descrito que dietas bajas en sodio y humedad y altas en proteínas podrían favorecer el desarrollo de urolitiasis por oxalato de calcio. El consumo de dietas industriales secas, suponen un mayor riesgo. Se ha demostrado que una dieta con una humedad elevada y un aumento de sodio moderado, reduce el riesgo de formación de cálculos de oxalato cálcico en razas sensibles a padecerlos. Por este motivo, fomentar la diuresis es fundamental. De esta manera, se consigue reducir la densidad de la orina, aumentar el volumen de la misma y la frecuencia de la micción. Todo ello, permite reducir el tiempo de tránsito de la orina reduciendo así el tiempo disponible para que se lleguen a formar cálculos (*Stevenson et al., 2010; Puig et al., 2021; Lulich et al., 2016*).

- Estilo de vida

El estilo de vida también es un factor predisponente a sufrir urolitiasis. En el caso de los gatos que pasan la mayor parte del tiempo en el interior de las casas ("indoor") se ha observado una mayor predisposición a sufrir esta patología debido a la reducción de la actividad física, consumo de agua y frecuencia de micción (*Borges et al., 2018*).

2.2.3. Tipos de urolitos

A continuación, se describen los tipos de cálculos que se presentan con más frecuencia en la clínica de pequeños animales.

- Estruvita

Es uno de los urolitos más prevalentes y tiene una composición mineral principalmente de fosfato amónico magnésico ($Mg^{+2}NH_4PO_4^{-3}$). Para la formación de estos cálculos, la orina debe estar saturada de magnesio, amonio y fosfato. En la especie canina, la mayoría de estos urolitos van asociados a una infección del tracto urinario con bacterias productoras de ureasa, como *Enterococcus spp*, *Staphylococcus spp* y/o *Proteus spp*. La ureasa es la enzima encargada de convertir la urea en amonio, el cual alca

liniza la orina y facilita la precipitación de estruvita. En la especie felina, son frecuentes los urolitos de estruvita estériles a diferencia de los cánidos. Para la resolución de este tipo de urolitos es necesario, en muchos casos, la combinación de un tratamiento anti microbiano y una dieta calculolítica (*Stevenson et al., 2010; Lulich et al., 2000; Puig et al., 2021*).

- Oxalato cálcico

Los cálculos de oxalato cálcico son urolitos con una prevalencia muy cercana a los de estruvita. La formación de estos urolitos refleja una sobresaturación de calcio y oxalato en orina. Asimismo, el pH ácido y una orina concentrada favorecen la formación de este tipo de cálculos. Además, se ha observado que la presencia de proteínas de alto peso molecular favorece la precipitación de éstos. Debido a su alta tasa de recidivas, es considerada como una enfermedad crónica. Cabe destacar que este tipo de urolitos no responden a la disolución médica (*Stevenson et al., 2010; Lulich et al., 2000; Puig et al., 2021; Lulich et al., 2019; Rodríguez, 2010; Lulich et al., 2016*).

- Cistina

La cistina es un aminoácido que se excreta habitualmente en la orina primaria y que es reabsorbido por el túbulo proximal de la nefrona. La presencia de cistina en orina indica una disminución en la reabsorción de este aminoácido. Esta disminución en la reabsorción, provoca cistinuria, la cual es un defecto metabólico hereditario (*Stevenson et al., 2010; Osborne et al., 1999; Lulich et al., 2000; Puig et al., 2021; Lulich et al., 2016; Henthorn et al., 2000*).

- Urato

El ácido úrico, producto de degradación del metabolismo de purinas, es transportado al hígado, donde se metaboliza por la enzima uricasa dando lugar a la alantoína. La alantoína es un compuesto soluble en agua que impide la formación de estos cálculos. Defectos en el transporte del ácido úrico o alteraciones de la función hepática causan hiperuricosuria, que, como consecuencia, favorece la formación de los cálculos de urato. La urolitiasis por urolitos de urato es muy frecuente en los Dálmatas. Por otra parte, en algunos animales, en especial los gatos, la formación de los cálculos de urato es idiopática y representan el 5% de los cálculos observados en gatos (*Borges et*

al., 2018; Stevenson et al., 2010; Osborne et al., 1999; Lulich et al., 2000; Puig et al., 2021; Lulich et al., 2016; Martínez, 2021).

- Xantina

La xantina es un producto de degradación del metabolismo de purinas, al igual que los uratos. Ésta se metaboliza a ácido úrico mediante la acción de la enzima xantina oxidasa. Debido al defecto de las enzimas o cofactores que hacen posibles estas reacciones, se produce una xantinuria. Esto se produce principalmente en perros afectados por Leishmaniasis que están en tratamiento con alopurinol o oxipurinol, ya que ambos producen la inhibición de la xantina oxidasa. Cabe mencionar que estos urolitos se han descrito en algunas razas como Cavalier King Charles Spaniel y se producen de manera idiopática. En cuanto a gatos se refiere, este tipo de cálculos son infrecuentes (*Stevenson et al., 2010; Lulich et al., 2000; Puig et al., 2021; Lulich et al., 2016; Borges et al., 2018*)

2.3. Diagnóstico

2.3.1. Diagnóstico clínico

La manifestación clínica de la urolitiasis, varía según el tamaño del urolito, la cantidad y la localización.

La mayor parte de cálculos en perros se ubican en la vejiga o la uretra, pudiendo dar lugar a sintomatología de vías bajas tales como polaquiuria, disuria, incontinencia urinaria o hematuria. Aunque en porcentaje menor, los cálculos también pueden ubicarse en vías altas, en riñones o uréteres, presentando un cuadro asintomático o con hematuria y/o dolor abdominal (*Stevenson et al 2010; Puig et al., 2021; Martinez, 2021*). Por el contrario, en los gatos la localización más frecuente son los riñones y uréteres y, aunque también presentan urolitos en vías bajas, lo hacen en menor medida que en las altas (*Robinson et al., 2008; Borges et al., 2018; Gerber et al., 2005; Buffington et al., 1997*).

Por otro lado, los cálculos urinarios pueden bloquear físicamente el flujo de la orina produciendo una obstrucción, lo que constituye una urgencia ya que pueden provocar la muerte del paciente. En este caso los signos clínicos son más graves como azotemia, hipercalemia, acidosis metabólica, deshidratación, apatía, vómitos y anorexia entre otros (*Stevenson et al 2010; Buffington et al., 1997; Puig et al., 2021; Bermúdez, 2017*).

2.3.2. Pruebas diagnósticas

Para identificar y localizar la presencia de litiasis en el tracto urinario van a ser imprescindibles la realización de un urianálisis y pruebas de diagnóstico por imagen, como la ecografía y la radiografía con o sin contraste. Además, otras pruebas complementarias como el cultivo de orina cualitativo pueden ser útiles para evaluar y enfocar el tratamiento en función de la urolitiasis que se presente. Tendrá importancia, también, la realización de un hemograma y bioquímica para determinar posibles alteraciones metabólicas, así como la funcionalidad del renal en aquellos casos en los que se sospeche de una IRA de origen obstructivo. Cabe añadir que incluir el urocultivo y antibiograma es de igual importancia (Stevenson et al., 2010).

El urianálisis proporciona información de interés sobre la presencia de eritrocitos, leucocitos y proteína en orina además de una aproximación sobre el pH de ésta. El pH varía en función del tipo de urolito, de la presencia o ausencia de infección urinaria y de la alimentación del paciente (Osborne et al., 1995).

La radiografía y la ecografía son de gran utilidad a la hora de diagnosticar esta patología. La radiografía, simple o con contraste, permite verificar la presencia de urolitos y proporciona información sobre la localización, el número, el tamaño, la radiodensidad y la forma.

La radiodensidad del cálculo depende de su composición mineral, variando como se puede observar en la **Figura 4**. La radiopacidad va disminuyendo desde los urolitos de oxalato y fosfato cálcico, que son los más radiopacos, hasta los de urato amónico y xantina, que son los más radiolúcidos, es decir, los menos visibles radiológicamente.



Figura 4. Radiodensidad de los urolitos.

La ecografía, por su parte, permite detectar todo tipo de urolitos, lo que supone una ventaja frente a la radiología (Louvet, 2006).

2.4. Tratamiento y prevención

El tratamiento para la urolitiasis varía en función de la composición del cálculo. Algunos urolitos pueden disolverse mediante manejo médico-dietético, mientras que otros requieren un tratamiento quirúrgico. La existencia o no de obstrucción urinaria juega un papel importante a la hora de establecer tratamiento.

Recientemente, se han desarrollado unas recomendaciones que permiten un manejo estandarizado de la urolitiasis en pequeños animales (*Lulich et al. 2016*). Éstas, están divididas en tres secciones: tratamiento de urolitos del tracto urinario inferior (vejiga y uretra), del tracto urinario superior (riñón y uréter) y la prevención de los urolitos sin importar su ubicación.

2.4.1. *Tratamiento de urolitos del tracto urinario inferior*

- Los urolitos compuestos por **estruvita**, deberían tener una disolución médica en perros cuando sean moderadamente radiopacos, con una orina alcalina y una infección del tracto urinario causada por bacterias productoras de ureasa y en gatos cuando sean moderadamente radiopacos con un pH urinario cercano a la neutralidad. Tanto en presencia como en ausencia de infección urinaria, el tratamiento de disolución médica es muy eficaz y evita así los riesgos y complicaciones de una cirugía y anestesia (*Lulich et al., 2016*).
- Los **urolitos vesicales con sintomatología** deberían eliminarse mediante procedimientos mínimamente invasivos. Todos los urolitos vesicales de un tamaño suficientemente pequeño como para ser capaces de atravesar la uretra, deberían disolverse médicamente o con procedimientos que no impliquen una cirugía como la hidropropulsión.
Aquellos urolitos que por su tamaño no puedan atravesar la uretra deberán ser disueltos médicamente o utilizando métodos como la litotricia o la cistolitotomía percutánea (*Lulich et al., 2016*).
- Se recomienda considerar la disolución médica de los urolitos de **urato** antes de su extracción. La disolución de los cálculos de urato en perros normalmente se consigue tras 4 semanas administrando una dieta baja en purinas, alcalinizante

y que fomente la diuresis junto con la administración de algún inhibidor de la xantina oxidasa (alopurinol 15mg/kg cada 12h) (Lulich et al., 2016).

- Debería considerarse la disolución de los urolitos de **cistina** antes de su extracción. La disolución se alcanza mediante el aumento de la solubilidad de la cistina. De hecho, se ha observado que la administración de una dieta baja en proteínas, alcalinizante y húmeda disminuye la secreción de cistina en un 20-25% más en 24h que una alimentación húmeda de mantenimiento. La administración de esa misma dieta junto a tiopronina ha resultado ser muy eficaz en la disolución de urolitos de cistina. Cuando se aumenta el pH urinario lo hace a su vez la solubilidad de la cistina. En perros y gatos con una orina ácida persistente se debe administrar citrato potásico o alguna otra sal alcalinizante. La disolución en gatos debe hacerse con precaución, ya que han demostrado cierta intolerancia a la tiopronina (Lulich et al., 2016).
- En algunos casos de cistinuria, se ha observado que la castración disminuye la concentración de cistina en orina, como resultado de un efecto potencial andrógeno-dependiente, pero esto no es universal. Sin embargo, la castración asegura la imposibilidad de transmisión de la enfermedad a la siguiente generación (Lulich et al., 2016).
- Los **urolitos vesicales sin sintomatología sin probabilidad de provocar obstrucción** no requieren extracción. En caso de perros y gatos sin síntomas clínicos con presencia de urolitos no solubles y demasiado grandes para atravesar la uretra sin provocar una obstrucción se realizará únicamente una monitorización periódica y se proporcionará instrucciones de manejo al propietario. La monitorización periódica en este caso es una forma de minimizar las intervenciones innecesarias, especialmente en aquellos tipos de urolito muy recurrentes. La educación adecuada de los propietarios para detectar una obstrucción es de gran importancia (Lulich et al., 2016).
- Los **urolitos vesicales sin sintomatología con probabilidad de causar obstrucción** deben extraerse mediante procedimientos de mínima invasión.
- Los **uretrolitos** deberían tratarse mediante la litotricia o mediante “Stone retrieval basket”. Se ha comprobado la elevadísima eficacia de la litotricia para

el tratamiento de uretrolitiasis. Además, son un procedimiento sin efectos adversos y que se realizan en muy poco tiempo. En perros y, sobre todo, en gatos machos con una uretra muy estrecha puede ser muy complicado el manejo de procedimientos mínimamente invasivos, en estos casos se recomienda hacer una retrohidropropulsión y realizar una cistolitotomía percutánea o una cistotomía (Lulich et al., 2016).

- La **uretostomía y la uretromía** para el manejo de la urolitiasis está desaconsejada. Esto se debe a que estos procedimientos provocan una alteración permanente a nivel anatómico y funcional de la uretra. Se debería considerar la uretostomía en caso de obstrucciones uretrales recurrentes con el fin de minimizarlas (Lulich et al., 2016).

2.4.2. Tratamiento de urolitos del tracto urinario superior

- Únicamente los **nefrolitos** problemáticos requerirán tratamiento.
- Los **nefrolitos de estruvita** deberán ser disueltos.
- No se debe intentar la resolución por disolución en gatos con **urolitos del tracto urinario superior obstructivos**.
- **Obstrucciones ureterales** requieren atención inmediata.
- El tratamiento médico en las **urolitiasis obstructivas** es raramente efectivo, se debe considerar la resolución mediante procedimientos mínimamente invasivos.
- Las **obstrucciones ureterales en gatos** deben tratarse mediante la aplicación de SUB (Subcutaneous Ureteral Bypass) o un Stend ureteral.
- Se recomienda la realización de urocultivos rutinarios en perros con obstrucción ureteral y considerar la administración de antibióticos.

2.4.3. Prevención de los urolitos

La extracción de los urolitos no elimina la condición responsable de su formación. Las estrategias más eficaces son aquellas que actúan sobre la causa subyacente. El manejo nutricional es de gran interés, ya que la información epidemiológica y fisiopatológica revela una relación entre la ingesta de nutrientes y la saturación de la orina y la formación de urolitos.

- La prevención de **urolitos de estruvita estériles**, se basa en la implantación de alimentación terapéutica de mantenimiento baja en magnesio y fósforo y acidificante (*Lulich et al., 2016*).
- La prevención de **urolitos de estruvita asociados a infección urinaria** con presencia de infección persistente. El tratamiento primario para este tipo de urolitos es tratar la ITU (Infección del Tracto Urinario). Además, se deberá implantar una dieta de mantenimiento acidificante y baja en magnesio y fósforo (*Lulich et al., 2016*).
- Para reducir la recurrencia de los **urolitos de oxalato cálcico**, se debe reducir la concentración de la orina, evitar la acidificación de la orina y evitar una dieta con un contenido excesivo de proteínas. Se deben evaluar los factores de riesgo intrínsecos de cada individuo. La alta tasa de recurrencia en este tipo de urolito hace que sean necesarios controles regulares y una serie de medidas preventivas. Se recomienda una alimentación húmeda (75% agua), de hecho existe la alternativa de agregar suficiente agua a la comida seca como para aumentar el consumo de agua total. El objetivo es alcanzar una densidad urinaria ≤ 1020 en perros y < 1030 en gatos; además, la concentración de oxalato de calcio en la orina también disminuye. Deben evitarse aquellas dietas y medicaciones que provocan la acidificación de la orina (pH < 6.5). La ingesta de dietas altas en proteínas animal (> 10g/100 kcal) contribuye a la formación de urolitos de oxalato cálcico debido al incremento de la excreción de calcio y la disminución de la excreción de citrato (*Lulich et al., 2016*).
- No es recomendable una alimentación seca alta en sodio como sustitutivo de las dietas húmedas.
- Se recomienda considerar el uso de **citrato potásico en aquellos perros y gatos con una orina ácida persistente**. El citrato potásico es un quelante de los iones de calcio, aparte de alcalinizante (*Lulich et al., 2016*).
- Se recomienda considerar el uso de **diuréticos tiazida en urolitos de oxalato cálcico frecuentemente recurrentes**. Las tiazidas mejoran la reabsorción tubular del calcio. Algunos recomiendan su uso junto a citrato potásico, debido a la acción acidificante de las tiazidas. De una forma u otra es necesario controlar periódicamente el pH urinario (*Lulich et al., 2016*).
- La recomendación para minimizar los **urolitos de urato recurrentes** es disminuir la concentración de la orina, promover la alcalinización de la orina y limitar la ingesta de purinas. En los perros con la mutación genética SLC2A9 (véase,

Dálmatas, Bulldogs) es posible reducir la recurrencia de la formación de urolitos de urato mediante el aumento de la ingestión de agua, promoviendo la alcalinización de la orina y limitando la ingesta de purinas (*Lulich et al., 2016*).

- Se recomienda el uso de **inhibidores de xantina oxidasa** para aquellos perros con homocigosis para el gen de la hiperuricosuria o **SLC2A9** en los que la **dieta** preventiva **no** ha sido **efectiva**. La dosis de alopurinol suficiente capaz de prevenir la formación de urolitos de urato, sin promover la formación de urolitos de xantina, es variable y está influenciada por algunas enfermedades, la producción endógena de purinas, la cantidad de purinas en la dieta, así como el pH de la orina y el volumen de ésta. La efectividad del alopurinol en perros con shunts porto-sistémicos se desconoce (*Lulich et al., 2016*).
- Los inhibidores de xantina oxidasa no se han investigado en gatos (*Lulich et al., 2016*).
- La recomendación para minimizar la recurrencia de los urolitos de cistina se basa en disminuir la concentración de la orina, limitar la ingesta de proteína, eliminar la ingesta de sodio, aumentar el pH urinario y esterilizar. La cistinuria es una enfermedad genética rara, caracterizada fisiopatológicamente como una deficiente reabsorción de cistina en los túbulos renales, provocando una alta tasa de recidiva de urolitos de cistina en aquellos que la padecen. Debido a la falta de información clínica es necesaria una monitorización frecuente e individual de la terapia para evaluar su eficacia y evitar efectos adversos. Las dietas preventivas para la formación de urolitos de cistina deben ser bajas en metionina, ya que esta es un precursor de la cistina. Así pues, la dieta preventiva debe ser baja en metionina y cistina y con una cantidad suficiente en taurina y carnitina (*Lulich et al., 2016*).
- La recomendación en los urolitos de cistina recurrentes se basa en el uso de 2-Mercaptopropionylglycine (Tiopronina, Thiola) además de las recomendaciones anteriores. El tiopronin es un medicamento usado para el control de la precipitación de cistina y su excreción en caso de cistinuria (*Lulich et al., 2016*).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La urolitiasis es una patología muy prevalente en los animales de compañía. Se estima que su incidencia a nivel mundial se encuentra entorno al 3% en perros (*Puig et al., 2021*). Esta patología es de gran importancia por la repercusión que tiene en la salud y la calidad

de vida de los pacientes. Es una enfermedad ciertamente incómoda para el animal y para sus propietarios, ya que se considera una enfermedad crónica. A pesar de que la formación de urolitos pueda ser puntual, existen urolitos como son los de oxalato cálcico, que presentan una recidiva del 35% en los primeros 12 meses, cronificando el proceso (*Lulich et al., 2016; Puig et al., 2021*).

La presencia de los urolitos en el tracto urinario, puede presentar distintas localizaciones y esto va a generar diferentes cuadros clínicos. Cuando se localizan en las vías urinarias bajas suelen aparecer signos como la hematuria, estranguria, disuria y polaquiuria (*Stevenson et al., 2010*). También pueden darse otros más graves si se produce una obstrucción, como la azotemia post-renal y la pérdida de funcionalidad renal, lo que puede conducir a la muerte del animal (*Stevenson et al., 2010*). Además, la presencia persistente de urolitos en el tracto urinario puede predisponer a infecciones recurrentes (*Lulich et al., 2016*). Cuando se presentan en las vías altas suelen ocasionar daños renales como la hidronefrosis o una insuficiencia renal, si se localizan en uréteres o pelvis renal.

Debido a su alta prevalencia y a la posibilidad de que aparezcan síntomas graves e incluso a que se produzca la muerte, es muy importante identificar en el paciente la presencia de factores predisponentes (*Stevenson., 2002; Borges et al., 2018; Osborne et al., 2000; Palm y Westropp, 2011*). Esto va a ser fundamental en el manejo terapéutico y preventivo de la urolitiasis. Las características del individuo, principalmente, especie, raza, sexo y edad, son factores de riesgo a desarrollar urolitiasis. Otros aspectos relacionados con el hábitat y la alimentación, van a favorecer la formación de litiasis en el paciente (*Stevenson., 2002; Borges et al., 2018; Lulich et al., 2019*).

Las medidas terapéuticas recomendadas internacionalmente para el manejo de la urolitiasis en pequeños animales, van a depender del tipo de urolito (*Lulich, et al. 2016*). Según las distintas urolitiasis existen unos factores de riesgo que habrá que detectar y si es posible corregir o evitar. En la mayoría de los casos de urolitiasis, el manejo dietético va a ser fundamental dentro del tratamiento y prevención de esta patología. Una estrategia común a todas las urolitiasis y que ha demostrado ser de gran ayuda en la prevención y recurrencia de esta patología, es el estímulo de la diuresis (*Stevenson et al., 2010; Lulich et al., 2016*). Para ello, es importante instaurar alimentación húmeda, hidratar el alimento seco antes de servirlo o incrementar ligeramente el contenido en sodio del alimento. Otra opción puede ser incorporar varias fuentes de agua accesibles para el animal.

Además, dada la predisposición existente en estos pacientes, se deben implantar medidas preventivas como la administración de agua de mineralización débil y dieta especial,

sumadas a los controles periódicos necesarios, que suponen un gasto económico importante.

Considerando la urolitiasis una enfermedad que presenta una alta prevalencia en el perro y el gato, que comprende varios factores de riesgo dependiente del individuo y que puede tener graves consecuencias para la salud del paciente, es sumamente importante la realización de estudios con el fin de profundizar en su conocimiento y mejorar su abordaje diagnóstico y terapéutico.

Este trabajo tiene por objetivos:

1. Caracterizar la urolitiasis en los perros y gatos del área de influencia del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza.
2. Analizar la relación entre determinados factores del individuo y de su dieta y el tipo de urolitiasis que padece el paciente en nuestra área geográfica.
3. Comparar la casuística observada en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza con la casuística previamente descrita.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo consta de dos partes. Inicialmente se han recopilado los datos de los perros y gatos diagnosticados de urolitiasis que fueron atendidos en el Servicio de Urología y Nefrología del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza (HVUZ), durante septiembre de 2019 y diciembre de 2021. La recolección de datos se ha realizado a partir de los historiales de los pacientes de la base de datos del HVUZ, que se incluyeron en el programa informático Qvet.

Los datos que se recogieron para este trabajo, fueron los siguientes:

- Especie
- Raza
- Sexo
- Estado reproductivo
- Edad
- Composición del urolito
- Localización del urolito
- Pruebas diagnósticas
- Sintomatología
- Tratamiento de la urolitiasis
- Enfermedad concomitante
- Dieta previa al diagnóstico
- Dieta posterior al diagnóstico

Con estos datos se ha tratado de caracterizar la urolitiasis en el área de influencia del HVUZ, según el tipo de paciente atendido, la sintomatología presentada, la metodología diagnóstica con la que se detectó la urolitiasis, el tipo de urolito y el tratamiento realizado.

Posteriormente, se han contrastado los resultados obtenidos con los que se han descrito previamente en la bibliografía para evidenciar si existe alguna particularidad en el grupo de pacientes estudiados en el área de influencia del Hospital Veterinario de Zaragoza.

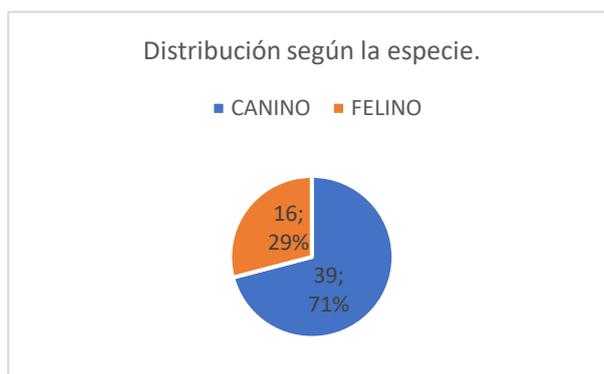
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La población que finalmente se incluyó en este estudio retrospectivo, estaba formada por 55 pacientes con las siguientes características: treinta y nueve eran perros y dieciséis eran gatos, de distintas razas, machos y hembras, con edades comprendidas entre 1,5 y 15 años y con pesos entre 2,3 y 36,5 kg. Además, podían estar o no esterilizados y presentar alguna enfermedad concomitante.

5.1. Resultado de la población total de estudio

5.1.1. Especie

Nuestra población de estudio estaba formada por **39 perros (71%)** y **16 gatos (29%)** (*Gráfica 1*).



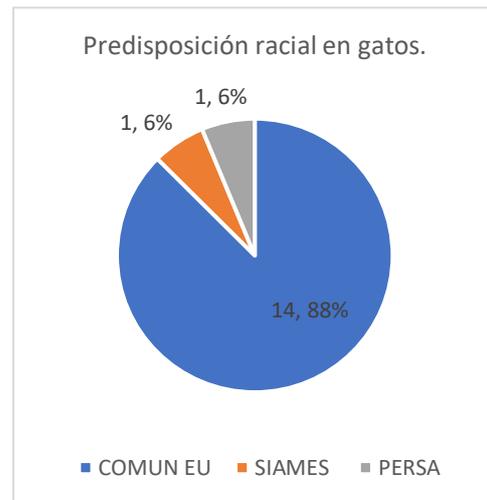
Gráfica 1. Distribución de la población según la especie

Nuestros datos muestran como en el mismo periodo de tiempo, la población canina atendida por urolitiasis duplicó a la población felina. Esto podría deberse, por un lado, a que se atienden más perros que gatos en el HVZ. Por otro lado, podría estar causado porque en los gatos, a diferencia de los perros, la enfermedad urinaria predominante de alteraciones de las vías bajas

es la CIF (Cistitis Idiopática Felina). De hecho, la CIF es responsable de los signos de FLUTD en el 70% de los gatos menores a 10 años (Buffington et al., 1997; Gerber et al., 2005).

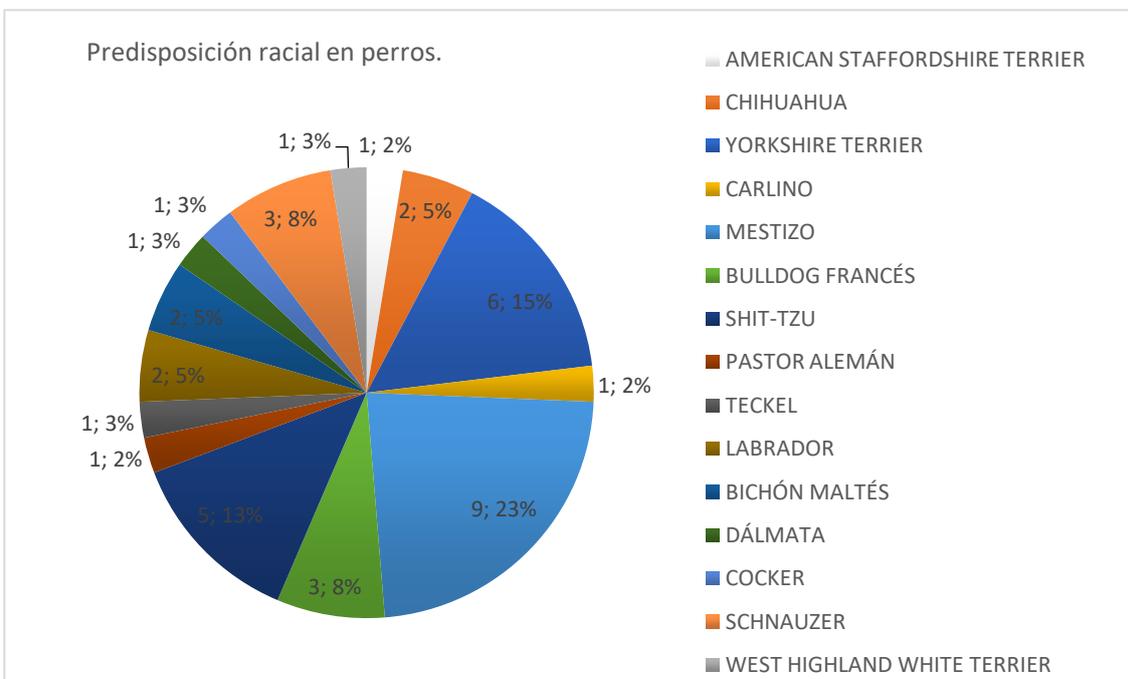
5.1.2. Raza

La incidencia racial en los felinos de nuestra población estuvo dominada por el **Común europeo (88%)**, aunque, las razas Persa y Siamesa estuvieron presentes en nuestro estudio en un porcentaje bajo (6%) (Gráfica 2).



Gráfica 2. Distribución de la población felina según la raza.

En la especie canina hubo mayor diversidad de razas, incluyéndose 9 perros mestizos y 14 perros de las razas: American Staffordshire Terrier, Chihuahua, Yorkshire Terrier, Carlino, Bulldog Francés, Shit-Tzu, Pastor Alemán, Teckel, Labrador, Bichón Maltés, Dálmata, Cocker, Schnauzer y West Highland White Terrier. La raza **Yorkshire Terrier** destacó con una incidencia del **15%** (n=6), el Shit Tzu con un 13% (n=5) y el Schnauzer y Bulldog Francés con un 8% (n=3) (**Gráfica 3**).



Gráfica 3. Distribución de la población canina según la raza.

Como se puede apreciar, todos los pacientes que no eran mestizos, pertenecían a una raza con predisposición a desarrollar urolitiasis (Lulich et al., 2000; Lulich et al., 2019, Stevenson et al., 2010).

En el caso de los perros de raza **Yorkshire Terrier**, el **100%** presentaba **cálculos de oxalato cálcico**. Está demostrado que esta raza muestra una predisposición muy elevada a sufrir urolitiasis por oxalato de calcio (Houston y Moore, 2009; Lulich et al., 2019; Lulich et al., 2000; Stevenson et al., 2010; Stevenson 2002).

Por otro lado, en el **80%** de los **Shit Tzu** se diagnosticaron **cálculos por estruvita**. Nuestros datos están en consonancia con los de otros estudios que muestran que esta raza parece estar predispuesta a padecer estruvituria (Houston y Moore, 2009; Lulich et al., 2000; Stevenson et al., 2010).

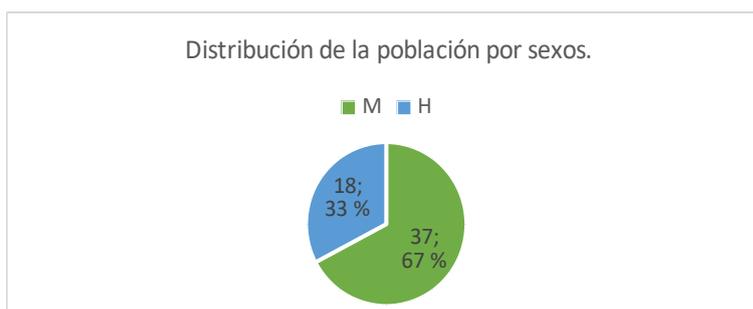
El único de los pacientes incluidos en el estudio de la raza Dálmata presentó cálculos de urato. En esta raza se ha reconocido su predisposición genética a padecer cálculos de urato, debido a que tienen un defecto en el gen SLC2A9 que transcribe la síntesis de la enzima uricasa, imprescindible para transformar el urato a alantoína (Houston y Moore, 2009; Martínez, 2021; Henthorn et al., 2000).

Nuestros resultados ponen en relieve, el papel que desempeña la raza como factor de riesgo en la urolitiasis, además de su relación con el tipo de urolito formado (Kopečný et al., 2021).

En los felinos, la raza persa está predispuesta a sufrir cálculos tanto de oxalato como de estruvita (Borges et al., 2018; Lulich et al., 2000), si bien en nuestro estudio nuestro paciente Persa sufrió cálculos de urato. Por otro lado, la raza Siamesa se ha relacionado con los cálculos de estruvita, oxalato cálcico, urato e incluso con los de xantina (Houston y Moore, 2009, Borges et al., 2018) coincidiendo con el paciente Siamés de nuestra población, el cual desarrolló cálculos de oxalato cálcico. Es preciso señalar que el porcentaje de estas razas en nuestra población fue muy bajo (6%), por tanto, poco representativo.

5.1.3. Sexo

En la distribución de la población total por **sexos**, se observó que este factor también pareció ser relevante, reflejándose una **mayor incidencia en machos (37; 67%)** que en hembras (18; 33%) (**Gráfica 4**).

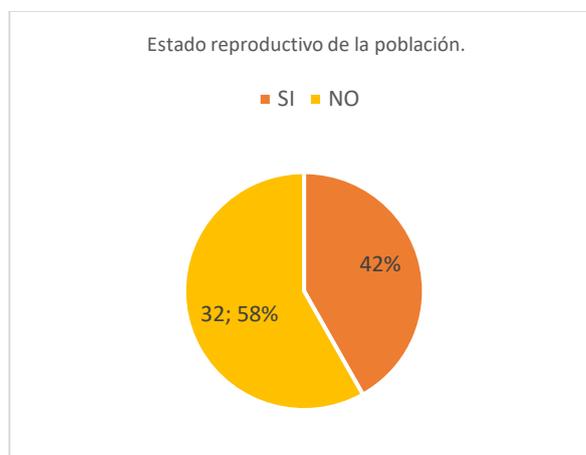


Gráfica 4. Distribución de la población de estudio en función del sexo.

Nuestros datos sugieren una predisposición en los machos por encima de las hembras a sufrir urolitiasis. Estos resultados podrían estar relacionados con la predominancia de los cálculos de oxalato cálcico presentes en nuestra población, los cuales afectan más a los machos que a las hembras, tanto en la especie canina como en la especie felina, tal y como se describe en otros estudios anteriormente citados (*Lulich et al., 2019; Borges et al., 2018; Stevenson et al., 2010*).

5.1.4. Estado reproductivo

En cuanto al estado reproductivo se refiere, observamos que **32 (58%)** pacientes de nuestra población no estaban esterilizados, mientras que **23 (42%)** sí lo estaba (**Gráfica 5**).



Gráfica 5. Estado reproductivo de los pacientes de la población de estudio.

Los resultados observados muestran una mayor incidencia de urolitiasis en los pacientes enteros, aspecto que coincide con lo reportado en los perros, donde esta situación supone un riesgo para padecer urolitiasis (*Hesse et al., 2009; Houstonet et al., 2009; Rodríguez et al., 2010; Hesse y Neiger, 2009*). Por el contrario, en los gatos, la esterilización es el factor que predispone a la formación de urolitos (*Borges et al., 2018*). Estos resultados podrían estar influenciados por la mayor incidencia de pacientes caninos respecto a felinos que se incluyeron en nuestro estudio.

5.1.5. Edad

La edad media de la población fue de 7,3 años. El intervalo de edades fue amplio, comprendiéndose entre 1,5 y 15 años. Todos los animales eran mayores de 1 año, coincidiendo con lo reportado en la bibliografía, que señala que la urolitiasis es una condición rara en pacientes menores de 1 año.

Si analizamos los resultados diferenciando los pacientes entre adultos jóvenes (< 7 años) y adultos de edad avanzada (> 7 años) en relación con el tipo de urolitiasis que presentaban,

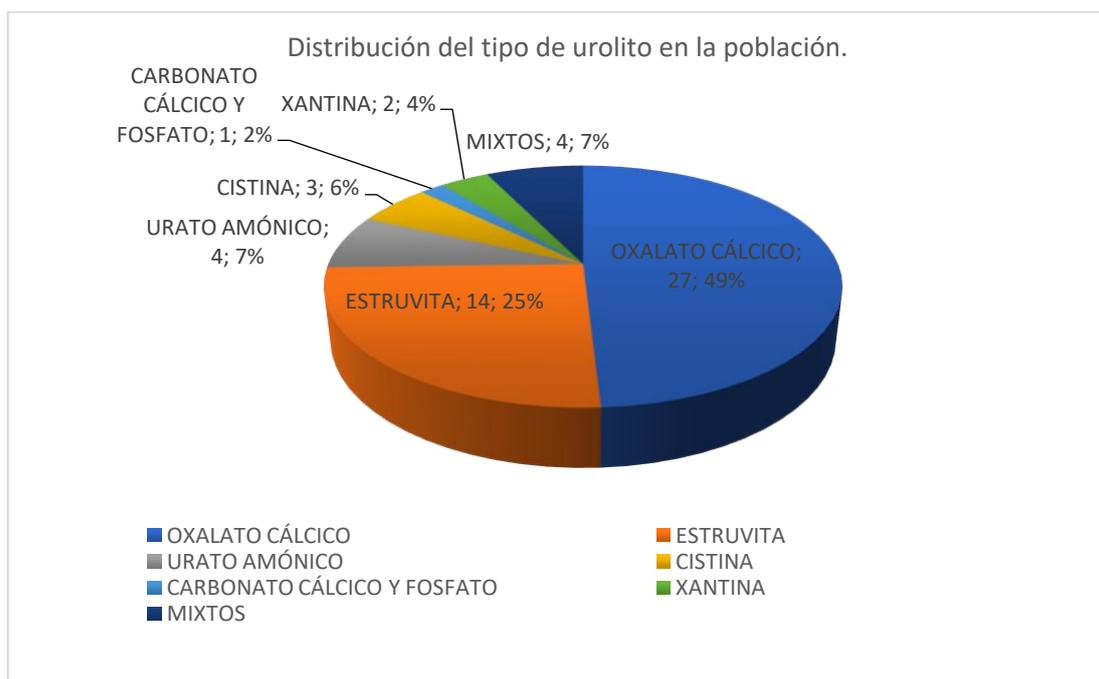
encontramos que la urolitiasis por oxalato cálcico era la más prevalente en ambos grupos (**Tabla 1**). Este resultado coincide con los datos citados en otros estudios, en los que la urolitiasis por oxalato es más prevalente en pacientes añosos (*Lulich et al., 2019; Stevenson et al., 2010*). Sin embargo, también encontramos esta situación en los pacientes más jóvenes. Este hecho podría explicarse porque muchos de estos pacientes de menos de 7 años pertenecían a razas predispuestas a sufrir este tipo de urolito (*Lulich et al., 2019; Lulich et al., 2000*).

Tabla 1. Distribución de la población según la edad: adulto joven (<7) y senior (>7) y su relación entre la edad y tipo de urolito.

<7 Adulto joven (n=32)		>7 Senior (n=23)	
OXALATO CÁLCICO	14	OXALATO CÁLCICO	17
ESTRUVITA	9	ESTRUVITA	5
URATO AMÓNICO	4	CARBONATO CÁLCICO	1
CISTINA	3		
XANTINA	2		

5.1.6. Composición del urolito

En lo que a la composición de los urolitos se refiere, en nuestra población de estudio se observó una marcada presencia de cálculos de **oxalato cálcico (27; 49%)**, seguida de los de **estruvita (14; 25%) (Gráfica 6)**.



Gráfica 6. Distribución del tipo de urolito en la población de estudio.

Nuestros resultados están en concordancia con los obtenidos en otros estudios en los que se pone en manifiesto la tendencia del aumento de oxalato cálcico en los últimos años. Cabe señalar que la incidencia de urolitiasis por oxalato cálcico en nuestro estudio, es incluso mayor a la referida por otros autores (*Low et al., 2010; Lulich et al., 2019; Lulich et al., 2000; Puig et al., 2021*). Por el contrario, la incidencia de los cálculos de estruvita obtenida en nuestro estudio, es muy inferior a lo referido (*Low et al., 2010; Lulich et al., 2000; Puig et al., 2021*). Esto podría explicarse porque una parte importante de nuestra población estudio con urolitiasis por oxalato cálcico fuera atendida por una segunda opinión, al ser los urolitos de oxalato cálcico no solubles y requerir una intervención quirúrgica, en algunos casos compleja y que requiere ser hecha por especialistas. Sin embargo, otros casos de urolitiasis con un manejo clínico más sencillo, como pueden ser los cálculos de estruvita que se pueden eliminar con manejo dietético, no son remitidos, creando así un falso descenso en la casuística. Otra posible causa que podría explicar la discordancia entre la bibliografía y nuestros resultados, podría ser que el porcentaje de hembras que se incluyeron en el estudio fue mucho menor que el de los machos, sabiéndose que la urolitiasis por estruvita es mucho más frecuente en hembras que en machos (*Lulich et al., 2000; Stevenson, 2002; Stevenson et al., 2010*).

5.1.7. Localización de la urolitiasis

En nuestra población, la **localización más frecuente de los urolitos fue la vejiga (32)**, seguida de la uretra, el uréter y el riñón (**Gráfica 7**).



Gráfica 7. Distribución de la localización de los urolitos en la población.

Nuestros resultados contrastan con los estudios publicados que refieren que entre el 80% y 90% de los cálculos en vías altas son de oxalato cálcico en gatos (*Borges et al., 2018; Palm y Westropp, 2011*). Por otro lado, en otro estudio se determinaron más urolitos de oxalato cálcico en el tracto urinario inferior en perros, el cual es la localización más frecuente en estos. (*Lulich et al., 2019*).

5.1.8. Pruebas diagnósticas

En cuanto a las técnicas diagnósticas realizadas para la detección de la urolitiasis, la prueba que más se llevó a cabo en el HVZ fue el **urianálisis**, seguido por la **ecografía** y la **bioquímica (Tabla 2)**.

Tabla 2. Pruebas diagnósticas realizadas en la población.

DIAGNÓSTICO	SI	NO
ECOGRAFÍA	47	8
RADIOGRAFÍA	28	27
HEMOGRAMA	27	28
BIOQUÍMICA	32	23
URIANÁLISIS	55	0
UROCULTIVO	26	29

Como se puede observar, entre las pruebas diagnósticas más realizadas encontramos el urianálisis y las pruebas de imagen como la ecografía y la radiografía, que son las pruebas de elección para identificar y localizar la urolitiasis (*Stevenson et al., 2010; Puig et al., 2021; Louvet, 2006*). Otras pruebas complementarias como el urocultivo y los análisis sanguíneos son importantes en los casos en los que se sospecha de infecciones secundarias u obstrucción.

5.1.9. Sintomatología

La sintomatología más frecuente en nuestra población del estudio estuvo asociada a **signos clínicos de vías urinarias bajas**, como **hematuria, disuria, polaquiuria y estranguria (Tabla 3)**. Cabe reseñar que una pequeña parte de la población acudía a consulta por otros motivos y refería algunos síntomas que no tenían relación con un problema de vías urinarias.

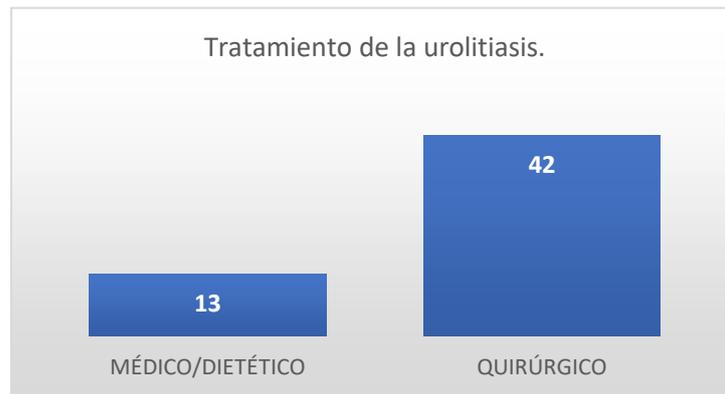
Tabla 3. Sintomatología presente en la población.

SÍNTOMAS	SI	NO
PU/PD	4	51
VÓMITO	10	45
ANOREXIA	7	48
INCOTINENCIA	11	44
HEMATURIA	21	34
ESTRANGURIA	14	41
ANURIA	12	43
POLIURIA	2	53
POLAQUIURIA	17	38
DISURIA	20	35
PERIURIA	3	52

Esto podría deberse a que la mayoría de los cálculos estaban localizados en la vejiga y la uretra. La mayor parte de los cálculos se localizan en la vejiga o la uretra, pudiendo ocasionar signos de vías urinarias bajas tales como hematuria, disuria, polaquiuria, estranguria o anuria (*Stevenson et al., 2010*)

5.1.10. Tratamiento de la urolitiasis

En relación con el tratamiento establecido, los datos obtenidos en la población general del estudio fueron que el **76,36%** recibió **tratamiento quirúrgico**, mientras que el 23,63% recibió tratamiento médico-dietético (**Gráfica 8**). En todos los casos que se solucionaron mediante cirugía, el tratamiento consistió en una cistotomía en los que el cálculo se localizaba en la vejiga, la nefrectomía cuando se localizaba en los riñones y la uretostomía y ureterostomía en caso de estar localizados en uretra y uréter, respectivamente. Además, cabe destacar que en una única ocasión la resolución de un cálculo localizado en vejiga fue mediante litotricia intravesical.



Gráfica 8. Distribución de la población según el tratamiento de la urolitiasis.

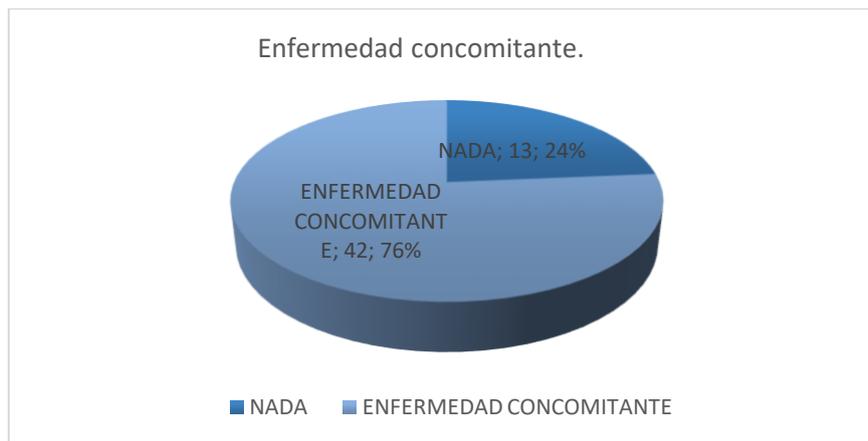
Estos resultados podrían estar relacionados con la composición de los urolitos presentes en la población de estudio. El alto porcentaje de pacientes con urolitiasis cuya composición fue oxalato de calcio, podría explicar los resultados obtenidos en los que el único tratamiento posible es la cirugía, al no poder ser disueltos mediante la dieta (*Lulich et al., 2019; Lulich et al., 2016*).

Sin embargo, llama la atención que un considerable porcentaje de los cálculos de estruvita, el 35,7%, necesitaron una resolución quirúrgica, posiblemente a causa de la presencia de infecciones recurrentes asociadas mal controladas o a dificultades para la disolución de estos (*Lulich et al., 2016*).

Cabe reseñar que uno de los pacientes fue tratado mediante litotricia intravesical. La litotricia es una técnica de mínima invasión. Recientemente, las técnicas de mínima invasión se han introducido en medicina veterinaria para el tratamiento de la urolitiasis y su uso está creciendo, debido a que son mucho menos invasivas que las técnicas quirúrgicas tradicionales, traen consigo menos complicaciones y los postoperatorios son mucho mejores (*Cabrera et al., 2012; Lulich et al., 2016*).

5.1.11. Enfermedades concomitantes

En nuestra población de estudio se evidenció el alto porcentaje de los pacientes que, además de sufrir urolitiasis, sufría **alguna enfermedad concomitante (42; 76%) (Gráfica 9)**. Dentro del grupo con alguna enfermedad asociada, encontramos patologías tales como leishmaniasis, cistitis bacterianas recurrentes, hepatopatías, enfermedad renal, moquillo, enfermedad cardíaca, epilepsia idiopática, entre otras. Cabe destacar que los dos únicos pacientes con urolitiasis por xantina, estaban siendo tratados con alopurinol.



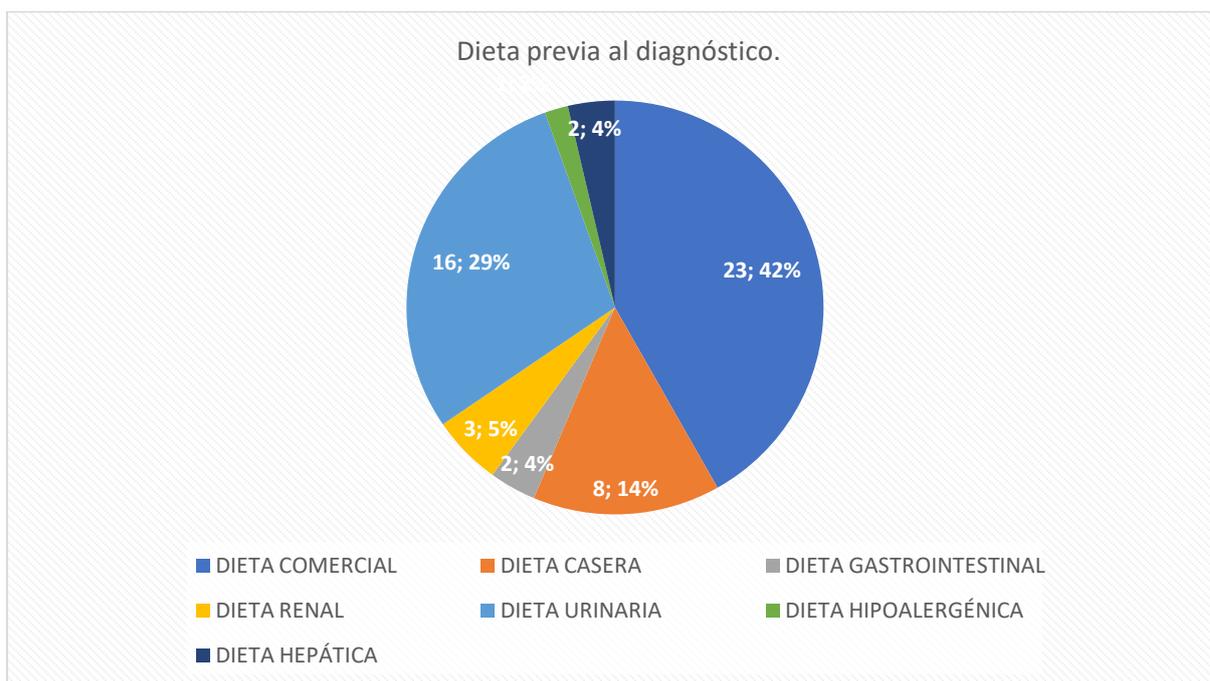
Gráfica 9. Distribución de la población según presencia o ausencia de enfermedad concomitante.

En la mayor parte de los casos la urolitiasis se podía asociar a esa enfermedad concomitante, esto podría deberse a la influencia metabólica de algunas patologías, como se ha referido anteriormente con la hipercalcemia, la acidosis metabólica, obesidad o el síndrome de Cushing, siendo factores de riesgo para el desarrollo de urolitiasis por oxalato (*Stevenson et al., 2010; Borges et al., 2018; Palm y Westropp, 2011; Osborne et al., 2000*). Y en el caso de los animales con cálculos de xantina, esto estaba asociado al tratamiento con alopurinol para la leishmaniasis. Esto es así debido a que el alopurinol es un inhibidor de la xantina oxidasa por lo que interviene en el metabolismo de las purinas, impidiendo la transformación de la xantina a alantoína y provocando así el acumulo de ésta.

5.1.12. Dieta previa al diagnóstico

Las dietas previas al diagnóstico más presentes en nuestra población de estudio fueron las **dietas comerciales (23; 42%)**. Conviene enfatizar que la mayoría de las dietas comerciales se basaban en piensos de supermercado, de baja calidad. La segunda dieta más presente en la población previa al diagnóstico en el HVZ, fue una dieta para estimular la diuresis y promover así la dilución de la orina (a la que en adelante nos referiremos como **dieta urinaria (16; 29%)**). La tercera dieta más frecuente, fue **la dieta casera (8; 14%)**. El resto de dietas presentes en la

población de estudio, fueron dietas especiales para enfermedades concomitantes como la dieta hepática, dieta renal, dieta gastrointestinal e hipoalergénica (**Gráfica 10**).



Gráfica 10. Distribución de la población según la dieta administrada previa al diagnóstico

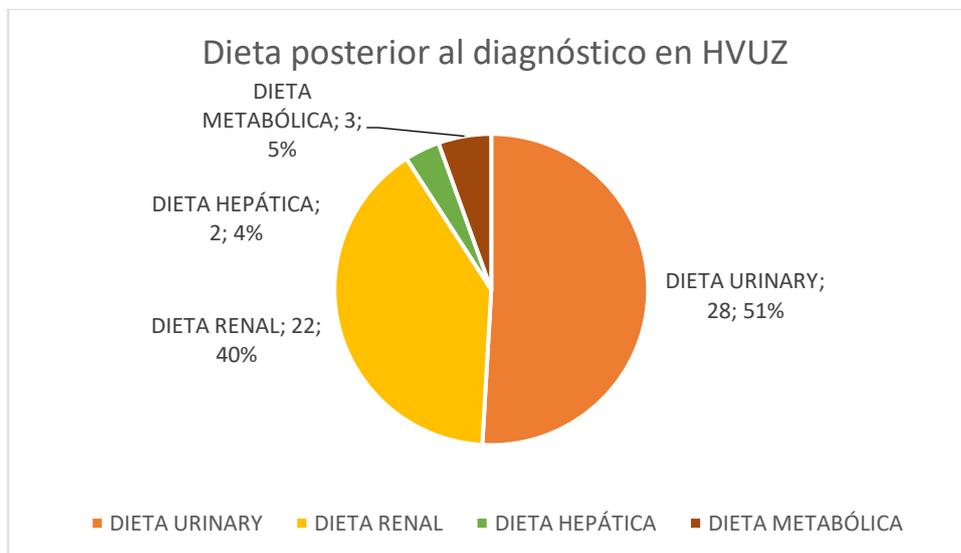
Como se puede observar, la dieta predominante en nuestra población fue una dieta comercial seca, de gama baja mayoritariamente, cuyo consumo se ha relacionado con la urolitiasis, constituyendo un factor de riesgo a padecerla (*Stevenson et al., 2010*).

Los pacientes cuya alimentación se basaba en una dieta urinaria habían tenido previamente episodios de urolitiasis, y a pesar de llevar una dieta preventiva, seguían presentando recidivas. El urolito predominante en nuestra población, oxalato calcio, es precisamente el que más tendencia tiene a recidivar (*Lulich et al., 2019; Stevenson et al., 2010; Okafor et al., 2014; Lulich et al., 2016*), y además no se puede disolver mediante el manejo dietético, lo que puede explicar este hallazgo. En aquellos pacientes que tenían cálculos potencialmente solubles pero que a pesar de llevar una dieta preventiva presentaron recidivas, las posibles causas pudieron ser que la dieta que se había introducido no era la adecuada, o bien la presencia de infecciones concomitantes que no se habían tratado adecuadamente.

5.1.13. Dieta posterior al diagnóstico

Tras el tratamiento, tanto quirúrgico como médico, fue necesario implantar un manejo dietético para evitar las recidivas. Las pautas dietéticas dependieron de la composición de los cálculos de cada paciente. En nuestra población de estudio, las principales dietas posteriores al diagnóstico fueron **la dieta urinaria (28; 51%)** y **la dieta renal**, específica para la enfermedad

renal (22; 40%) (*Gráfica 11*). Anteriormente, se ha mencionado la existencia de un gran porcentaje de nuestra población que refería otras patologías, las cuales también requerían manejo dietético, en cuyo caso se mantuvieron algunas dietas o se complementaron con las sugeridas en el HVUZ.



Gráfica 11. Distribución de la población según la dieta administrada posterior al diagnóstico.

Los resultados del manejo dietético para la disolución o prevención de urolitiasis coinciden con lo referido en la bibliografía (*Borges et al., 2018; Lulich et al., 2016; Stevenson et al, 2010; Stevenson, 2002*). La administración de un tipo de dieta u otra viene establecido en las guías de tratamiento, pero siempre dependerán del criterio del veterinario individualizando cada caso. En la gran mayoría de casos se recomendó que la dieta administrada fuera parcial o totalmente húmeda para fomentar la diuresis como se establece en las recomendaciones para el tratamiento y prevención de las recidivas de la urolitiasis (*Lulich et al., 2016; Stevenson et al, 2016*). En la mayor parte de los casos este aspecto era fundamental ya que eran casos recidivantes.

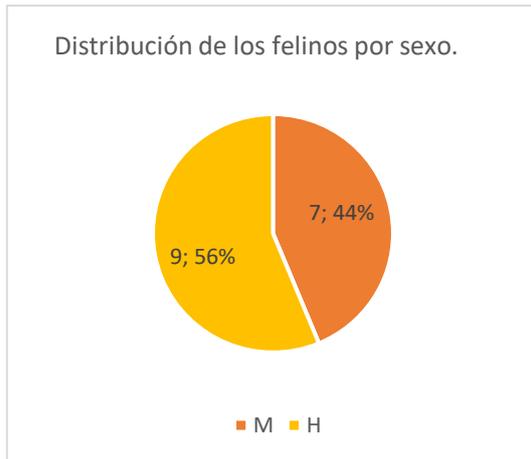
5.2. Interpretación de los resultados de la población de estudio según la especie.

En este estudio, la especie canina supuso un importante porcentaje de la población incluida, doblando a la especie felina, por lo que se realizó un análisis de los datos tomando en cuenta a la especie del animal para eliminar la dependencia de esta variable en los mismos. En ambas especies, se obtuvieron resultados equivalentes a los observados en el análisis realizado en la población total de estudio, en los siguientes datos: la edad, el tipo de urolito, las técnicas diagnósticas, la enfermedad concomitante y el tratamiento. Sin embargo, sí se detectaron diferencias en otros aspectos como: el sexo, el estado reproductivo, la

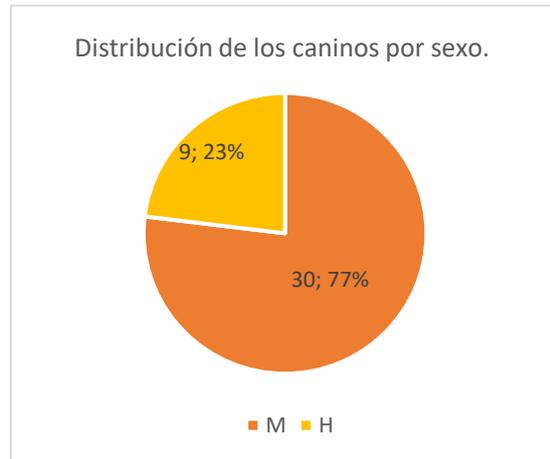
sintomatología, la localización de la urolitiasis y la dieta anterior y posterior al diagnóstico, que se detallan y discuten a continuación.

5.2.1. Sexo

En la **población felina**, se observó una presencia de urolitiasis mayor las **hembras (9; 56%)** que en los machos (**Gráfica 12**), sin embargo, en la **población de perros**, las hembras fueron minoritarias (9; 23%) (**Gráfica 13**).



Gráfica 12. Distribución de los felinos por sexo.



Gráfica 13. Distribución de los caninos por sexo.

En el análisis de la distribución del sexo según la especie, si bien en la población canina la mayor parte de los casos se trataba de machos, en la población felina se observaron más hembras con esta patología. Además, el tipo de urolito que predominó en la población felina fue el oxalato cálcico, resaltando que el 90% de las hembras lo desarrolló. Estos hallazgos contrastan con los otros estudios que han relacionado una mayor prevalencia de oxalato cálcico en machos y los de estruvita y uratos en hembras (*Borges et al., 2018*). Siendo la urolitiasis por oxalato cálcico en los gatos un 69%, deberían predominar los machos en la población felina, según la bibliografía revisada (*Borges et al., 2018; Gerber et al., 2005; Osborne et al., 2001*).

Sin embargo, en la población de perros, la incidencia de urolitiasis en nuestros pacientes caninos fue especialmente elevada en machos, afectando el **77% a machos**. Nuestros resultados coinciden con lo referido en otros estudios donde se describe la predominancia de los machos a desarrollar la mayoría de los cálculos y la de las hembras a desarrollar urolitos de estruvita (*Lulich et al., 2019; Stevenson et al., 2010*). Al igual que en los gatos, el cálculo de oxalato cálcico fue predominante en nuestra población canina (*Lulich et al., 2019; Stevenson et al., 2010; Osborne et al., 2000; Puig et al., 2021*).

5.2.2. Estado reproductivo

La distribución de la población felina según el estado reproductivo fue marcada por la alta tasa de **gatos esterilizados (81; 25%) (Gráfica 14)**. Por el contrario, en la población canina la incidencia de **perros esterilizados** fue mucho menor **(25; 64%) (Gráfica 15)**.



Gráfica 14. Distribución de la población felina según el estado reproductivo



Gráfica 15. Distribución de la población canina según el estado reproductivo

De los resultados se desprende que existe una gran diferencia en lo referente a la esterilización entre gatos y perros. La población felina esterilizada se ve mucho más afectada por la urolitiasis que la entera, tal y como se describe en la bibliografía, donde se expone la esterilización como un factor de riesgo en los gatos (*Borges et al., 2018; Rodríguez, 2010*). No obstante, en los perros fue todo lo contrario, siendo los perros enteros (**74,4 %**) más afectados por la urolitiasis que los esterilizados. Los resultados obtenidos coinciden con lo revisado en la bibliografía (*Hesse et al., 2009; Vrabelova et al., 2011; Rodríguez, 2010*).

Estos resultados también podrían explicarse porque es habitual que los gatos se esterilicen más que los perros, debido a las molestias que ocasionan en la época de celo. Siendo, el estado reproductivo, una condición que supone un riesgo para ambas especies.

5.2.3. Sintomatología

La sintomatología más extendida entre los gatos de nuestra población, fue **la disuria y signos sistémicos como la anorexia y el vómito** seguidas por la polaquiuria, la periuria, la anuria, estranguria y hematuria. En cambio, en el perro solo se observamos síntomas asociados a alteraciones de las vías bajas como la **hematuria**, principalmente, seguida de la disuria, estranguria e **incontinencia paradójica**.

Esta diferencia en cuanto a sintomatología se puede deber a que los gatos de nuestra población presentaban urolitiasis obstructivas mayoritariamente, por lo que los signos que presentaron se

asociaban a una azotemia post-renal (Gerber et al., 2005; Borges et al., 2018; Robinson et al., 2008; Buffington et al., 1997). Por otro lado, en los perros los resultados obtenidos se corresponden con los signos clínicos de las vías bajas como la disuria, hematuria, polaquiuria e incontinencia, como se describen en otros estudios anteriormente citados, ya que la mayoría no presentaban obstrucción o afectación de las vías altas (Stevenson et al 2010; Puig et al., 2021; Martinez, 2021).

5.2.4. Localización del urolito

Dentro del tracto urinario, las localizaciones más habituales en los gatos de nuestra población, fueron **la vejiga y los uréteres (Gráfica 16)**, mientras que en nuestra población de perros las localizaciones más frecuentes fueron **la vejiga y /o la uretra (Gráfica 17)**.

Hubo una estrecha relación entre el tipo de urolito y la localización en los gatos, ya que excepto en un caso, todos los gatos que presentaron urolitos en las vías altas (uréteres y riñones) fueron de oxalato cálcico requiriendo tratamiento quirúrgico y tenían ERC concomitante.



Gráfica 16. Distribución de la población felina según la localización.

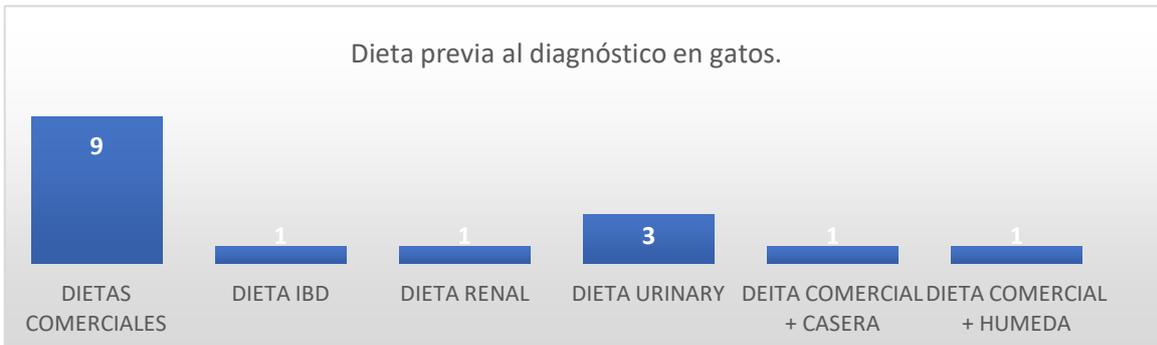


Gráfica 17. Distribución de la población canina según la localización.

Los resultados obtenidos sugieren una predisposición en los gatos a sufrir urolitiasis de vías altas, mientras que en los perros a sufrirlas en vías bajas. Estos datos están relacionados con la sintomatología presente en cada especie. Tanto en gatos como en perros la vejiga ha sido la localización más frecuente. Según la bibliografía, en los perros la vejiga es la localización más habitual (Lulich et al., 2000; Stevenson et al., 2010). De otro modo, la localización más habitual en los gatos es tracto urinario superior, mas la presencia de urolitos en el tracto urinario inferior, también se ha descrito, aunque menor medida (Robinson et al., 2008; Borges et al., 2018).

5.2.5. Dieta anterior al diagnóstico

En cuanto a la dieta administrada a los pacientes de nuestro estudio previa al diagnóstico, se observaron diferencias entre ambas especies. Las dietas que seguían nuestros pacientes felinos, en su mayoría, eran **dietas comerciales** (*Gráfica 18*) y en menor medida dietas para estimular la diuresis o para tratar otras patologías. Sin embargo, en el caso de los perros, la dieta predominante fue la **dieta urinaria** seguida de la **dieta comercial y la casera** (*Gráfica 19*).



Gráfica 18. Distribución de la población felina según la dieta previa al diagnóstico.



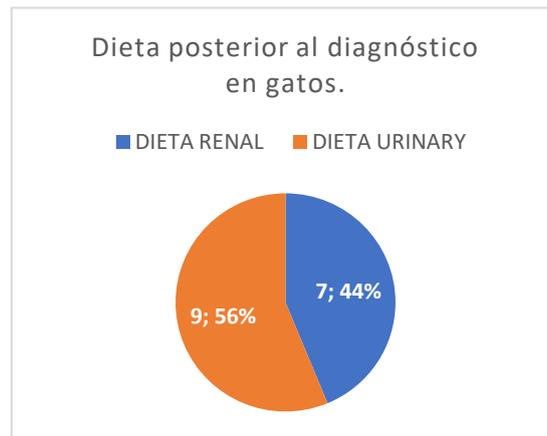
Gráfica 19. Distribución de la población canina según la dieta previa al diagnóstico.

Esto podría ser debido a que a muchos de los pacientes caninos que fueron atendidos por el Servicio de Urología y Nefrología ya se les había diagnosticado la urolitiasis y la dieta urinaria se había instaurado como tratamiento de la misma. Sin embargo, esta dieta no había sido capaz de controlar el problema, debido a la alta proporción de urolitiasis por oxalato cálcico que estaba presente en nuestra población, y cuyo tratamiento requiere la intervención quirúrgica, siendo las medidas dietéticas útiles únicamente como prevención (*Low et al., 2010; Lulich et al., 2019; Osborne et al., 2000; Stevenson et al., 2010; Lulich et al., 2016; Lulich et al., 2019*).

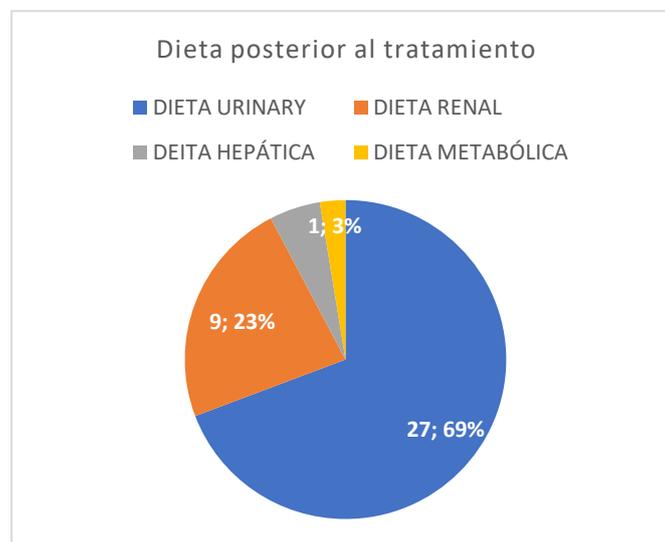
5.2.6. Dieta posterior al tratamiento

Por último, las dietas que se instauraron para el tratamiento y prevención de la urolitiasis en el HVZ en el grupo de **gatos** de nuestra población se distribuyeron de forma más o menos similar en dos tipos: la **dieta urinaria (56%)** y la **dieta renal (44%)** (*Gráfica 20*).

Sin embargo, en el caso de los perros, las dietas que se administraron como tratamiento y prevención fueron más variadas. La dieta posterior al tratamiento más recomendada fue la **dieta urinaria (69%)**, en segundo lugar, **la dieta renal (23%)**, luego **la dieta hepática (5%)** y por último **la dieta metabólica (3%)** (*Gráfica 21*).



Gráfica 20. Distribución de la población felina según la dieta posterior al diagnóstico.



Gráfica 21. Distribución de la población canina según la dieta previa al diagnóstico.

Estos resultados reflejan la alta asociación de enfermedad renal y urolitiasis que encontramos en los gatos de nuestra población, y están en consonancia con los estudios de prevalencia, que muestran la alta predisposición de la especie felina a sufrir enfermedad renal crónica, siendo

además la urolitiasis una de las causas más frecuentes de daño renal en el gato (*Palm y Westropp, 2011*).

La importancia del manejo dietético se evidencia en nuestros resultados, siendo una dieta enfocada a promover la dilución de la orina y la diuresis, fundamental para el tratamiento y prevención de esta patología, tal y como establecen las guías de tratamiento y prevención de la urolitiasis (*Lulich et al., 2016; Borges et al., 2018; Lulich et al., 2019; Stevenson et al, 2010; Stevenson, 2002*).

5. CONCLUSIONES

Del análisis observacional de los datos recogidos en este estudio retrospectivo se desprenden las siguientes conclusiones:

1. Los urolitos que se presentaron con más frecuencia en la población estudiada fueron del tipo oxalato cálcico y estruvita, siendo la prevalencia de oxalato cálcico incluso mayor a los datos recogidos en otros estudios.
2. La especie, la raza, la edad, el sexo, el estado reproductivo y la dieta fueron factores que parecieron relacionarse con el riesgo de padecer urolitiasis, en consonancia con lo que se recoge en la bibliografía.
3. Las características de la presentación clínica de la urolitiasis fueron diferentes entre los pacientes caninos y felinos de nuestra población estudio.
4. El modelo de presentación clínica de la urolitiasis en los perros de nuestro estudio, estuvo representado por un macho, no esterilizado, mayor de 7 años, de una raza determinada, que consumía una dieta comercial de baja calidad, con signos clínicos de vías urinarias bajas, con urolitiasis por oxalato cálcico localizada en vejiga, que requirió tratamiento quirúrgico y un cambio dietético preventivo.
5. El modelo de presentación clínica de la urolitiasis en los gatos de nuestro estudio, estuvo representado por una hembra esterilizada, sin predisposición etaria, de raza Común Europea, que consumía una dieta comercial de baja calidad, con urolitiasis por oxalato calcio localizada en vías altas, con enfermedad renal crónica asociada, que presentaba síntomas de vías urinarias altas y/o de tipo obstructivo, que requirió tratamiento quirúrgico y un cambio dietético preventivo.
6. Este estudio ha permitido caracterizar la presentación clínica más predominante de la urolitiasis en los perros y los gatos que viven en nuestra área geográfica, lo que podría

ayudar a detectar de forma precoz esta patología y a poder instaurar una prevención más adecuada y efectiva en nuestros pacientes.

Conclusions

From the observational analysis of the data collected in this retrospective study, the following conclusions emerge:

1. The most frequent uroliths in the population studied were of the calcium oxalate and struvite types, with the prevalence of calcium oxalate being even higher than the data collected in other studies.
2. Species, breed, age, sex, reproductive status and diet, were factors that appeared to be related to the presence and type of urolithiasis, in line with what is reported in the literature.
3. The characteristics of the clinical presentation of urolithiasis were different between canine and feline patients in our study population.
4. The clinical presentation pattern of urolithiasis in the dogs of our study was represented by a male, non-sterilized patient, older than 7 years, of a specific breed, fed a low-quality commercial diet, with clinical signs of lower urinary tract, with calcium oxalate urolithiasis located in the bladder, which required surgical treatment and a preventive dietary change.
5. The clinical presentation pattern of urolithiasis in the cats of our study was represented by a spayed female patient, without age predisposition, of Common European breed, fed a low-quality commercial diet, with calcium oxalate urolithiasis located in the upper urinary tract, with a chronic renal disease associated, presenting upper urinary tract symptoms and/or obstructive type, which required surgical treatment and a preventive dietary change.
6. This study has allowed us to characterize the most pre-dominant clinical presentation pattern of urolithiasis in dogs and cats living in our geographic area, which could be helpful in the early detection of this pathology and in the establishment of a more adequate and effective prevention in our patients.

6. VALORACIÓN PERSONAL

El presente trabajo me ha servido para entender y aproximarme a la urolitiasis en pequeños animales de manera útil para mi futuro profesional, el cual está muy cercano. He

aprendido las bases de una de las patologías urinarias más frecuentes y, por ello, me resultará más fácil realizar un diagnóstico diferencial incluyendo esta enfermedad cuando se me presente un paciente con unos signos clínicos que encajen.

La mayor dificultad que he encontrado ha sido obtener el historial completo de los pacientes. En algunos, debido al acúmulo de numerosas visitas al hospital, fue una ardua tarea localizar el inicio del problema y los casos remitidos, en varias ocasiones, constaban de poca información. Me ha parecido un tema interesante y me ha sugerido que se podrían hacer investigaciones sobre el tratamiento y prevención de la urolitiasis en pequeños animales con dietas comerciales y dietas barf o caseras bien formuladas, para evidenciar si existen diferencias notables en cuanto a recidivas entre los pacientes tratados con una u otra dieta. Sería interesante observar, si una alimentación basada en alimentos sin procesar es tan beneficiosa como lo es en humana.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Bartger J.W. y Callens, A.J, (2015). "Urolithiasis" *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 45, pp. 747-768. DOI: 10.1016/j.cvsm.2015.03.001
- Bermúdez, M. (2017). *Urolitiasis canina* (Trabajo de Fin de Grado). Corporación Universitaria Lasallista.
- Borges, N., Soares, M.C., et al., (2018). "Risk factors associated with feline urolithiasis" *Veterinary Research Communications* 42, pp. 87–94. DOI: 10.1007/s11259-018-9710-8
- Breu, D., Stieger, N. y Müller E., (2021). "Ocurrence of uroliths – age- breed-, and gender-specific differences in dogs from Germany" *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere* 49, pp. 6-12. DOI: 10.1055/a-1334-0733
- Buffington C.A., Chew D.J., Kendall M.S., Scrivani, S.B., Thompson S.B., Blaisdell J.L. y Woodworth, B.E., (1997). "Clinical evaluation of cats with nonobstructive lower urinary tract diseases" *J Am Vet Med Assoc*; 210, pp. 46-50. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8977647/> [Consultado 15-11-2022]
- Gerber B., Boretti F.S., Kley, S., Lahuha, P., Müller, C., Sieber, N., Unterer, S., Wenger, M., Flückiger, M., Glaus, T. y Reusch, C.E., (2005). "Evaluation of clinical signs and causes of lower urinary tract disease in European cats" *J Small Anim Pract*; 46, PP. 571-577. DOI: 10.1111/j.1748-5827.2005.tb00288.x
- Henthorn P.S., Liu J., Fang J., Casal M.L., Patterson D.F. y Giger U., (2000). "Canine cystinuria: polymorphism in the canine SLC3A1 gene and identification of a nonsense mutation in cystinuric Newfoundland dogs" *Hum Genet* 107, pp. 295-303. DOI: 10.1007/s004390000392

- Hesse A, y Neiger R., (2009). "Urinary Stones in Small Animal Medicine. A Colour Handbook." *London: Manson Publishing*
- Houston, D.M. y Moore A.E.P., (2009) "Canine and feline urolithiasis: examination of over 50000 urolith submissions to the Canadian veterinariu urolith centre from 1998 to 2008" *Can Vet J.* 50, pp. 1263-1268. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20190975/> [Consultado 20-11-2022]
- Kopecny, L., Palm, C.A., Segev, G. y Westropp, J.L., (2021). "Urolithiasis in dogs: Evaluation of trends in urolith composition and risk factors (2016-2018)" *Vet Intern Med* 35, pp. 1406-1415. DOI: 10.1111/jvim.16114
- Louvet, A., (2006). "Twinkling artifact in small animal color- Doppler sonography" *Vet Radiol Ultrasound* 47, pp. 384-390. DOI: 10.1111/j.1740-8261.2006.00158.x
- Low, W.W., Uhl, J.M, Kass, P.H., Ruby, A.L. y Westropp, J.L., (2010). "Evaluation of trends in urolith composition and characteristics of dogs with urolithiasis: 25499 cases" *J Am Vet Med Assoc.* 236, pp. 193-200. DOI: 10.2460/javma.236.2.193
- Lulich, J.P., Hunpravit, V., Schreiner, P.J. y Bender, J.B., (2019). "Epidemiologic evaluation of calcium oxalate urolithiasis in dogs in the United States: 2010-2015" *J Vet Intern Med* 33, pp. 2090-2095. DOI: 10.1111/jvim.15613
- Lulich, J.P., Berent, A.C., Adams, L.G., Westropp, J.L., Bartges, J.W. y Osborne, C.A., (2016). "ACVIM Small Animal Consensus Recommendations on the Treatment and Prevention of Uroliths in Dogs and Cats" *J Vet Intern Med* 30, pp. 1564–1574. DOI: 10.1111/jvim.14559
- Lulich, J.P., Osborne, C.A., Albanan, H., Koehler, L.A., Ulrich, L.K. y Lekcharoensuk, C., (2013). "Recent shifts in the global proportions of canine uroliths" *British Veterinary Association* 172, pp. 363. DOI: 10.1136/vr.101056
- Martínez, L., (2021). *Estudio comparativo sobre la incidencia de los cálculos de urato en los perros de raza dálmata* (Trabajo de Fin de Grado). Universitat de Lleida.
- Minnesota Urolith Center (2022). Minnesota Urolith Center. Disponible en: <https://urolithcenter.org/?locale=en> [Consultado en 24-11-2022]
- Okafor, C.C., Lefebvre, S.L., Pear, D.L., Yang, M., Wang, M., Blois, S.L., Lund, E.M. y Dewey, C.E., (2014). "Risk factors associated with calcium oxalate urolithiasis in dogs evaluated at general care veterinary hospitals in the United States" *Preventive Veterinary Medicine* 115, pp. 217–228. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2014.04.006
- Osborne, C.A., Lulich, J.P. y Leckcharoensuk, C. (2001). "Epidemiologic study of risk factors for lower urinary tract diseases in cats" *J Am Vet Med Assoc* 218, pp. 1429-1435. DOI: 10.2460/javma.2001.218.1429

- Osborne C.A., Bartges J.V. y Lulich J.P., (2000). "Canine urolithiasis" Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL (eds.). *Small animal clinical nutrition*. Walsworth Publishing, Missouri, pp. 605-688.
- Osborne, C.A., Sanderson, S.L., Lulich, J.P., Bartges, J.W., Ulrich, L.K., Koehler, L.A., Bird, K.A. y Swanson, L.L., (1999). "Canine Cystine Urolithiasis. Cause, Detection, Treatment, and Prevention" *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 29, pp. 193–209. DOI: 10.1016/s0195-5616(99)50011-9
- Osborne C.A., Lulich J.P., Bartges J.W., Unger L.K., Thumchai R., Koehler L.A., Bird K.A. y Felice L.J., (1995). "Canine and feline urolithiasis: Relationship of etiopathogenesis to treatment and prevention." En: Osborne CA, Finco DR, editors. *Canine and feline nephrology and urology*. Baltimore: Williams & Wilkins; pp. 798-888.
- Palm, C y Westropp, J. (2011). "Cats and calcium oxalate: strategies for managing lower and upper tract stone disease" *J Feline Med Surg* 13, pp. 651 – 60. DOI: 10.1016/j.jfms.2011.07.018
- Puig, J., Feo, L., Merino, V., Jeussette, L. y Vilaseca, L. (2021). Urolitiasis Canina. Advance research reports (Revista de Divulgación Veterinaria).
- Rivero, M. y Trivel, G., (2006). *Enfermedad del tracto urinario inferior en gatos y su cambio etiopatogénico en las litiasis y tapones ureterales* (Tesis de Grado). Universidad de la República.
- Robinson, M.R., Norris, R.D., Sur, R.L. y Preminger, G.M, (2008). "Urolithiasis: not just a 2-legged animal disease" *J Urol*. 179, pp. 46-52. DOI: 10.1016/j.juro.2007.08.123
- Rodríguez, M. (2010). *Aportaciones al conocimiento de la urolitiasis canina y felina en España* (Tesis Doctoral). Universidad de León.
- Sampayo, J., Burballa, A. y Orallo, M. (2012). "Tratamiento de la urolitiasis en pequeños animales mediante litotricia" Portal Veterinaria, 10 de septiembre. Disponible en: <https://www.portalveterinaria.com/animales-de-compania/articulos/22090/tratamiento-de-la-urolitiasis-en-pequenos-animales-mediante-litotricia.html>
- Stevenson AE., (2002). *The incidence of urolithiasis in cats and dogs and the influence of diet in formation and prevention of recurrence* (Tesis doctoral). University College London.
- Stevenson A. y Rutgers C. (2010). Manejo nutricional de la urolitiasis canina. En: Pibot P, Biourge V, Elliott D (Eds.) *Enciclopedia de la Nutrición Clínica Canina*. 1a ed. Unión Europea: Royal Canin; pp. 301-333.
- Vrabelova D, Silvestrini P, Ciudad J, Gimenez JC, Ballesteros M, Puig P y Ruiz de Gopegui R. (2011). "Analysis of 2735 canine uroliths in Spain and Portugal. A retrospective study: 2004-2006" *Research in Veterinary Science*, 91(2): pp. 208-211.

