



Facultad de Veterinaria  
**Universidad Zaragoza**



# Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

---

## ÍNDICE

1. Resumen .....	2
2. Abstract .....	2
3. Justificación y objetivos .....	2
4. Metodología .....	3
5. Introducción .....	4
3.1 La urolitiasis en la revisión bibliográfica .....	4
a. Definición .....	4
b. Etiopatogenia .....	5
c. Predisposición y factores de riesgo en el desarrollo de la urolitiasis .....	7
d. Diagnóstico .....	9
e. Tratamiento y prevención .....	15
f. Nuevas técnicas y estudios científicos .....	21
6. Resultados y discusión .....	23
6.1 La urolitiasis en los pacientes del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza .....	23
7. Conclusiones .....	26
8. Conclusions .....	27
9. Valoración personal y sugerencias .....	27
10. Agradecimientos .....	28
11. Referencias bibliográficas .....	29
12. Anexos .....	31
12.1 Gráficas .....	34
12.2 Tablas .....	34

## **1. Resumen**

La urolitiasis canina es una patología de las vías urinarias muy frecuente y común, pudiendo afectar a cualquier perro. Dicha enfermedad tiene una elevada tasa de incidencia en nuestro país, la cual depende de múltiples factores, destacando entre ellos el manejo nutricional.

Este trabajo pretende conocer y profundizar en la enfermedad mediante una revisión bibliográfica de documentos en formato digital y físico, así como realizar un estudio retrospectivo de la casuística observada en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza. De este modo, se podrá realizar una comparativa entre los datos obtenidos en la revisión bibliográfica y los datos obtenidos en la revisión de las historias clínicas del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza.

Finalmente, se procederá a exponer las conclusiones obtenidas tras el análisis de las comparativas destacando las coincidencias y las divergencias entre los datos del hospital y los recogidos en la bibliografía.

## **2. Abstract**

**Canine urolithiasis and retrospective study of casuistry observed at the Veterinary Hospital of the University of Zaragoza**

Canine urolithiasis is a very frequent and common pathology of the urinary tract, which can affect any dog. This pathology, which has a high incidence rate in our country, depends on several factors, among which the nutritional management could be emphasized.

This project expects to know and delve into the disease through a deep literature review of both digital and paper documents as well as to do a retrospective study of casuistry observed at the Veterinary Hospital of the University of Zaragoza. In this way, a comparative analysis between the data obtained in the literature review and the one got from the medical review of the Veterinary Hospital of the University of Zaragoza will be done.

Finally, we will proceed to present this project's conclusions, obtained after the analysis of the comparatives, emphasizing the correspondences and divergences between the hospital cases and the reviewed literature's data.

## **3. Justificación y objetivos**

La creciente frecuencia de casos de urolitiasis canina en las clínicas veterinarias es un tema que preocupa a los profesionales veterinarios y, por ello, este trabajo ha pretendido realizar una

aproximación a la patología para facilitar su comprensión y mejorar así su diagnóstico, tratamiento y prevención.

Los objetivos del presente escrito son:

- Realizar una revisión profunda de la bibliografía relacionada con los distintos tipos de urolitiasis caninas existentes y revisión de casos ajenos al Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza para conocer y comprender los supuestos teóricos que rodean la enfermedad.
- Hacer un estudio detallado de los casos clínicos del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza para comprobar la casuística observada de la patología que ocupa el presente trabajo en un ámbito práctico y cercano.
- Crear una base de datos informatizada sobre los casos clínicos revisados del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza para facilitar la posterior comparación y conclusión final entre la bibliografía y los casos clínicos del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza de la urolitiasis canina.
- Comparar la casuística descrita en la bibliografía revisada y la casuística observada en la revisión de casos clínicos del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza.
- Concluir el grado de coincidencia entre la caracterización teórica y práctica de la patología con ayuda de gráficas y estadísticas empíricas basadas en la base de datos creada para el presente proyecto.

#### **4. Metodología**

La realización de este trabajo tiene dos vertientes de actuación:

- Por un lado, se ha realizado una revisión bibliográfica basada en la búsqueda de información en libros y en las bases de datos más relevantes del panorama veterinario, como AlcorZe, AVEPA, Dialnet, Elsevier, IVIS, PubMed y VetLearn. Además de eso, también se han revisado artículos en formato papel de las revistas “Argos”, “Consulta de Difusión Veterinaria” y “Canis et Felis”. Estas revistas también las revisé en formato digital, al igual que la “American Journal of Veterinary Research”, “The New England Journal of Medicine” y “Veterinary Clinics of North America”
- Algunas de las palabras claves utilizadas en la obtención de información de la revisión bibliográfica fueron: “urolitiasis canina/canine urolithiasis”, “urolitiasis estruvita, oxalato cálcico, cistina, urato, xantina y fosfato cálcico/struvite, calcium oxalate, cystine, urate, xanthine urolithiasis”, “urolito/urolith”, “diagnóstico, tratamiento, prevención, control

urolitiasis canina/diagnosis, treatment, prevention, management canine urolithiasis”, “obstrucción uretral/urethral obstruction”.

- Por otro lado, el estudio de la casuística hospitalaria se ha basado en la recolección de datos presentes en la base de gestión de datos utilizada en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza (QVet) y en los historiales en formato físico almacenados en la recepción del mismo. Los datos a recoger y en los que se inspira la base de datos creada para este fin, fueron:
  - Año.
  - Número de historial.
  - Nombre.
  - Especie.
  - Raza.
  - Sexo (esterilizado o no).
  - Tipo de cálculo.
  - Localización.
  - Edad.
  - Historia clínica actual (porque está en el hospital actualmente, si sufre alguna otra patología concurrente de interés en la enfermedad que nos ocupa...).
  - Antecedentes (sí/no).
  - Tratamiento (médico/mecánico).
  - Revisión y control.

Con esta base de datos se realiza un estudio estadístico de la casuística observada en esta institución y se procede a realizar una comparativa con lo visto en la teoría para observar el grado de coincidencia existente.

## **5. Introducción**

### **5.1 La urolitiasis en la revisión bibliográfica**

#### **a) Definición**

La urolitiasis canina es una enfermedad de las vías urinarias que se caracteriza por la formación de cristales y urolitos compuestos por distintos solutos en cualquier zona del aparato urinario, destacando la vejiga y la uretra, y el efecto que tienen sobre dichas zonas, ya que producen irritación e inflamación.

Esta patología puede aparecer en cualquier perro, siendo más frecuente su aparición en las razas pequeñas. Debido a esto, es un motivo frecuente de consulta en las clínicas y hospitales veterinarios, llevándose el 18% de los casos atendidos en perros con afecciones del tracto urinario inferior (*Lulich et al., 2000*).

Conviene aclarar dos conceptos: cristales y urolitos. Los cristales son precipitados minerales microscópicos y los urolitos son precipitados minerales macroscópicos. Si existe cristaluria (presencia de cristales en la orina) hay riesgo de que se desarrollen urolitos posteriormente, por lo

que es un signo clínico a tener en cuenta; se debe tener claro que por sí mismo no indica enfermedad.

Los urolitos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Según su localización: nefrolitos, ureterolitos, cálculos vesicales y uretrolitos.
- Según su forma: rugosos, lisos, en forma de sobre, redondeados, asteroidales...
- Según su composición: estruvita, oxalato cálcico, urato, cistina, fosfato cálcico y sílice.

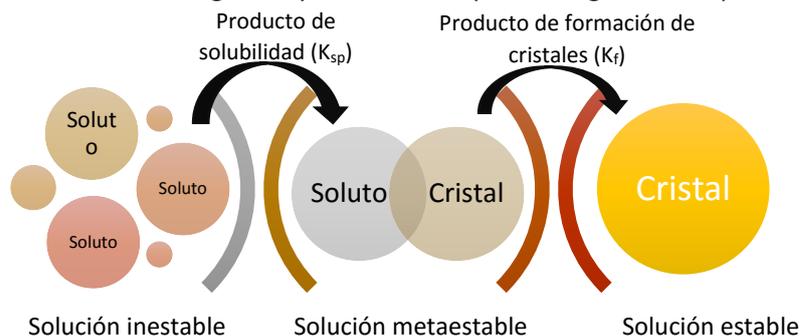
## b) Etiopatogenia

La urolitiasis es una enfermedad de origen multifactorial en la cual el peso de la genética es notable, debido a que se produce por **alteraciones hereditarias, congénitas o adquiridas subyacentes** que originan mayor predisposición a la formación de urolitos y mayor excreción urinaria de los minerales que los componen (*Osborne et al., 1995*), dando con mayor facilidad una sobresaturación de la orina, punto clave en la formación de éstos.

Como ya hemos dicho, los urolitos se forman cuando la orina está sobresaturada del compuesto que lo vaya a formar, ya sea de manera continuada o intermitente. El punto en el que se produce la sobresaturación de la orina con el compuesto que precipitará y originará el cristal se conoce como **producto de solubilidad termodinámico ( $K_{sp}$ )**. En teoría, en cuanto se sobrepase este punto se deben empezar a formar los cristales, los cuales darán lugar en una fase posterior a los urolitos, pero en la práctica se demuestra que muchas veces hay una alta concentración de soluto y no hay presencia de cristales, por lo que se deduce que existen **inhibidores de la formación de cristales** en la propia orina que impiden que suceda este fenómeno.

Las soluciones que contienen una alta concentración de soluto pero que no precipitan y que, por tanto, no forman cristales, se denominan **metaestables**. El punto en el que las soluciones en las que la concentración de solutos es tan elevada que ya no puede mantenerse en este estado y precipitan formando cristales se denomina **producto de formación de cristales ( $K_f$ )**.

Para hacerlo de una manera más gráfica y sencilla se expone el siguiente esquema (figura 1):



**Figura 1.** Etapas en la formación de los cristales en la orina.

Tras la formación del cristal, se produce la **fase de nucleación**, la cual consiste en la formación de un entramado de minerales que forman el nido sobre el que se asentará el futuro urolito. Dependiendo del tipo de solución que sea distinguiremos dos tipos de nucleación:

- **Homogénea:** cuando los cristales y futuros urolitos se forman a partir de una solución pura y precipitan espontáneamente.
- **Heterogénea:** cuando se forman sobre superficies ya existentes que hacen de núcleo alrededor de las cuales se depositarán los cristales. Estas superficies suelen estar compuestas por detritus celulares, células inflamatorias o epiteliales y cuerpos extraños, entre otras cosas.

Después de la nucleación va la **fase de crecimiento**, la cual necesita menos sobresaturación de la orina con la sustancia o sustancias que vayan a formar el urolito que la nucleación. Los mecanismos que conducen al crecimiento aún no están claros. Como pasaba en la nucleación, aquí también existen dos tipos posibles de crecimiento:

- **Crecimiento directo:** consistente en el propio crecimiento de los cristales. Se trata de un proceso lento y, teniendo en cuenta que los urolitos deben formarse durante el recorrido de la orina a través de los túbulos renales, parece improbable que éste sea el mecanismo que origina la mayoría de los urolitos, sobre todo en el caso de los nefrolitos, debido a que aquí el tiempo de recorrido es aún más reducido y no da tiempo suficiente para formar los urolitos del tamaño que encontramos.
- **Agregación de cristales:** se trata de un proceso bastante más rápido que el crecimiento directo y consiste en el agrupamiento de los cristales existentes en la orina para formar un agregado de mayor tamaño que dará lugar al urolito.

La fase final y la que termina formando el urolito es más bien un hecho que debe suceder que una fase en sí, y consiste en que los cristales o los agregados cristalinos **deben ser retenidos** durante un tiempo en el aparato urinario para que dé tiempo a que se forme el urolito final.

Para saber si un perro tiene riesgo de sufrir urolitiasis se ha desarrollado un método basado en el estudio de diversas variables que incrementan la posibilidad de aparición de esta enfermedad (manejo dietético, concentración de minerales en la orina...). Este método es la **determinación de la sobresaturación relativa (SSR)**, el cual consiste en la medición de la concentración de los compuestos que formarán los cristales (calcio, oxalato, sodio, magnesio, amoníaco, potasio...) en la orina y el pH urinario. Después todos los datos obtenidos se informatizarán y se obtendrán distintos valores:

- **SSR < 1:** orina hiposaturada. Siguiendo el esquema de la figura 1 (vista con anterioridad), este valor correspondería a la solución estable, donde sólo hay solutos. En este caso, la disolución es posible.
- **SSR > 1:** orina sobresaturada. Este valor correspondería a la solución metaestable, donde hay solutos, pero también empiezan a formarse los primeros cristales. La disolución ya no es posible.
- **SSR >> 1:** orina muy sobresaturada. Correspondiente a la solución estable, se han formado los cristales y están ya en fase de nucleación y crecimiento. La disolución no es posible.

Existen otros métodos para la evaluación de la formación de los urolitos. Por un lado, tenemos la **evaluación in vitro de la formación de urolitos**, el cual es el método de referencia y consiste en un ensayo clínico que mide la velocidad de formación in vivo o disolución de los urolitos dependiendo de la intervención que se realice sobre ellos; su mayor problema es que se trata de ensayos de duración prolongada y sólo se tiene en cuenta una intervención, lo cual dificulta más el estudio del efecto real. Por otro lado, tenemos el **cociente del producto de actividad (CPA) o activity product ratio (APR)**, el cual ya no se utiliza.

### **c) Predisposición y factores de riesgo en el desarrollo de la urolitiasis**

#### Sexo

Las urolitiasis producidas por los minerales más representativos (oxalato cálcico, urato, cistina) son más frecuentes en los machos, exceptuando la urolitiasis por estruvita, la cual es más frecuente en las hembras (Figura 3).

Hay que tener en cuenta que las urolitiasis que sufren los machos son más molestas y más “sintomáticas” que las de las hembras debido a que su uretra es más larga y estrecha que la de éstas, por lo que suelen padecer molestias urinarias y obstrucciones uretrales con mayor facilidad. Sin embargo, la uretra de las hembras es corta y ancha, por lo que les es más fácil eliminar los urolitos sin presentar molestias y, por tanto, la enfermedad puede pasar desapercibida tanto para el propietario como para el veterinario.

Cabe destacar que las hembras son más propensas a las infecciones bacterianas del tracto urinario debido a que su uretra es más corta y ancha, lo que favorece una infección por vía ascendente hasta las vías urinarias.

#### Raza

Las razas más pequeñas son las más afectadas por la enfermedad (*Lulich et al., 2000*).

*La urolitiasis canina y estudio retrospectivo de su casuística en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza*

También es importante destacar que determinadas razas están más predisuestas a sufrir dicha enfermedad (Figura 3), lo cual demuestra, como hemos visto anteriormente en el capítulo de etiopatogenia, que existe una **base genética** (Stevenson, 2002).

En relación con lo anterior, existen evidencias de que determinadas razas tienen predisposición genética a padecer algunos tipos concretos de urolitiasis, como es el caso de los perros Dálmata y las urolitiasis de xantina y los perros Terranova y las urolitiasis de cistina. Dichas predisposiciones se expondrán posteriormente.

Edad

La edad no es un factor tan decisivo como los anteriores (Figura 3), ya que el rango de edad en el que se presenta la enfermedad es amplio (2-8 años). Antes del primer año de edad no suelen encontrarse casos de urolitiasis canina.

	Urato	Cistina	Estruvita	Oxalato
Sexo	Machos: 85% de los casos	Machos: 90% de los casos	Hembras: 80% de los casos	Machos: 70% de los casos
Predisposiciones raciales	Dálmata Bulldog Inglés Schnauzer Miniatura Yorkshier Terrier	Bulldog Inglés Teckel Basset Hound Yorkshire Terrier	Shih Tzu Schnauzer Miniatura Caniche Miniatura Bichon Frisé Lhasa Apso Cocker Spaniel Inglés	Shih Tzu Schnauzer Miniatura Caniche Miniatura Bichon Frisé Lhasa Apso Yorkshire Terrier
Edad media	1 - 4 años	1 - 8 años	2 - 8 años	5 - 12 años

**Figura 3.** Factores de riesgo en la urolitiasis canina (Ling, 1998; Lulich, 2000).

Infecciones del tracto urinario (ITU)

Las infecciones del tracto urinario tienen relevancia en el desarrollo de urolitiasis en los cánidos, sobre todo en las hembras, donde juegan un papel clave en el desarrollo de urolitos de estruvita. Las bacterias que originan infecciones en el tracto urinario poseen enzimas que descomponen la urea, como la uricasa, en amonio y bicarbonato. Estos compuestos modifican el pH urinario, transformándolo en alcalino, lo cual potencia el desarrollo bacteriano.

Medicamentos

Los medicamentos pueden influir en la aparición de esta patología si alteran el pH urinario, la reabsorción o la secreción tubular y la precipitación de fármacos y de sus metabolitos (Osborne et al., 1999) debido a que alteran el mecanismo fisiológico renal y, por ello, puede favorecerse la formación de urolitos, con o sin interaccionar con los metabolitos farmacológicos.

### Metabolismo

La **hipercalcemia crónica o prolongada** da lugar a calciuria (calcio en la orina), lo cual es un factor predisponente para la aparición de cristales que contengan este elemento, como los de oxalato cálcico.

El **síndrome de Cushing** también parece tener relación con la aparición de cristales de oxalato cálcico debido a que en esta patología existe una elevada concentración de glucocorticoides, la cual produce hipercalcemia y, por tanto, calciuria. Dicha enfermedad tiene un tratamiento prolongado, prolongándose en el tiempo también la elevada concentración de glucocorticoides, por lo que existe de manera sostenida calciuria, factor predisponente para la formación de cristales de oxalato.

Para terminar, la **acidosis metabólica crónica** favorece la aparición de cristales de oxalato cálcico, también debido a la hipercalcemia y posterior calciuria que se produce en esta situación (*Lulich et al., 1999*).

### Entorno

El entorno que favorece la deshidratación (clima seco, clima cálido, acceso restringido al agua...) o la retención de orina en la vejiga (vida interior, trastornos etológicos, patologías), favorece la aparición de urolitiasis (*Franti et al., 1999*) debido a que se obtiene una orina más concentrada o un retraso en el vaciamiento de la vejiga, respectivamente.

#### **d) Diagnóstico**

Como en cualquier enfermedad, el diagnóstico de la urolitiasis debe comenzar con una buena y completa **anamnesis** al propietario del animal para tener un primer acercamiento al caso.

Los **síntomas** que suele sufrir el animal están relacionados con la irritación y posterior inflamación que sufren las estructuras que están en contacto con los cristales o los urolitos, sobre todo cistitis y uretritis; también es importante conocer si el animal tiene antecedentes de esta patología.

Asimismo, los **signos clínicos** más frecuentes son los siguientes:

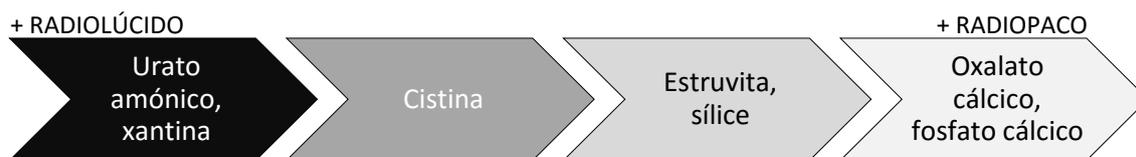
- Hematuria: sangre en la orina.
- Disuria: alteraciones (dolor, dificultad) durante el acto de micción.
- Polaquiuria: aumento en la frecuencia de micciones con consiguiente disminución del volumen de orina de éstas.
- Estranguria: micción lenta y dolorosa.

- Antecedentes de infección del tracto urinario, sobre todo en los casos de cálculos de estruvita en las hembras.
- Posible obstrucción uretral en el caso de los machos.

A veces, además de la anamnesis y la observación de los signos clínicos, sirve la **palpación abdominal** de la vejiga (si hay cálculos, en algunas ocasiones se palpará un “*globo vesical*”, sobre todo en el caso de que estos se encuentren obstruyendo la uretra) y la **palpación rectal digital** de la uretra para detectar posibles urolitos en uno de estos dos lugares, aunque esta técnica tiene muy poca sensibilidad, pero alta especificidad, para confirmar o descartar la presencia de urolitos en las vías urinarias.

Además de apoyarnos en las herramientas primarias nombradas con anterioridad, esta enfermedad también puede diagnosticarse mediante técnicas de diagnóstico por imagen, como son la **radiografía** y la **ecografía**, las cuales son el medio diagnóstico estrella en la urolitiasis canina.

En cuanto a la radiodensidad de los urolitos, se expone el siguiente esquema (Figura 4):



**Figura 4.** Radiodensidad de los urolitos.

Observamos que los cálculos de oxalato cálcico y fosfato cálcico son moderadamente radiopacos, mientras que los de estruvita y sílice son ligeramente radiopacos, los de cistina ligeramente radiolúcidos y los de urato amónico y xantina moderadamente radiolúcidos.

Debido a estas radiodensidades tan variables no existe un modelo único de radiografía para diagnosticar todos los tipos de urolitiasis, así distinguimos las posibilidades radiológicas que tenemos: **en vacío** (neumocistografía) y de **doble contraste** (cistografía de doble contraste). No hay que olvidarse de la **ecografía**, la cual es una técnica que está aumentando su demanda debido a que ofrece la ventaja de poder evaluar el estado de las estructuras adyacentes al urolito y valorar el daño que éste está haciendo, todo ello a tiempo real, además de que el animal no necesita ser sondado para inyectar el contraste.

Ambas técnicas sirven para verificar la presencia de urolitos, además de darnos información acerca de su localización, número, tamaño, densidad radiológica y forma. Es importante destacar que los **urolitos deben tener un tamaño superior a 3 milímetros** para poder ser sensibles a las técnicas anteriormente nombradas.

Antes del diagnóstico por imagen, el cual nos facilita la tarea y nos parece práctico y rápido, debemos recurrir a hacer pruebas analíticas como son el **análisis y el cultivo de orina**.

El análisis de orina suele mostrar alterados los parámetros relacionados con la inflamación ya que, como se ha dicho antes, los urolitos originan irritación e inflamación de la zona; por ello, en el análisis encontraremos proteinuria, hematuria y piuria. Otros hallazgos dependientes del tipo de cálculo serán:

- pH urinario. Alcalino en el caso de la urolitiasis de estruvita y fosfato cálcico; ácido o neutro en el resto.
- Cristaluria. En el caso de la urolitiasis de cistina, es un hallazgo muy frecuente. Microscópicamente, cada cristal es distinto y esto nos orienta hacia su diagnóstico.

Además del análisis de orina, también conviene realizar un **cultivo de orina** y un **antibiograma**, sobre todo en el caso de sospecha de urolitiasis de estruvita, para confirmar o descartar una posible infección del tracto urinario y su etiología. La toma de muestras de orina para el cultivo y el antibiograma se realizará de manera estéril mediante cistocentesis para evitar contaminaciones cruzadas.

#### Urolitiasis de estruvita

Los cálculos de estruvita son los más frecuentes en aparición, sobre todo en las hembras (71-85%) y en los jóvenes (60%), y suponen un 45-50% del total de casos de urolitiasis. Suelen estar formados en su totalidad por fosfato amónico magnésico hexahidratado, aunque algunos también contienen fosfato cálcico o fosfato de carbonato cálcico.

En este tipo de urolitiasis, la **infección del tracto urinario** juega un papel fundamental. Las infecciones suelen ser originadas por la acción de bacterias productoras de ureasa:

- *Staphylococcus* y *Proteus*, los más frecuentes.
- *Pseudomonas* y *Klebsiella*, con poca frecuencia.

Dichas bacterias poseen la enzima **ureasa**, la cual descompone la urea de la orina para formar amonio y bicarbonato (estos compuestos elevan el pH urinario, transformándolo así en pH alcalino) combinándose con magnesio y fosfato (este último está en alta concentración en la orina debido a que los perros son carnívoros y, por ello, toman mucha proteína, la cual está compuesta por fosfato, entre otras cosas), dando así el cristal de fosfato amónico magnésico hexahidratado, comúnmente conocido como estruvita. Se encuentra a **pH alcalino**, debido a que a este pH es insoluble.

Los urolitos de estruvita **estériles** son raros en el perro, aunque existe un caso recurrente en perros Cocker Spaniels emparentados.

#### Urolitiasis de oxalato cálcico

Los cálculos de oxalato cálcico son los segundos más frecuentes en aparición (35-45% del total de los casos) y los que mayor incremento en la prevalencia han tenido en los últimos años. Su incidencia es mayor en perros de **raza pequeña** (Yorkshire terrier, Schnauzer miniatura, Bichón Frise, Pomerano, Bichón Maltés, Caniche miniatura, Chihuahua, Cairn Terrier, Lhasa Apso y Shih Tzu) y en **machos** (68-71%). La mayor prevalencia en machos se debe a que en este sexo aparecen con mayor frecuencia signos clínicos que en las hembras debido a que los machos tienen la uretra más larga y estrecha, con lo cual es mucho más probable que se produzcan alteraciones como la obstrucción y molestias en la micción que en las hembras, las cuales tienen una uretra corta y ancha por lo que pueden eliminar los cálculos con facilidad.

A diferencia del anterior, aquí el factor desencadenante en el desarrollo de urolitos de oxalato cálcico es la **sobresaturación** de la orina, intermitente o no, con calcio (hipercalciuria) y oxalato (hiperoxaluria). Se cree que dicho factor tiene un fuerte **componente hereditario** (Graus J., 2003), lo cual explicaría también su mayor incidencia en determinadas razas.

El manejo alimentario inadecuado, junto con los fármacos utilizados en la disolución de los cálculos por estruvita, pueden favorecer la aparición de un pH ácido, el cual es el pH ideal para la formación y aparición de estos urolitos. Por ello, es interesante destacar que en algunos casos la resolución de los cálculos de estruvita favorece la aparición de otros que se desarrollan a pH ácido, como es el caso de los urolitos de oxalato cálcico.

Estos urolitos **no son de origen infeccioso**, pero su presencia sí que puede originar posteriormente una infección del tracto urinario.

#### Urolitiasis de cistina

La urolitiasis de cistina tiene prevalencias muy distintas dependiendo del área geográfica estudiada, siendo del 26% en España, por lo que sería la tercera urolitiasis más frecuente en nuestro país. Afecta más a machos que a hembras y la edad de aparición suele rondar entre los 3 y los 8 años. Es posible que tenga un **componente genético** debido a que es más frecuente en determinadas razas, como en el Mastín, Pastor Australiano, Bulldog Inglés, Chihuahua, Terranova, Pitbull Terrier y Dachshunds.

La cistina es un dímero de dos moléculas del aminoácido cisteína unidas mediante un enlace disulfuro. Los perros con este tipo de urolitiasis sufren **cistinuria**, la cual es un trastorno genético

del metabolismo de la cistina en la que se eliminan elevadas cantidades de ésta en la orina debido a una mala reabsorción renal del dímero porque las proteínas transportadoras responsables de la reabsorción están defectuosas. Esta alteración, junto con la baja solubilidad de la cistina en la orina ácida, conlleva al aumento de la probabilidad de formación de urolitos de cistina en los perros.

Como ya ha quedado en evidencia, la urolitiasis de cistina tiene un **fuerte componente genético**, el cual se sigue demostrando con el hecho contrastado de que los perros Terranova heredan la cistinuria de manera autosómica recesiva.

### Urolitiasis de urato

Los cálculos de urato son los terceros en frecuencia de aparición, con un 8% del total de los casos (Graus J., 2014). Son más frecuentes en perros jóvenes, siendo el promedio de edad de aparición de unos 4 años, y en machos, lo cual puede ser porque originan con frecuencia obstrucción uretral mientras que en las hembras pueden ser eliminados sin ser detectados.

Este tipo de urolitiasis se da con mayor frecuencia en **Dálmatas**, debido a que esta raza tiene la actividad de la enzima uricasa hepática reducida, convirtiendo solamente el 30-40% del ácido úrico en alantoína lo que origina un aumento de éste en la orina y en la sangre y consiguiente formación de sales de urato. Se cree que este defecto tiene una base genética, pudiendo ser heredado de forma autosómica recesiva (Sorenson & Ling, 1993).



**Figura 13.** Degradación del nucleótido de purina hasta alantoína.

También es frecuente en el Bulldog Inglés, Schnauzer miniatura, Shih Tzu y Yorkshire Terrier por predisposición familiar y en **perros con shunts portosistémicos**; en este último caso se debe a que la conversión hepática de ácido úrico a alantoína también está reducida, esta vez por causas funcionales, y aparece cristaluria, intermitente o no, de cálculos de urato.

Como ya hemos dicho anteriormente, este tipo de urolitiasis se da con relativa frecuencia en animales jóvenes, lo cual podría explicarse porque éstos pueden tener shunts portosistémicos y consiguiente cristaluria de cálculos de urato.

El ácido úrico es un producto de degradación del metabolismo de los nucleótidos de purina, la cual procede de las células del organismo y de la dieta. El problema comienza cuando la orina está **sobresaturada con ácido úrico e iones amonio** (nos centramos solamente en la formación de

urolitos de urato amónico debido a que son los más frecuentes, pero no hay que perder de vista que existen otros tipos dentro de los denominados “urolitos de urato”), pudiendo formarse de esta manera los urolitos. Dicha sobresaturación suele deberse a la ingestión de una dieta rica en purina y sus precursores, junto con que el pH de la orina sea ácido, lo cual favorece la formación de dichos cristales debido a que disminuye la solubilidad del ácido úrico y aumenta la producción de iones amonio.

Los urolitos de uratos suelen tener una composición pura, es decir, estar formados únicamente por ácido úrico, urato amónico y/u otras sales úricas. La composición más frecuente es la de urato amónico, como hemos dicho anteriormente, con un 86% del total de los casos. En cuanto a su forma, suelen ser pequeños lisos, redondeados u ovoides con un color verdoso-castaño y estar presentes de manera múltiple.

#### Urolitiasis de xantina

La xantina es un producto de degradación del metabolismo de los nucleótidos de purina, al igual que el ácido úrico (Figura 13). Sin embargo, este metabolito se forma con anterioridad al ácido úrico, mediante la acción de la enzima xantina oxidasa. Las causas de la formación de urolitos de xantina son dos: iatrogénica, por el consumo de alopurinol, y genética, por una alteración congénita de la enzima xantina oxidasa.

El **alopurinol** es un isómero sintético de la hipoxantina que inhibe la acción de la enzima xantina oxidasa sobre la hipoxantina, disminuyendo la producción de ácido úrico. El alopurinol es el principio activo del medicamento utilizado para tratar la **leishmaniosis canina**, lo cual explica el aumento de casos de urolitiasis de xantina en nuestro país y, sobre todo, en Zaragoza, ciudad situada en el valle del Ebro donde la prevalencia de casos de leishmaniosis canina es alta. Aun así, se trata de un tipo de urolitiasis menos frecuente que los anteriormente nombrados, con un 0,005% de prevalencia sobre el total de urolitiasis diagnosticadas en nuestro país.

Sobre su morfología cabe decir que son similares a los de urato, excepto en el color, siendo éstos amarillo-castaños.

#### Urolitiasis de fosfato cálcico

Los cálculos de fosfato cálcico tienen una prevalencia baja (0,3-0,6%) debido a que su hallazgo de manera pura es raro, mientras que si se buscan como componente menor de otros urolitos mixtos su prevalencia aumenta, debido a que su presencia en urolitos de estruvita y oxalato cálcico es frecuente. Suele afectar a perros de razas pequeñas y a machos.

Estos urolitos están formados por hidroxapatita, carbonato de apatita, brusita (fosfato de hidrógeno y calcio dihidratado) u ortofosfato cálcico. El tipo más frecuente es el que está compuesto por hidroxapatita, la cual tiene una **baja solubilidad a pH alcalino** (igual que la estruvita).

Podría decirse que el candidato ideal para desarrollar este tipo de urolitiasis es el perro con **hiperparatiroidismo primario**, ya que con dicha endocrinopatía se dan las condiciones ideales para la formación de estos urolitos: hipercalcemia, hipofosfatemia, hipercalciuria, hiperfosfaturia y alcalinización del pH urinario. Otras alteraciones hipercalcémicas suelen producir urolitiasis de oxalato cálcico más que de este tipo.

#### **e) Tratamiento y prevención**

El tratamiento de la distintas urolitiasis caninas puede ser mecánico si el urolito no es susceptible de ser disuelto o médico si puede ser disuelto.

##### Tratamiento quirúrgico

Abordaremos primero las técnicas de eliminación de los urolitos de manera mecánica, empezando por la más común: la **cistotomía**, consistente en la eliminación quirúrgica de los urolitos incidiendo directamente sobre la vejiga de la orina, localización más común de estos compuestos.

Otro método de eliminación es la **cistotomía asistida mediante laparoscopia**, la cual se basa en la eliminación de los urocistolitos que son demasiado grandes para atravesar la uretra. Se trata de una alternativa a la cistotomía tradicional a tener muy en cuenta debido a que se reduce enormemente el traumatismo quirúrgico originado en ésta.

La **ureterotomía** es una cirugía complicada debido a que los uréteres son muy estrechos y finos, por lo que sólo es el tratamiento de elección cuando los cálculos se encuentran obstruyendo los uréteres y no hay otra manera de eliminarlos. En estos casos puede producirse distensión del uréter (hidrouréter) y atrofia de la corteza renal por sobrepresión (hidronefrosis). Si el riñón y/o el uréter están ya muy dañados puede ser necesario realizar una nefrectomía. La ureterotomía consiste en incidir el uréter para eliminar los cálculos presentes en ellos. Hay que tener en cuenta que en el postoperatorio existe riesgo de estenosis ureteral por la cicatrización o derrame de orina si éstos no se han cerrado correctamente o la sutura ha cedido.

La **nefrotomía** es una técnica que se utiliza para extraer cálculos renales localizados generalmente en la pelvis renal. En caso de que tenga que realizarse una nefrotomía bilateral, es decir, incidir los dos riñones debido a que existen cálculos en los dos, es recomendable que se realice por etapas,

no en la misma cirugía, ya que esto podría generar una insuficiencia renal aguda por un elevado daño quirúrgico del parénquima renal.

La **uretrotomía** se suele realizar en los machos para extraer los cálculos que no pueden retrohidropulsarse hacia la vejiga urinaria, ya sea por causas anatómicas o funcionales. Consiste en incidir la uretra a nivel preescrotal o perineal y extraer los cálculos presentes ahí.

La **retrohidropulsión urinaria** es otra alternativa que consiste en introducir líquido a presión por la uretra mediante una sonda uretral para dirigir los uretrolitos a la vejiga de la orina, donde se procederá a realizar una cistotomía para extraerlos, evitando así tener que realizar una uretrotomía, cirugía mucho más complicada.

Existen otras técnicas como el vaciado por urohidropulsión, la recuperación de cálculos con catéter, el evacuador de Ellik, la utilización de la cesta de cálculos y distintos tipos de litotripsias que también sirven para eliminar mecánicamente los urolitos, pero su uso es bastante menor a los anteriormente nombrados.

#### Tratamiento médico

Los urolitos de oxalato cálcico y fosfato cálcico no pueden disolverse, por lo que se recurre a la eliminación mecánica para extraerlos.

##### a) Urolitos de estruvita

En el caso de la urolitiasis por estruvita contamos con las dos opciones para eliminar dichos urolitos: médica y quirúrgica.

El tratamiento médico consiste en administrar **dieta calculolítica y antibioterapia**, cuya selección se basará en los resultados obtenidos en el antibiograma y en las pruebas de sensibilidad a los antibióticos de la orina obtenida por cistocentesis antes del tratamiento antibiótico. La dieta calculolítica se basa en tres fundamentos:

- Diluir la orina, aumentando la ingesta de agua y, por tanto, el volumen urinario, con lo cual obtendremos una orina menos concentrada y mayor número de micciones, por lo que el tiempo de retención de la orina en la vejiga urinaria será menor y se obstaculizará la formación de cálculos.
- Reducir la ingesta de precursores calculogénicos, administrando piensos bajos en magnesio, fósforo, proteína (reduce la cantidad de urea disponible para las bacterias ureasa positiva) y fibra (reduce la pérdida de agua fecal), y niveles más altos de cloruro sódico para fomentar una mayor ingesta de agua.

- Acidificar moderadamente el pH urinario, ya que, si no se favorece la formación de cristales de oxalato cálcico, por ejemplo.

El antibiótico deberá administrarse durante todo el período de tiempo en el que el animal esté tomando la dieta calculolítica, ya que existen bacterias viables en cada capa que queda expuesta tras la acción de la dieta calculolítica. Se deberán realizar controles radiográficos y analíticos (cistocentesis) para observar la eficacia del tratamiento, el cual seguirá dándose hasta un mes después de la resolución radiológica. El resultado del análisis de orina debe ser de un pH menor de 7 y el urocultivo debe dar negativo.

Existe un **fármaco** para tratar esta patología, el ácido acetohidroxámico (AAH), el cual es un inhibidor de la enzima ureasa, la cual tiene como función descomponer la urea en amonio y bicarbonato y, por tanto, alcalinizar la orina (factor de riesgo en esta urolitiasis). Su uso es de adyuvante de la dieta y la antibioterapia, sin embargo, no debe administrarse a menos que la extracción mecánica suponga un riesgo ya que tiene efectos adversos importantes, como anemia, anorexia y vómitos, además de que es teratógeno.

b) Urolitos de oxalato cálcico

Los urolitos de oxalato cálcico no son susceptibles a disolución mediante **tratamiento médico**, por lo que el único tratamiento posible es la eliminación quirúrgica. Se deberán realizar radiografías y/o cistoscopias para comprobar que se han eliminado todos los urolitos.

c) Urolitos de cistina

Los urolitos de cistina se pueden **disolver médicamente**, además de mecánicamente (todos los urolitos son susceptibles del tratamiento quirúrgico, aunque no se especifique), mediante:

- La administración de una dieta calculolítica, basada en aumentar la ingesta de agua y administrar un pienso con bajos niveles de proteína para reducir la excreción de cistina. Sin embargo, existe cierta controversia con este tema en los perros cistinúricos debido a que también excretan carnitina y, por tanto, tienen la posibilidad de desarrollar una carencia de carnitina y posterior cardiomiopatía dilatada si se les restringe el aporte proteico.
- La utilización de un fármaco con tiol llamado N-(2-mercaptopropionil)-glicina (2-MPG), vulgarmente conocido como tiopronina. Su acción consiste en reaccionar con la cistina formando un complejo que es más soluble en la orina que la cistina.
- Alcalinizar la orina, debido a que es mucho más soluble a un pH urinario de 7,5-7,8. Si con el tratamiento dietético no se consigue mantener un pH urinario entre estos valores, se puede administrar citrato potásico (*Osborne et al., 1999*). Hay que tener cuidado con no

pasarse de alcalinizar la orina debido a que esto favorecería la formación de urolitos de fosfato cálcico, por ejemplo.

La disolución de los urolitos se controla mensualmente mediante radiografías y análisis de orina; suelen disolverse en un intervalo de uno y tres meses. El tratamiento médico debe prolongarse durante un mes tras la desaparición radiográfica de los cálculos.

d) Urolitos de urato

Los urolitos de urato pueden disolverse médicamente, sin embargo, en este caso existen muchas probabilidades de obstrucción uretral en caso de que se proceda a realizar el tratamiento disolutor, por lo que se prefiere eliminar los urolitos quirúrgicamente.

El tratamiento médico se basa en tres medidas:

- **Dieta calculolítica**, basada en reducir el contenido en purinas en la alimentación. Se intenta administrar una dieta con los ingredientes adecuados, consistente en evitar pescado y vísceras, los cuales tienen un alto contenido en purinas, y añadir proteínas vegetales, huevos y productos lácteos, los cuales tienen un bajo contenido en precursores de purina (*Stevenson A., Rutgers C., 2010*); de esta manera no hay que hacer una restricción global de proteínas, la cual es la otra alternativa. Como en los otros casos, hay que promover una mayor ingestión de agua administrando dietas húmedas y con los niveles de sodio aumentados.
- **Alcalinización de la orina**, la cual se consigue con dietas calculolíticas o bien mediante la administración adicional de bicarbonato sódico, carbonato cálcico o citrato potásico, los cuales son agentes alcalinizantes. Al igual que en el caso de los urolitos de cistina, no hay que alcalinizar demasiado la orina (valores de pH urinario superiores a 7,5) debido a que se favorece la formación de urolitos de fosfato cálcico.
- Uso de **inhibidores de la xantina oxidasa**, enzima convertidora de hipoxantina y xantina (Figura 13) en ácido úrico. Se utiliza el alopurinol, el cual es un isómero sintético de la hipoxantina que se acopla a la enzima y la inhibe, de esta manera se reduce la excreción urinaria de urato; será un fármaco adyuvante de la dieta restringida en purinas. El efecto adverso más común de este fármaco es el desarrollo de urolitos de xantina (*Ettinger et al., 2007*), debido a que este fármaco aumenta las concentraciones urinarias de xantina e hipoxantina.
- **Derivaciones vasculares portales**, las cuales son una técnica quirúrgica que resuelven la hiperuricuria y la hiperamoniuria y se consigue la disolución de los urolitos de urato de amonio.

Para la evaluación de la eficacia del tratamiento se debe realizar un seguimiento de la disolución realizando periódicamente radiografías y/o ecografías, medir el pH urinario (debe ser mayor o igual a 7), la densidad urinaria (debe ser menor a 1.015), la concentración de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN, debe ser menor a 10 mg/dl) y el sedimento urinario (no debe haber cristales). Se necesitan **entre 4 y 40 semanas para diluir completamente** estos urolitos, y tras esto, se deben realizar controles (análisis de orina y diagnóstico por imagen) cada 1 o 2 meses durante 6 meses.

e) Urolitos de xantina

En este caso, es el mismo tratamiento que en la urolitiasis por uratos.

f) Urolitos de fosfato cálcico

El tratamiento se basa en la resolución mecánica desembocada por el tratamiento de la patología metabólica subyacente que origina este tipo de urolitiasis. Tras la paratiroidectomía (extirpación quirúrgica de la glándula paratiroides), tratamiento del hiperparatiroidismo primario, no suelen resolverse espontáneamente los cálculos de fosfato cálcico, pero sí hay evidencias de que en algunos perros se disuelven (*Ettinger et al., 2007*).

Existen casos de urolitos de fosfato cálcico idiopáticos cuyo tratamiento es mecánico y, posteriormente, tratamiento médico idéntico al utilizado en el caso de las urolitiasis por oxalato cálcico (*Lulich et al., 2000*).

### Prevención

a) Urolitos de estruvita

La medida preventiva estrella en este caso es la resolución de la infección del tracto urinario subyacente y evitar recidivas, administrándose **antibióticos durante 3-4 semanas post-extracción** y realizando **cultivos de orina periódicamente** antes de suprimir la antibioterapia. Existen casos en los que se administra una dieta preventiva a largo plazo debido a que no existe infección subyacente que origine esta urolitiasis.

b) Urolitos de oxalato cálcico

La prevención en este tipo de urolitiasis es muy importante debido a que tiene una alta tasa de recidivas, la cual es de más del 50% en los tres años siguientes al primer diagnóstico (*Ettinger et al., 2007*), y su único tratamiento es la eliminación mecánica.

Lo más importante es modificar la dieta, mediante:

- **Aumento de la ingestión de agua**, como en todas las patologías descritas anteriormente, mediante mayor concentración de sodio en la dieta o utilización de alimentos enlatados.
- **Evitar los alimentos secos** debido a que están asociados a un mayor riesgo de formación de este tipo de cálculos (*Lekcharoensuk et al., 2002*), en especial en perros de raza pequeña (*Stevenson et al., 2001*), debido a que éstos eliminan menos cantidad y en menor frecuencia la orina, por lo que suele estar más concentrada.
- **No limitar el contenido de calcio o fósforo en la dieta** debido a que esto favorece un aumento de la excreción urinaria de oxalato (*Curhan et al., 1993; Lekcharoensuk et al., 2002*). La disminución del calcio en la dieta sin reducir a la vez el oxalato provoca un incremento de la absorción intestinal y de la excreción urinaria de oxalato (*Lulich et al., 2000; Stevenson et al., 2003*); por otro lado, la disminución del fósforo en la dieta también aumenta la absorción de calcio a nivel intestinal (*Lulich & Osborne, 1995*).
- A diferencia de otras urolitiasis, aquí el **pH urinario no es decisivo** debido a que los cristales de oxalato cálcico no suelen ser sensibles a éste. Actualmente se desea que el pH de la orina esté entre 6,5 y 7 para evitar la coexistencia de otro tipo de cálculos con éste, como por ejemplo los de fosfato cálcico a pH urinarios superiores a los anteriormente nombrados y, por otro lado, la hipercalciuria que se produce cuando existe acidosis urinaria.

Además de controlar la dieta, también pueden utilizarse fármacos como tratamiento adyuvante. Se suelen utilizar dos:

- **Hidroclorotiazida**, la cual es un diurético que reduce la excreción urinaria de calcio y, por tanto, la concentración de éste en la orina, debido a que aumenta la reabsorción tubular proximal del calcio junto a otros solutos (*Lulich et al., 2000*). La administración de este fármaco en los perros con presencia de cristales de oxalato cálcico de manera continua o recidivante es interesante, ya que tiene efectos hipocalciúricos beneficiosos si es administrado junto con una dieta preventiva (*Lulich et al., 2001*).
- **Citrato potásico**, cuya utilidad es discutida debido a que no hay estudios que revelen que su uso sea significativo. Sin embargo, suele administrarse junto con el tratamiento dietético y la hidroclorotiazida si aun así existe cristaluria de oxalato cálcico persistente o recidivante hasta conseguir valores de pH urinario de 6,5-7.

En la prevención también es importante evitar o tratar los factores de riesgo, como las enfermedades subyacentes que originan dicha patología. Es importante destacar que **no deben administrarse vitaminas C o D** dado que la vitamina C se convierte en oxalato y la D aumenta la absorción intestinal de calcio. Ambas consecuencias deben evitarse, por lo que no deben

administrarse chuches ni suplementos alimenticios que las contengan (Stevenson A., Rutgers C., 2010).

c) Urolitos de cistina

Los urolitos de cistina suelen aparecer entre 1 y 36 meses después de su extracción quirúrgica, por lo que la prevención es muy importante. La profilaxis consiste en administrar una **alimentación con un contenido bajo-moderado de proteínas** y, si es necesario, administrar alcalinizantes de la orina. El uso del N-(2-mercaptopropionol)-glicina también tiene un papel importante en la prevención además del que tiene en el tratamiento, ya que existen estudios que revelan que la administración de éste evitó que volvieran a formarse cálculos de cistina en un 86% de los perros (Ettinger et al., 2007); sin embargo, la dosis de este fármaco puede reducirse o suspenderse en perros ancianos, ya que la frecuencia de aparición de urolitos de este tipo disminuye con la edad y, sobre todo, debe suspenderse si no se han detectado urolitos durante varios años.

d) Urolitos de urato

En este caso, también existe un alto porcentaje de recidivas tras la extracción quirúrgica, por lo que la prevención vuelve a tomar relevancia. La estrategia se basa en administrar una dieta baja en proteínas (sobre todo evitando pescado y vísceras, véase en el apartado de tratamiento) y alcalinizando la orina con **agentes alcalinizantes**, si no se consigue únicamente con la dieta, para reducir la concentración urinaria de amoníaco y ácido úrico.

**No debe administrarse alopurinol** a menos que las anteriores estrategias no solucionen el problema debido a que el uso de este fármaco favorece la formación de urolitos de xantina.

e) Urolitos de xantina

Misma prevención que en la urolitiasis de urato. En este caso especial atención con la utilización de alopurinol.

f) Urolitos de fosfato cálcico

Lo más importante en la prevención de la urolitiasis de fosfato cálcico **es tratar la enfermedad subyacente o factor predisponente**, como el hiperparatiroidismo primario o la alcalinización de la orina. Como siempre, es conveniente aumentar la ingestión de agua mediante el aumento de los niveles de sodio en la dieta o administrar alimentos enlatados. No se requiere acidificar o alcalinizar el pH urinario, basta con conseguir que sea neutro (Ettinger et al., 2007).

f) **Nuevas técnicas y estudios científicos**

En el apartado del tratamiento mecánico de las distintas urolitiasis hemos nombrado la extracción asistida mediante laparoscopia, pero actualmente existen técnicas de abordaje **totalmente laparoscópico** que reducen al mínimo el trauma quirúrgico. Vamos a centrarnos en tres tipos de técnicas distintas.

#### Ureterotomía totalmente laparoscópica para resolución de obstrucciones benignas

El paciente está en decúbito dorsal para crear la primera ventana subumbilical y en decúbito lateral para realizar las otras dos; por tanto, se crean 3 ventanas de trabajo por las que se incorporarán los instrumentos necesarios para llevar a cabo la ureterotomía. Todo comienza localizando el uréter y posteriormente la zona de hidroureter y el punto de obstrucción. La ureterotomía se realiza en esta zona y se deja caer el contenido en una bolsa de extracción previamente colocada bajo el punto de corte. Tras la salida de todos los urolitos, se cierra el uréter mediante puntos simples con sutura reabsorbible, preferentemente de reabsorción rápida para acelerar la cicatrización y minimizar la fibrosis que podría originar una estenosis cicatricial. Finalmente se lava varias veces la cavidad abdominal con suero fisiológico y se cierran las distintas capas de la pared abdominal.

#### Nefrectomía totalmente laparoscópica

La posición del paciente y las ventanas a realizar son las mismas que en el caso anterior. Se comienza incidiendo la arteria y vena renales tras abrir el peritoneo sobre el hilio renal. Se ligan y se seccionan mediante un bisturí eléctrico, posteriormente se comprueba si la hemostasia ha sido eficaz soltándolos. Tras esto, se identifica y secciona la pelvis renal y el uréter entero ligando y seccionándolo antes de su inserción en la vejiga de la orina. Entonces se localiza el riñón y se libera de sus adherencias (peritoneo y tejido retroperitoneal) mediante técnicas de disección y se introduce en una bolsa de extracción previamente ubicada correctamente, como en el caso anterior. Se extrae de la cavidad abdominal mediante una cánula utilizando técnicas de tracción y contracción y ampliando la incisión si fuera necesario. Posteriormente se cierran las distintas capas de la pared abdominal.

#### Cistotomía totalmente laparoscópica

El comienzo es el mismo que en la ureterotomía. La cistotomía se realiza utilizando bisturí ultrasónico o tijera laparoscópica conectada a fuente de corte y coagulación monopolar (*Loscertales et al., 2015*). Ya en la luz de la vejiga de la orina se aspira e irriga su interior mediante instrumentos laparoscópicos para vaciarla y lavarla con suero fisiológico. Llegados a este punto, se termina de realizar la cistotomía y se explora la vejiga mediante un aparato óptico laparoscópico. Si se localizan urolitos o pólipos, se procede a extraerlos mediante unas pinzas de agarre

laparoscópicas o un bisturí ultrasónico, respectivamente. El cierre se realiza mediante sutura monofilamento reabsorbible con sistema de autofijación (modelo V-Loc 180, de la casa Covidien), todo en un único plano. Después se introduce suero fisiológico mediante sonda urinaria para comprobar la estanqueidad de la sutura; tras un resultado correcto, se procede a cerrar las incisiones de la pared abdominal igual que en los casos anteriormente descritos.

Las técnicas laparoscópicas aquí expuestas tienen beneficios comparadas con las técnicas quirúrgicas tradicionales, como por ejemplo en el caso de la ureterotomía, donde tradicionalmente se realiza dicha intervención con la ayuda de un microscopio óptico y se requiere un buen control del temblor de manos, mientras que con la laparoscopia se visualizan mucho mejor las distintas estructuras y es más sencillo realizarla correctamente. También es importante destacar que el tamaño total de las incisiones realizadas en uno u otro caso es muy distinto, ya que el trauma quirúrgico ocasionado en la laparoscopia es mínimo, por lo que **la evolución postoperatoria será mucho más rápida**. Sin embargo, la mayoría de los veterinarios no están familiarizados con estos procedimientos, por lo que aún queda mucho para normalizarlo y que se convierta en una práctica cotidiana en la clínica veterinaria.

## **6. Resultados y discusión**

### **6.1 La urolitiasis en los pacientes del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza**

Nuestro estudio de la casuística de urolitiasis en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza se basa en casos clínicos atendidos **entre julio de 2014 y julio de 2016**, excluyendo del estudio los casos que no tenían los datos requeridos para la posterior realización de la base de datos y estudio estadístico.

El paciente tipo de nuestro hospital es un macho entero de unos 9 años de edad de raza Yorkshire Terrier. Suele llegar a consulta con signos clínicos de hematuria, estranguria, polaquiuria y disuria, lo cual coincide con lo descrito en la bibliografía consultada.

En cuanto al factor predisponente racial (Gráfica 1), observamos que las **razas pequeñas o medianas son las que sufren urolitiasis con mayor frecuencia**, lo cual también coincide con lo visto y explicado en la teoría. En nuestro hospital, la raza estrella en esta patología es la Yorkshire Terrier, seguida de los mestizos, los Shih Tzu y los Cocker.

La incidencia de urolitiasis en nuestros pacientes está marcada de manera importante por el sexo, afectando un **46% más a machos enteros que a hembras enteras**. Este dato empírico también coincide con lo visto en la bibliografía, y cabe destacar que la hipótesis de que se vea más en machos que en hembras debido a que en los primeros da más problemas sintomáticos puede tener

fundamento debido a que algunos machos de nuestro hospital venían con problemas de obstrucción urinaria debido a la presencia de urolitos en el tracto urinario o, en su defecto, presentaban hematuria, la cual podría provenir del daño originado por los cálculos en caso de obstrucción urinaria parcial o total en algún punto del aparato urinario.

En este aspecto, es interesante destacar que, en **ninguno de los casos revisados el animal se encontraba esterilizado o castrado** pero que, sin embargo, si el tratamiento de la dolencia era quirúrgico y el animal era un macho, se solía proceder a realizar una orquidectomía junto con la cistotomía o el tratamiento quirúrgico resolutivo correspondiente. Posiblemente, esto se debe a que la orquidectomía se realizaba como tratamiento preventivo para la hiperplasia prostática benigna (en cuyo desarrollo las hormonas sexuales tienen un papel fundamental), la cual podría originar una obstrucción a nivel uretral o episodios de disuria debido al aumento de tamaño de la próstata que ocurre en esta patología.

En lo que se refiere a la composición pura de los urolitos analizados en nuestro hospital, el **70% de ellos eran de oxalato cálcico** (Gráfica 3), dato no coincidente con la frecuencia e incidencia vistas en la bibliografía, debido a que el primer lugar era para los de estruvita. Esto puede ser debido a dos factores:

- Que el porcentaje de hembras revisadas que acuden y sufren urolitiasis en nuestro hospital es mucho menor que el de machos, y sabiéndose que la urolitiasis de estruvita suelen sufrirla hembras, podría explicarse esta incompatibilidad entre la bibliografía y los casos del hospital.
- Que las hembras puedan sufrir cistitis recurrente por cálculos de estruvita y el facultativo no llegue a concluir que esto pueda suceder por la presencia de cálculos en las vías urinarias, o bien el propietario no le de importancia debido a que las cistitis no originan una clínica tan vistosa como la que se da en caso de obstrucción (frecuente en el caso de urolitiasis por oxalato cálcico).

Estos dos factores explicarían que se sobrevaloraran los casos de urolitiasis por oxalato cálcico y se infravaloraran los de estruvita, dando esta discordancia entre la bibliografía y los casos revisados en el hospital.

En todos los casos, el tratamiento fue mecánico ya que, como se ha explicado anteriormente, estos urolitos no son susceptibles a un tratamiento médico disolutor. Tras este tipo de urolito, quedan en tablas los de estruvita y urato amónico con un 12% de incidencia, seguidos de los de cistina con un 6%.

La composición mixta de los urolitos analizados en nuestro hospital es coincidente con la teoría (Gráfica 4), siendo la aparición de **cristales de oxalato cálcico y estruvita los más frecuentes** (con un 50% de incidencia), seguida de los cristales de estruvita y urato amónico y los de oxalato cálcico y fosfato cálcico con un 25% de incidencia cada uno.

En la tabla que se expone en los anexos (Tabla 1), se evidencia la relación entre el sexo y el tipo de urolitiasis que sufren los pacientes de nuestro hospital, sobre todo en el caso de la urolitiasis de oxalato cálcico, donde **casi el 86% de los afectados son machos enteros** (Gráfica 5).

En los datos de la urolitiasis de estruvita hemos obtenido de manera empírica que **es más frecuente en machos que en hembras**. Sin embargo, se trata de **cálculos mixtos** (dos casos de estruvita y oxalato cálcico, y un caso de estruvita y urato amónico), con lo cual se cree que lo más probable es que la aparición primera de cálculos de oxalato cálcico o urato amónico propicia la formación de los cálculos de estruvita; en los datos obtenidos para la cistina sí que coincide con lo teórico, ya que es más frecuente en machos que en hembras; en la urolitiasis de urato amónico no es importante el sexo, ya que no existen evidencias de que éste sea un factor de riesgo o predisponente.

Existen evidencias de que ciertas razas tienen predisposición a un tipo concreto de urolitiasis, como es el caso de la raza Yorkshire Terrier (Gráfica 6), la cual en nuestro hospital sufre urolitiasis de oxalato cálcico en la mayoría de los casos revisados. En el caso especial de las urolitiasis de urato amónico, se evidencia también en la práctica que afecta a las razas Dálmata y Schnauzer, además de a la Border Collie.

La media de edad de aparición de los distintos urolitos se expone en la siguiente tabla (Tabla 2), siendo la edad de aparición algo tardía y **no dándose en ningún caso en animales jóvenes**, lo cual es discordante con los datos teóricos debido a que en las urolitiasis de estruvita y urato amónico, los perros que las padecen suelen ser jóvenes.

La localización más frecuente de los urolitos (Gráfica 7) es **la vejiga de la orina**, seguida de la uretra, el riñón y el uréter. En todos los casos resueltos mediante cirugía, el tratamiento consiste en realizar una cistotomía en los que se encontraban en la vejiga de la orina, una nefrectomía en el caso de los que estaban en los riñones, y una retrohidropropulsión más una cistotomía en el caso de los hallados en la uretra y los uréteres debido a que la cirugía en sendos lugares es difícil y sus consecuencias importantes.

En cuanto al tratamiento utilizado para resolver todos los casos revisados sobresale el **tratamiento quirúrgico**, sea susceptible o no de ser disuelto el urolito en cuestión. Creemos que esto se debe a

que este método acelera el proceso de curación y resulta más barato que el tratamiento médico, ya que éste último conlleva una pauta medicamentosa y dietética estricta que no todos los propietarios están dispuestos a seguir. Sin embargo, en todos los post-operatorios existe un manejo dietético para evitar recidivas; en unos casos se recomienda a los propietarios administrar dieta casera, consistente en administrar una dieta equilibrada personalizada para cada paciente; y, en otros casos, se administra únicamente pienso “Urinary U/C de Royal Canin®” o pienso “u/d de Hill’s®”, sin complementos de ningún tipo (chucherías, comida casera...); este último tratamiento coincide con lo visto en la bibliografía. Administrar una dieta u otra depende del veterinario que haya atendido al paciente. **En la mayoría de los casos, no existen recidivas ni ninguna complicación** en las sucesivas visitas de control y revisión, sólo en determinados casos existe recidiva o infección de orina. Los pacientes tampoco suelen tener antecedentes de urolitiasis, excepto en el caso de las urolitiasis de oxalato cálcico, en las cuales han existido recidivas o historiales de obstrucción uretral.

Para finalizar, los signos clínicos y síntomas observados en los perros del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza suelen ser: **polaquiuria, estranguria, disuria y hematuria junto con cistitis y obstrucción uretral**. Todos ellos coinciden con lo visto en la revisión bibliográfica.

## **7. Conclusiones**

1. Se puede concluir que la relación entre los datos obtenidos de manera teórica y empírica es altamente concordante, coincidiendo en la mayoría de ellos de manera exacta.
2. Sin embargo, existen excepciones, ya que el tipo de tratamiento utilizado en la bibliografía suele ser médico a menos que no sea posible esta alternativa, mientras que en los casos del hospital se ha observado que el tratamiento quirúrgico suele ser la primera opción, seguramente debido a su mayor eficacia.
3. Además, cabe destacar que el control y la prevención post-operatorios se enuncian de manera estricta y periódica en la bibliografía en tanto que en los casos del hospital no se cumple ni se hace un seguimiento estrecho del caso (ya sea por parte del facultativo como por parte de los propietarios).
4. La última excepción y tema que puede generar discusión es que en el manejo dietético post-operatorio los propietarios suelen terminar alimentando a su mascota con lo que les daban antes de sufrir la patología (normalmente dieta casera) y es difícil concienciarles de la importancia que la dieta comercial tiene en el desarrollo de esta enfermedad. Aun así, no existen recidivas, por lo que se ofrece la siguiente cuestión: ¿hasta qué punto es necesario alimentar a un perro con una dieta comercial en vez de con una dieta casera que puede ser igual de equilibrada y adecuada?

5. Como conclusión final, se puede afirmar que la urolitiasis descrita en la bibliografía revisada se corresponde bastante con la vista en la revisión de casos del hospital. Sin embargo, en lo que se refiere al tratamiento y seguimiento existe cierta controversia, la cual intenta resolverse mediante la propuesta enumerada en la anterior conclusión.

## **8. Conclusions**

1. We could conclude that the relationship among the theoretically and empirically obtained data is highly concordant, concurring in an exact way in most of the studied cases.
2. However, some exceptions may exist due to the fact that the kind of treatment used in the revised theory is usually most medical unless this is not possible; meanwhile the practice shows us that a surgical treatment is frequently the first option, probably due to its largest efficiency.
3. Moreover, it is noteworthy the fact that the post-operative control and prevention are strictly and regularly named in the revised bibliography, meanwhile neither this is not carried out in the practice nor a close monitoring of the case is done (both by the veterinarian and the owners)
4. The last exception and topic which can generate a discussion is that during the post-operative diet management some owners usually end feeding their pets as they used to do before the pathology appeared (home-made diet usually) and it is difficult to make them aware of the importance that commercial diet has in the development of this illness. Even so, clinical suspicion of recurrence does not exist, so the following question could be made: To what extent is necessary to feed a dog with a commercial diet instead of doing it with a home-made one which can be equally equilibrated and appropriated?
5. As a final conclusion, it could be stated that the urolithiasis described in the revised bibliography match in a high degree with the one seen in the Hospital cases' revision. However, related to the patients' treatment and monitoring, some controversy may exist, which try to be solved throughout the proposal enumerated in the previous conclusion.

## **9. Valoración personal y sugerencias**

El presente trabajo me ha servido para entender y aproximarme a la urolitiasis canina de manera útil de cara a mi futuro profesional, el cual ya está a las puertas. He aprendido las bases sobre las que se asienta una de las patologías urinarias más frecuentes y, por ello, me resultará más fácil incluir dicha enfermedad en el diagnóstico diferencial cuando se presente un perro con signos clínicos que encajen. Además, este proyecto me ha permitido pasar tiempo en el Hospital

Veterinario de la Universidad de Zaragoza y aprender su funcionamiento burocrático en cuanto a gestión de datos e historiales.

Como sugerencia, cabe decir que debido a que en estos momentos se está instaurando definitivamente el uso del gestor QVet para recoger todos los datos obtenidos en consulta, existen ciertos casos en los que la mitad del historial está en papel (método antiguo de recogida de datos de consulta) y la otra mitad en QVet, por lo que dificulta obtener la historia completa del paciente. También debe mejorarse la actualización de los datos en los historiales, debido a que en varias ocasiones nos hemos encontrado con falta de datos o que se describía “adjuntado el resultado de cálculos en el apartado de pruebas hechas” y no era así.

Cabe sugerir también que sería interesante realizar un estudio independiente sin ningún tipo de interés comercial del tratamiento, la prevención y el control post-operatorio de las urolitiasis caninas con dietas comerciales y dietas caseras para evidenciar si existen diferencias notables en cuanto a las recidivas entre los perros tratados con dieta comercial frente a los tratados con dieta casera.

## **10. Agradecimientos**

En primer lugar, agradecer enormemente la labor, comprensión y apoyo recibido por parte de mi tutora María José Martínez Sañudo desde el primer momento, la cual ha estado dispuesta en todo momento a resolver los problemas y dudas que me han ido surgiendo a lo largo de la elaboración de este trabajo.

En segundo lugar, agradecer a mi co-tutora Verónica Rodrigo Briongos su disposición y paciencia en la explicación de cómo funciona el gestor de datos QVet, los historiales y la agenda de la Unidad de Cuidados Intensivos para encontrar toda la información que necesitaba recabar.

Finalmente, agradecer a todo el personal del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza su amabilidad durante mi estancia en la búsqueda y recolección de datos en dicha institución.

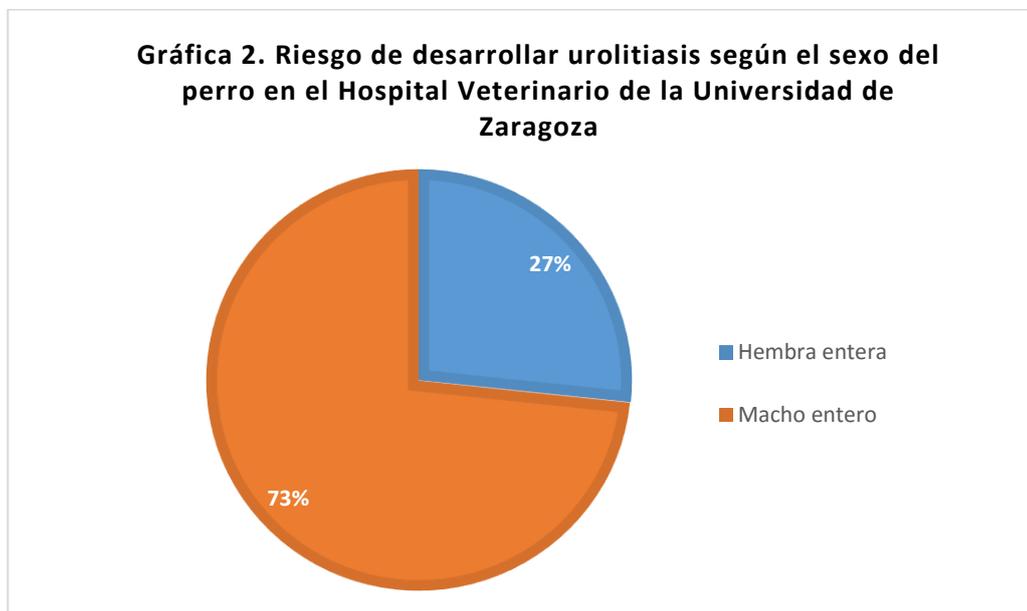
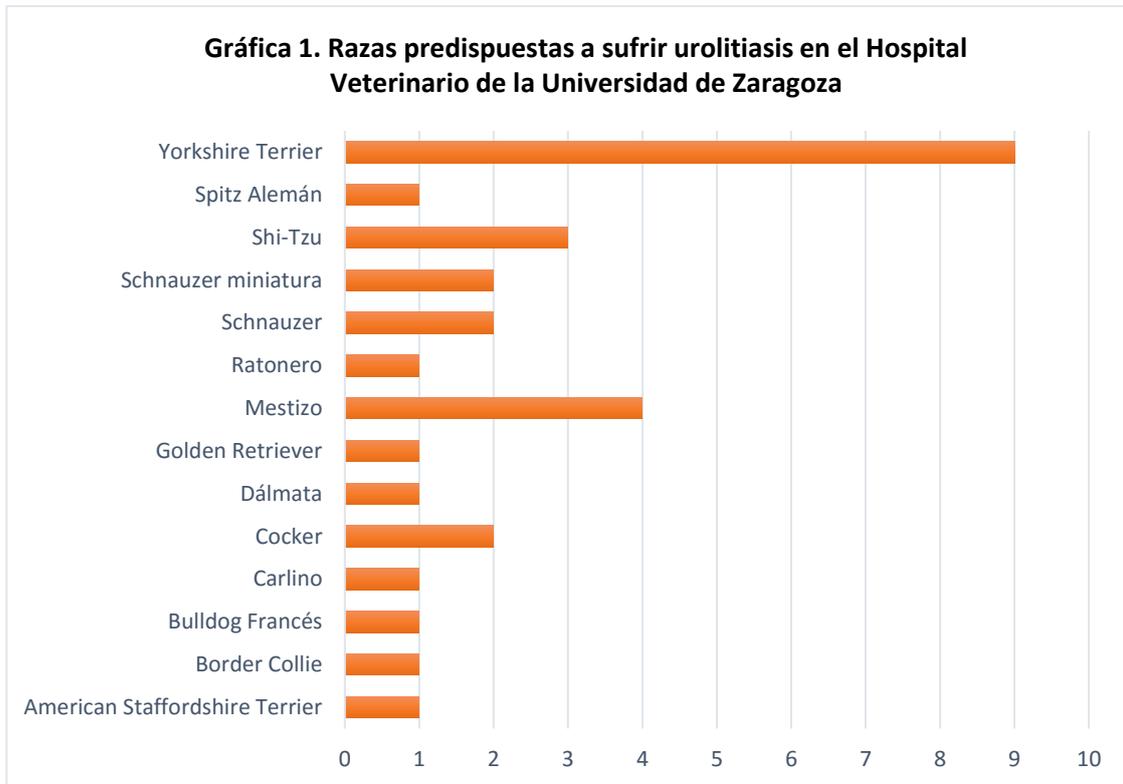
## **11. Referencias bibliográficas**

1. Adams LG, Syme HM. Enfermedades caninas de las vías urinarias inferiores. En: Ettinger SJ, Feldman EC, Vadillo AC (eds.) *Tratado de medicina interna veterinaria: enfermedades del perro y el gato*. Vol. 2. 6ª ed. Madrid: Elsevier; 2007. 1850-1871.
2. Baciero G. Urolitiasis caninas. *Argos Portal Veterinaria* 2014; 43: 22-27.
3. Bartges JW. Urolithiasis – Struvite, urate, cysteine: medical management of struvite, urate, and cysteine uroliths including medical dissolution and prevention. En: Società Culturale Italiana Veterinari per Animali da Compagnia (SCIVAC). 73º Congresso Internazionale Multisala SCIVAC Rimini. 8-10 Junio 2012, Rimini. <http://www.ivis.org/proceedings/scivac/2012/Bartges.pdf?LA=1> (ultimo acceso mayo 2016).
4. Brown S. Urolithiasis in small animals. *The Merck Veterinary Manual* 2013. [http://www.merckvetmanual.com/mvm/urinary\\_system/noninfectious\\_diseases\\_of\\_the\\_urinary\\_system\\_in\\_small\\_animals/urolithiasis\\_in\\_small\\_animals.html](http://www.merckvetmanual.com/mvm/urinary_system/noninfectious_diseases_of_the_urinary_system_in_small_animals/urolithiasis_in_small_animals.html) (último acceso mayo 2016).
5. Caraza JDA, Moreno OFC, Mora JMV, Prieto ID, Rodríguez MBG, García CCP. Manejo de la urolitiasis en Dálmatas. Tesis doctoral. Universidad de México, 2014.
6. Curhan GC, Willett WC, Rimm EB. *A prospective study of dietary calcium and other nutrients and the risk of symptomatic kidney stones*. The New England Journal of Medicine 1993; 328: 833-838.
7. De Agar BLM, León MB, Aracil GS, Ruiz MAG, De la Corte CA, Rodríguez IS, Molina JJM. Aplicación del abordaje totalmente laparoscópico en cirugía urológica veterinaria. *Argos Portal Veterinaria* 2015: 50-56. Graus J, Andaluz A, Pavía O, García F. Cirugía de la vejiga (I): Urolitiasis. *Consulta de Difusión Veterinaria* 2003; 11(99): 83-89.
8. Díaz OR. *Urolitiasis por silicatos, presentación de dos casos clínicos*. [www.veterinariosenweb.com/campus/cdvl/memorias/material/132\\_Urolitiasis.pdf](http://www.veterinariosenweb.com/campus/cdvl/memorias/material/132_Urolitiasis.pdf) (último acceso junio 2016).
9. Fossum TW. Cirugía del riñón y el uréter. En: Fossum TW, Hedlund CS, Hulse DA, Johnson AL, Seim HB, Willard MD, Carroll GL (Eds.). *Cirugía en pequeños animales*. 1ª ed. Buenos Aires: Inter-Médica; 1999. 501-521.
10. Fossum TW. Cirugía de la vejiga urinaria y la uretra. En: Fossum TW, Hedlund CS, Hulse DA, Johnson AL, Seim HB, Willard MD, Carroll GL (Eds.). *Cirugía en pequeños animales*. 1ª ed. Buenos Aires: Inter-Médica; 1999. 523-558.
11. Franti CE, Ling GV, Ruby AL. *Urolithiasis in dogs. V: regional comparisons of breed, age, sex, anatomic location, and mineral type of calculus*. American Journal of Veterinary Research 1999; 60: 29-42.

12. García-Pagán JC. Gastroenterología y hepatología. *Derivación portosistémica, percutánea e intrahepática recubierta*. Madrid: Elsevier España; 2006. <http://www.elsevier.es/es-revista-gastroenterologia-hepatologia-14-articulo-derivacion-portosistemica-percutanea-e-intrahepatica-13095210?redirectNew=true> (último acceso julio 2016).
13. González MAD. Tratamiento de las urolitiasis. *Canis et Felis* 2011; 112: 74-91.
14. Gutiérrez CA. *Nutrición del perro con cálculos de estruvita*. <http://nutricionistadeperrros.com/2012/03/06/nutricion-del-perro-con-calculos-de-estruvita/> (ultimo acceso junio 2016).
15. Jadán JMC, Tenecela MRL. *Prevalencia e identificación microscópica de urolitos en caninos del área urbana de la ciudad de Cuenca*. Tesis doctoral. Universidad de Cuenca; 2013.
16. Ling GV. *Urolithiasis in dogs (II): breed prevalence and interrelations of breed, sex, age and mineral composition*. American Journal of Veterinary Research 1998; 59: 630-642
17. Osborne CA, Bartges JV, Lulich JP. Canine urolithiasis. En: Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL (eds.). *Small animal clinical nutrition*. Walsworth Publishing, Missouri, 2000: 605-688.
18. Osborne CA, Lulich JP, Polzin DJ. *Analysis of 77000 canine uroliths*. Veterinary Clinics of North America 1999; 29: 251-266.
19. Osborne CA, Lulich JP, Bartges JW. Canine and feline urolithiasis: Relationship of etiopathogenesis to treatment and prevention. En: Osborne CA, Finco DR (Eds). *Canine and feline nephrology and urology*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1995: 798-888.
20. Romairone A. *Urolitiasis y cirugía vesical*. <http://www.diagnosticoveterinario.com/urolitiasis-y-cirugia-vesical-en-preparacion/1189> (último acceso junio 2016).
21. Sorenson JL, Ling GV. *Metabolic and genetic aspects of urate urolithiasis in Dalmatians*. American Journal of Veterinary Research 1993; 203(6): 856-862.
22. Stevenson AE. *The incidence of urolithiasis in cats and dogs and the influence of diet in formation and prevention of recurrence*. Tesis doctoral. University College London; 2002.
23. Stevenson AE, Markwell PJ. *Comparison of urine composition of healthy Labrador Retrievers and Miniature Schnauzers*. American Journal of Veterinary Research 2001; 62: 1782-1786.
24. Stevenson A, Rutgers C. 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; 2010. 301-333.
25. Westropp JL. Canine and feline calcium oxalate urolithiasis in dogs and cats. En: North American Veterinary Conference. 13 Enero 2007, Nueva York. <http://www.ivis.org/proceedings/navc/2007/SAE/249.asp?LA=1> (ultimo acceso junio 2016).

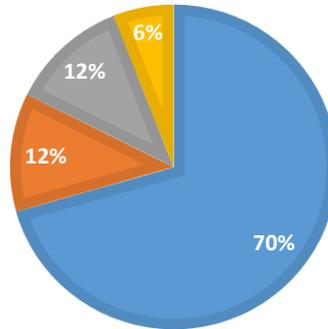
## 12. Anexos

### 12.1 Gráficas

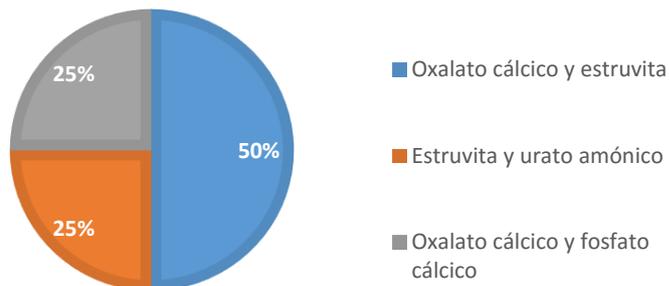


**Gráfica 3. Urolitos de composición pura más frecuentes en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza**

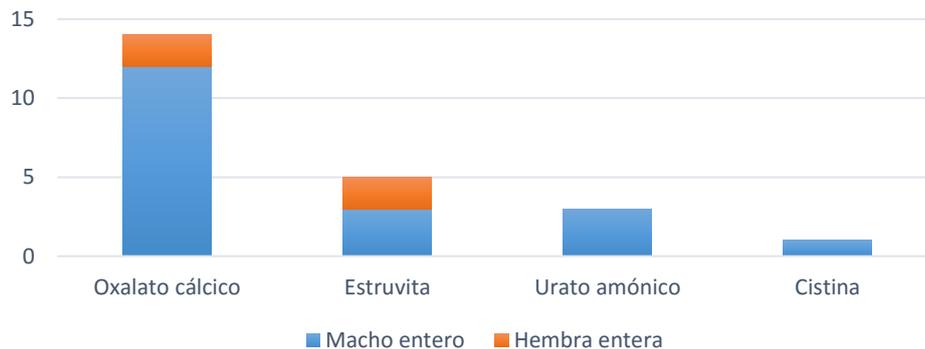
■ 100% oxalato cálcico ■ 100% estruvita ■ 100% urato amónico ■ 100% cistina

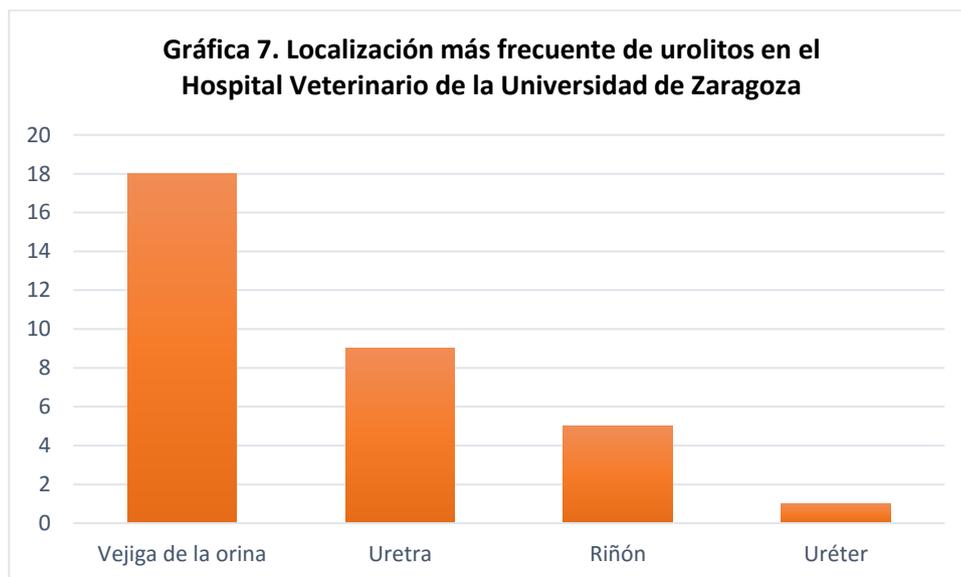
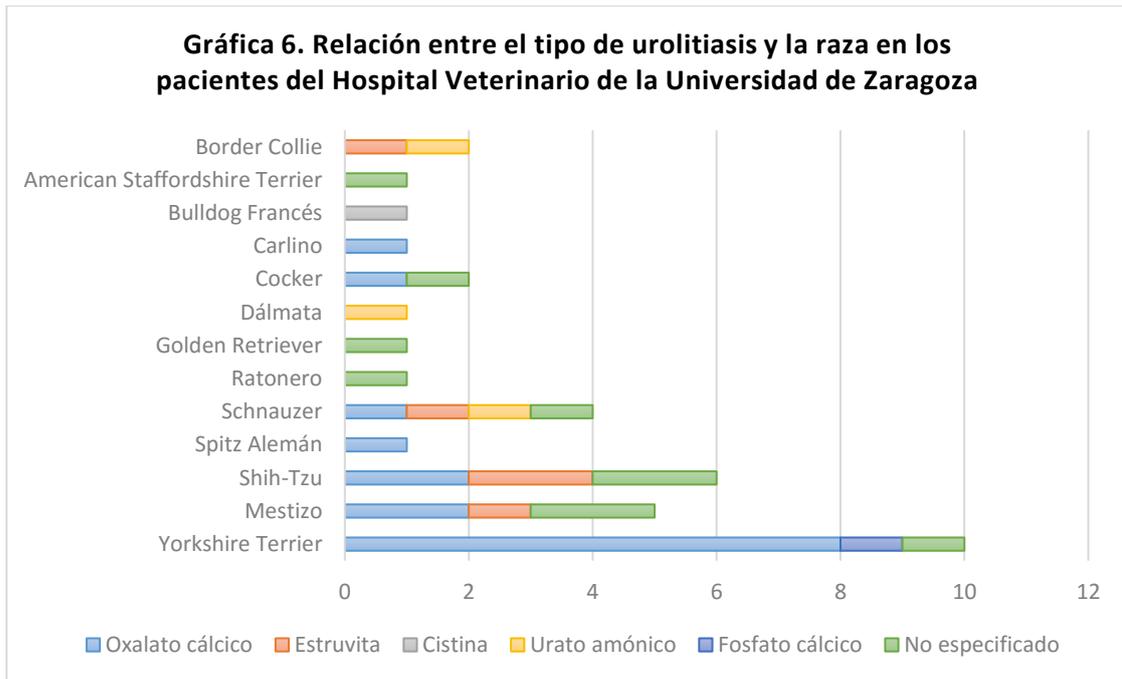


**Gráfica 4. Urolitos de composición mixta más frecuentes en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza**



**Gráfica 5. Tipo de urolitiasis según el sexo en el Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza**





## 12.2 Tablas

	Frecuencia en macho entero	Porcentaje	Frecuencia en hembra entera	Porcentaje
<b>Oxalato cálcico</b>	12	85,70%	2	14,30%
<b>Estruvita</b>	3	60%	2	40%
<b>Urato amónico</b>	3	100%		
<b>Cistina</b>	1	100%		
<b>Fosfato cálcico</b>	1	100%		

**Tabla 1.** Relación entre el tipo de urolitiasis y el sexo en los pacientes del Hospital Veterinario de la Universidad de Zaragoza.

Tipo de cálculo	Promedio de edad de aparición (años)
<b>Oxalato cálcico</b>	8,9
<b>Estruvita</b>	8,4
<b>Cistina</b>	5
<b>Urato amónico</b>	8
<b>Fosfato cálcico</b>	7

**Tabla 2.** Relación entre el tipo de urolitiasis y la edad de aparición.