

**ESTUDIO RETROSPECTIVO DE LA UROLITIASIS EN CANINOS Y FELINOS
EN COLOMBIA**



GUTIERREZ ESPITIA WENDY

NIÑO LAURA

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sede Circunvalar (Bogotá), Colombia

2021

ESTUDIO RETROSPECTIVO DE LA UROLITIASIS EN CANINOS Y FELINOS

EN COLOMBIA



GUTIERREZ ESPITIA WENDY 10511513061

NIÑO LAURA 10511612890

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de;

Médico Veterinario

Director

PATRICIA ALVAREZ MV, MSc

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sede Circunvalar (Bogotá), Colombia

2021

Índice de contenido

1.-Planteamiento del problema.....	6
2.-Justificación.....	8
3.-Objetivos.....	9
3.1.-Objetivo general.....	9
3.2.-Objetivos específicos.....	9
4.-Marco teórico.....	10
4.1.-Generalidades del sistema urinario.....	10
4.2.-Anatomía del sistema urinario.....	10
4.2.1.-Anatomía renal.....	13
4.2.2.-Anatomía de los uréteres.....	13
4.2.3.-Anatomía de la vejiga.....	14
4.2.4.-Anatomía de la uretra.....	15
4.2.5.-Anatomía de las glándulas genitales accesorias.....	16
4.3.-Funciones del sistema urinario.....	16
4.3.1.-Fisiología de los riñones.....	16
4.3.2.-Fisiología del uréter.....	18
4.3.3.-Fisiología de la vejiga urinaria.....	18
4.3.4.-Fisiología de la próstata.....	18
4.3.5.-Fisiología de la uretra.....	18
4.4.-Urolitiasis.....	19
4.4.1.-Generalidades de la urolitiasis.....	19
4.4.2.-Fisiopatología de la urolitiasis.....	21
4.4.3.-Signos clínicos de la urolitiasis.....	25
4.4.4.-Estudio de los diferentes tipos de urolitos.....	26
4.4.5.-Tipos de urolitos.....	28
4.4.6.-Diagnóstico de la urolitiasis.....	30

4.4.7.-Tratamiento de la urolitiasis.....	32
5.-Metodología.....	35
6.-Resultados.....	36
6.1.-Discusión.....	64
6.1.2.-Especie canina.....	65
6.1.2.2-Especie y método de extracción.....	65
6.1.2.3-Sexo y especie.....	66
6.1.2.4.-Sexo y tipo de urolito.....	67
6.1.2.6.-Sexo y método de extracción.....	68
6.1.2.7-Raza y método de extracción.....	69
6.1.2.8.-Raza y tipo de cálculo.....	71
6.1.2.9.-Especie felina.....	71
6.1.3.-Especie y sexo.....	75
6.1.3.2.-Especie y método de extracción.....	75
6.1.3.4.-Sexo y tipo de urolito.....	76
6.1.3.5.-Sexo y método de extracción.....	77
6.1.3.7.-Raza y método de extracción	77
6.1.3.9.-Raza y tipo de urolito.....	78
7.-Conclusiones.....	81
8.-Referencias Bibliográficas.....	85

Planteamiento Del Problema

La urolitiasis es considerada una enfermedad multifactorial y recurrente (Del Ángel. et al., 2015), la cual hace referencia a la formación de urolitos en las vías urinarias (Del Ángel. et al., 2017). Los urolitos o cálculos urinarios son concreciones organizadas que se encuentran en cualquier lugar de dichas vías y contienen principalmente cristaloides orgánicos e inorgánicos (Ettinger. et al., 2007). Los minerales más frecuentes que componen los urolitos son de estruvita, oxalato de calcio, urato amónico y cistina, mientras que los menos frecuentes son de fosfato de calcio y silicatos (Baciero, s.f.).

La formación de un urolito independientemente de su composición dependerá de factores como la excreción renal de los minerales, presencia de promotores de la cristalización, falta de inhibidores de la cristalización, presencia de bacterias o detritos celulares (Alonso. et al., 2013).

Los signos clínicos de la urolitiasis son causados principalmente por la irritación de la mucosa del tracto urinario inferior, lo que provoca signos de cistitis y/o de uretritis. Los signos más frecuentes son la hematuria, la disuria y la polaquiuria (Ramírez, B., et al., 2015). Cuando causan la obstrucción total del tracto urinario inferior suponen una amenaza para la vida del paciente y constituyen una emergencia médica y quirúrgica, los signos más comunes en estos casos son vómitos, letargia, dolor y/o distensión abdominal, lo que conducirá a un cuadro de azotemia postrenal (Lazcano, 2015). También pueden causar obstrucción uretral parcial que posteriormente causará anuria y oliguria, azotemia, y uremia que puede evolucionar a una lesión renal aguda; cistitis y uretritis que causarán disuria y hematuria. La obstrucción de la pelvis renal causaría azotemia y uremia. (Alonso, et al., 2013), y la presencia de urolitos dentro de la vejiga pueden lesionar el epitelio ocasionando

inflamación que puede manifestarse con hematuria, polaquiuria y estranguria lo que puede predisponer a una infección bacteriana de las vías urinarias (Herrera, 2017).

Para el diagnóstico final de la urolitiasis, los cálculos deben enviarse a un laboratorio especializado que determine su composición mineral (Del Ángel, et al., 2017). Dicho conocimiento junto a la historia clínica y los exámenes complementarios del paciente, permitirá comprender la fisiopatología y los factores que contribuyeron a la formación inicial de los urolitos (Del Ángel, et al.); adicionalmente conocer la composición exacta de los cálculos es fundamental para aplicar el tratamiento terapéutico y preventivo adecuado para cada caso (Moore, 2007).

El tratamiento para la urolitiasis no termina con la cirugía de extracción y este es uno de los principios fundamentales de la urología veterinaria. Conocer la composición mineral de los urolitos representa la oportunidad de revelar el origen de algunos de los factores asociados con la formación y precipitación de los cristales que forman un cálculo.

En Colombia hay pocos registros o estudios sobre este tema, por lo que se consideró importante realizar un estudio de los casos presentados en nuestro país para conocer la frecuencia de presentación e identificar los posibles factores relacionados con esta patología.

Justificación

Según la literatura la urolitiasis es una enfermedad que se presenta de forma frecuente y recurrente en los caninos y felinos, además en los estudios realizados en otros países se habla de unos factores “predisponentes” para la presentación de esta patología.

Con el presente trabajo se busca que la información obtenida brinde un mayor conocimiento acerca de la frecuencia de presentación de la urolitiasis y especialmente sobre los principales factores asociados a dicha patología en Colombia, teniendo en cuenta la forma en la que se desarrolla la enfermedad para cada caso. Lo anteriormente dicho nos permitirá instaurar medidas preventivas y de control específicas para esta patología y los factores asociados que más se presentaron en el país.

Objetivos

- ***Objetivo General***

Determinar el porcentaje de presentación de los urolitos en caninos y felinos en Colombia diagnosticados por análisis cuantitativo mediante cristalografía óptica, espectroscopia de infrarrojos y/o difracción de rayos X.

- ***Objetivos Específicos***

1. Determinar el porcentaje de presentación de cada tipo de urolito en las diferentes razas de caninos y felinos.
2. Determinar el porcentaje de presentación de cada tipo de urolito en los dos sexos (macho o hembra) de caninos y felinos.
3. Identificar las zonas anatómicas del tracto urinario que tengan mayor presentación de urolitos independientemente de su composición mineral.

Marco Teórico

Generalidades Del Sistema Urinario

El aparato urinario se encarga de filtrar los desechos de la sangre, además de fabricar, almacenar y eliminar la orina, adicionalmente son muy importantes para la homeostasis ya que mantienen el equilibrio hídrico, así como el equilibrio ácido-básico y la presión arterial (Zamora, et al., 2015).

Anatomía Del Sistema Urinario

El sistema urinario está estrechamente relacionado con el sistema genital, en especial los órganos que se encuentran en la zona pelviana; por lo cual se suele encontrar a ambos sistemas como aparato urogenital (Bobis, 2017).

- *Anatomía Renal:*

Los riñones son órganos pares (Ramírez et al., 2015), son de color marrón-rojizo y con una lobulación, se encuentran bilateralmente en situación retroperitoneal, bajo la pared dorsal de la cavidad abdominal a ambos lados de la columna vertebral, desde la región lumbar anterior hasta la parte intratorácica de la cavidad abdominal, por debajo de las últimas costillas. El riñón derecho se encuentra más craneal que el izquierdo estando en contacto con el hígado mientras que el riñón izquierdo está más cerca de la línea media, y además siempre están rodeados de una cápsula de grasa perirrenal que los protege (Bobis, 2017, p. 4) (Zamora, et al., 2015, p. 11).

En felinos los riñones están ubicados entre la primera y tercera vértebra lumbar, están unidos con el hígado mediante el ligamento hepatorrenal. El riñón izquierdo se ubica

entre la segunda y cuarta vértebra, este puede llegar a desplazarse caudalmente cuando se llena el estómago ya que está conectado por el polo craneal con dicho órgano, la cara dorsal conecta con la pared del abdomen, la cara caudal en hembras con el ovario izquierdo, ventralmente con el colon descendente y a nivel del hilio con la aorta; en el riñón derecho el polo craneal se relaciona con el hígado, por la cara dorsal con la pared abdominal, y en las hembras la cara caudal con el ovario derecho y a nivel del hilio con la vena cava caudal (Sarmiento, 2016).

El parénquima renal puede subdividirse en:

- Corteza del riñón que a su vez tiene dos partes que son: una parte convoluta que es la zona más externa o periférica, y la otra es una parte radiada que es la zona más interna o yuxtaglomerular.

Esta corteza es de color marrón-rojizo y finamente granulada, se encuentra recorrida por las arterias interlobulillares las cuales junto con el parénquima que las rodea constituyen los lobulillos corticales.

- Médula del riñón la cual tiene dos zonas: zona externa con la base de la pirámide y la zona interna con la papila renal, esta zona es estriada y de forma radial (Ramírez et al., 2015).

Cada riñón se encuentra conformado por nefronas que son la unidad funcional del riñón y son como un sistema canalicular de túbulos que incluye la cápsula de Bowman que está compuesta por dos hojas que son la hoja externa o parietal que está formada por la pared exterior y la hoja visceral o pared interna que está formada por el endotelio de los capilares glomerulares y los podocitos que los recubren; cada ensanchamiento descrito anteriormente es penetrado por un ovillo

capilar que es conocido como glomérulo, el cual está formado por asas capilares que se unen y forman una red capilar glomerular que se continúa con una arteriola aferente (Bobis, 2017).

La vascularización de los riñones está a cargo de la arteria abdominal la cual le da origen a la arteria renal de cada riñón, está a su vez se divide a nivel del hilio renal en varias arterias interlobulares que discurren hasta la región subcortical, sus ramas arqueadas transcurren sobre el segmento basal de las pirámides medulares y emiten arterias interlobulillares hacia la corteza en dirección radial y perfunde los lobulillos corticales, de estas y a intervalos regulares se desprenden las arteriolas glomerulares aferentes que atraviesan el polo vascular de los corpúsculos renales formando las asas capilares del glomérulo, y se reúnen de nuevo para formar las arteriolas glomerulares eferentes y salen del polo vascular del glomérulo, estas a su vez se dividen en una red capilar que rodea a la nefrona (Bobis, 2017).

La inervación vegetativa del riñón se da por el plexo solar. Las fibras simpáticas establecen sinapsis en el ganglio celíaco y en el mesentérico craneal, y también participan pequeños ganglios aortorrenales del plexo renal. La inervación parasimpática está a cargo del nervio vago (Konig, E., et al., 2011).

- ***Anatomía De Los Uréteres:***

Los uréteres son tubos revestidos de músculo, existe un uréter para cada riñón y su función es transportar la orina desde los riñones hasta la vejiga (Ricaurte, 2018), su trayecto es retroperitoneal por la pared dorsal del abdomen en dirección caudal, se

puede decir que se encuentran divididos en una parte abdominal y una parte pélvica. En machos atraviesa el mesoducto deferente y el ligamento lateral de la vejiga y antes de llegar a la vejiga cruza en posición dorsal el conducto deferente, en las hembras atraviesa el ligamento ancho del útero y finalmente el uréter llega a la vejiga por la superficie dorsal (Ramírez, et al., 2015).

Cada uréter atraviesa de forma oblicua la pared vesical discurriendo en forma intramural entre las capas muscular y mucosa para finalmente perforar la pared formando un ángulo agudo abriéndose en forma de hendidura en la desembocadura ureteral, gracias a esto se evita que la orina se devuelva hacia el uréter si llegara a subir la presión en la vejiga (Bobis, D., 2017); hay que recordar que los uréteres no filtran sangre solo tienen la función como se dijo anteriormente de conducir la orina (Escobar, 2017).

Los uréteres poseen una túnica adventicia externa, una túnica muscular media y una túnica mucosa interna; la irrigación sanguínea está a cargo de la arteria renal y arteria vesical caudal. que es de tejido conectivo, la capa muscular media y membrana mucosa interna (Ricaurte, 2018).

- ***Anatomía De La Vejiga:***

Tiene la función de recibir y almacenar la orina, al realizar la micción la contracción de la vejiga envía la orina a la uretra (Escobar, 2017), la vejiga urinaria varía en cuanto a forma, tamaño y posición según el estado de repleción (Ricaurte, 2018), para que la vejiga esté en su sitio es sostenida por tres ligamentos que son dos ligamentos laterales, el ligamento redondo de la vejiga que está formado por las arterias umbilicales obliteradas, adicionalmente en la especie felina en estos ligamentos se

encuentran los corpúsculos laminares de Vater-Pacini que actúan como receptores mecánicos y el tercer ligamento es el mediano en el cual se encuentra el uraco obliterado y divide la excavación pubovesical en dos compartimientos uno derecho y otro izquierdo (Bobis, 2017).

En la parte dorsal de la vejiga se insertan los uréteres, uno a cada lado; por la región dorsal del cuello llega la irrigación que está dada por las arterias vesical craneal y caudal, y la inervación que son el nervio pélvico y el nervio hipogástrico (Sarmiento, 2016); la vejiga está recubierta por el peritoneo con excepción de la zona caudal del cuello (Bobis, 2017). Las capas de la musculatura de la vejiga son la capa externa longitudinal u oblicua, capa media transversal y capa interna longitudinal (Ramírez, et al., 2015).

La irrigación sanguínea está dada por las arterias umbilicales, sin embargo, en la mayoría de los casos se encuentran obliteradas por lo cual aportan muy poca sangre, por lo cual la mayor parte de la sangre proviene de la arteria vesical caudal que viene de la arteria prostática en caso de los machos y vaginal en hembras (Bobis, 2017).

- ***Anatomía De La Uretra:***

Es un órgano tubular que inicia en el orificio uretral interno y finaliza en el exterior a través del orificio uretral externo (Bobis, 2017); en las hembras es exclusiva del aparato urinario, es corta y extensible, discurre sobre el suelo de la pelvis ventral al tracto genital y en dirección caudal, en los machos funciona como vía urinaria y también como vía seminal (Ramírez et al., 2015).

Además la uretra se subdivide en varias partes en los machos:

- Uretra pre-prostática que va desde el cuello de la vejiga urinaria hasta la glándula de la próstata.
- Uretra prostática se encuentra en la región que corresponde a la próstata.
- La uretra post-prostática va desde la próstata hasta las glándulas bulbouretrales.
- Uretra peneana entre las glándulas bulbouretrales hasta el pene (Sarmiento, 2016).

Su vascularización está a cargo de las arterias pudendas internas y los vasos linfáticos se dirigen hacia los nódulos linfáticos sacros e ilíacos mediales (Bobis, 2017).

- ***Anatomía De Las Glándulas Genitales Accesorias:***

Estas glándulas están presentes en los machos y se presentan de distinta forma y tamaño según la especie, están ubicadas en el segmento pélvico de la uretra, y son: glándula vesicular, próstata, glándula bulbouretral y ampolla del conducto deferente; sin embargo, en los caninos solo está presente la próstata y la ampolla del conducto deferente y en felinos la próstata, la ampolla del conducto deferente y las glándulas bulbouretrales (Bobis, 2017).

- Próstata: Está formada por un segmento diseminado que se llama parte diseminada y está ubicado en la pared de la parte pélvica de la uretra y otro segmento ubicado al exterior de la uretra llamado cuerpo de la próstata. En ambas especies el cuerpo de esta glándula es voluminoso.

- Glándula bulbouretral: Es como una formación par ubicada en el extremo caudal de la parte pélvica de la uretra, como todas las demás glándulas genitales accesorias posee una cápsula de tejido conectivo bien desarrollado y septos internos que son ricos en musculatura lisa la cual tiene inervación vegetativa (Konig, et al., 2011).

Funciones Del Sistema Urinario:

- *Fisiología De Los Riñones*

Se dice que los riñones tienen cinco funciones básicas que son:

- Formación de orina con el fin de eliminar los desechos metabólicos (Jácome, 2018).

La orina se forma mediante el accionar de las nefronas y esto sucede en cuatro procesos que son la filtración, en esta etapa se seleccionan moléculas pequeñas, agua y/o iones, resorción tubular en esta se realiza la absorción de los nutrientes mientras los desechos siguen el recorrido, secreción tubular y excreción en la cual los desechos que no necesita el cuerpo (orina) deja la nefrona y va hacia la pelvis renal donde es eliminada hacia los uréteres (Escobar, 2017).

- equilibrio ácido-básico mediante la captura de bicarbonato en el filtrado glomerular.
- Equilibrio hídrico mediante la reabsorción en los túbulos proximales.
- Mantenimiento hidroelectrolítico mediante la actividad de la hormona ADH (antidiurética) en los túbulos distales.

- Control de la función endocrina mediante renina-angiotensina el cual está encaminado a la regulación de la presión arterial mediante la formación de la renina en los riñones la cual a partir de la proteína plasmática angiotensinógeno produce angiotensina I la cual se transforma mediante otra enzima en angiotensinógeno II que es capaz de causar vasoconstricción de las arteriolas, generando la subida de presión arterial; la eritropoyetina encaminado a la formación de células sanguíneas y vitamina D la cual se convierte en calcitriol (forma más activa) en los riñones para facilitar la absorción de calcio en el intestino (Bobis, 2017) (Jácome, 2018).

Como se expuso anteriormente la nefrona es la unidad funcional y estructural de los riñones y su función básica es la limpieza del plasma sanguíneo a medida que este pasa por los riñones (Ricaurte, 2018).

- ***Fisiología Del Uréter***

Únicamente transportan la orina desde el riñón hasta la vejiga (Climent et al., 1989; Köning et al., 2005).

- ***Fisiología De La Vejiga Urinaria***

Tiene como función el almacenamiento de la orina hasta que sea expulsada (Ramírez, 2015).

- ***Fisiología De La Próstata***

Ayuda al control de la micción mediante la presión directa de la porción de uretra a la que rodea, segregar el líquido prostático, que forma parte del semen y que

proporciona el medio para la supervivencia de los espermatozoides y producir hormonas como la testosterona (Bobis, 2017).

- ***Fisiología De La Uretra***

La uretra presenta una doble función en los machos, la función urinaria como tubo colector de orina y de comunicación con el exterior, y la función reproductora recolectando y llevando al exterior los productos prostáticos y seminíferos (Ramírez, 2015).

Urolitiasis

- ***Generalidades De La Urolitiasis:***

La urolitiasis es considerada una enfermedad multifactorial y recurrente (Del Ángel. et al., 2015, p. 51), es la formación de cálculos en el tracto urinario, a la presentación de esta patología se le asocian factores como la raza, la edad, el sexo, la dieta, alteraciones en el sistema urinario, infecciones urinarias y cambios en el pH de la orina (Ramírez, B., et al., 2015, p. 2). También puede ser consecuencia de alteraciones de base genética ya que en algunos tipos de urolitos hay un mayor o menor grado de predisposición genética, en algunas ocasiones dichas alteraciones intervienen mediante predisposición a padecimientos metabólicos que causan mayor excreción urinaria de algún compuesto capaz de cristalizar por lo que el animal tiene un mayor riesgo para la presentación de cierto tipo de urolito (Rodríguez, M., 2016); en las alteraciones hereditarias tenemos como ejemplo la raza dálmata que se ve mayormente afectada por urolitos úricos ya que genéticamente tiene el metabolismo de las purinas alterado (Guillén, R. M., 2014).

Esta enfermedad puede padecerla casi cualquier especie, siendo así que en otros estudios se dice que puede afectar a 27 especies de animales siendo los caninos la más común seguida por los felinos (Rodríguez, M., 2016).

En los caninos la urolitiasis constituye la causa de aproximadamente el 18% de las consultas por afecciones del tracto urinario inferior (Fernández, M. E., s.f.), en felinos es la segunda causa más común de FLUTD (Reinoso, J. A., 2018).

En los felinos según el centro de urolitos de Minnesota los dos componentes más comunes de los urolitos son de estruvita con un 49% y oxalato de calcio con 41% (Reinoso, J. A., 2018), en caninos los urolitos más frecuentes son de estruvita, oxalato de calcio, urato amónico y cistina, y menos frecuentes fosfato cálcico y silicatos (Fernández, M. E., s.f.).

Los urolitos en felinos se encuentran en su mayoría alojados en la vejiga y uno de los factores de riesgo que se relacionan con su desarrollo es la raza, en algunos estudios se ha descrito que las razas Oriental de pelo corto, Ragdoll, Chartreux, Himalaya, Persa y Siamés se asocian a un mayor riesgo de formación de cálculos de estruvita, mientras que las razas Himalaya, Persa, Siames, Ragdoll, Británico de pelo corto, Marrón habanero, Birmano, Chartreux, Exótico de pelo corto y Scottish fold se asocian a un riesgo mayor de presentar cálculos de oxalato de calcio y los Mau egipcio, Birmano, Siames, Bengali, Europeo de pelo corto, Marrón habanero, Ocicat oriental, Ragdoll, Rex, Snowshoe y Sphynx se asocian a cálculos de urato (Houston, D. M., et al, 2016). En los caninos razas como schnauzer miniatura, Bichón francés, Yorkshire terrier y Lhasa apso están asociadas a presentar cálculos de oxalato de calcio; razas como el Pekinés, Shih tzu y Pug se asocia a cálculos de estruvita; los lebreles escocés, Mastín, bulldog inglés, chihuahua, bull terrier staffordshire y terranova están relacionados a la presentación de cálculos de cistina; razas como el Papillon, Pomerania,

bichón francés y lhasa apso se relacionan con cálculos de fosfato de calcio, san bernardo, labrador retriever y golden retriever se asocian a riesgo de cálculos de estruvita, el dalmata tiene mayor riesgo de presentar cálculos de urato junto con jack russell terrier y schnauzer gigante, adicionalmente el dalmata es la única raza identificada con riesgo de cálculos de xantina (Houston, D. M., et al., 2017).

Comprender los factores asociados a la presentación de urolitos con el paciente es importante para hacer un asesoramiento correcto al propietario de la mascota, así mismo para el control y prevención de la urolitiasis; adicionalmente lograr comprender estas asociaciones ayudará a interpretar la tendencia cambiante de la urolitiasis en el tiempo (Houston, D. M., et al., 2017).

- ***Fisiopatología De La Urolitiasis:***

La formación de cálculos urinarios no se considera como una enfermedad específica sino como el resultado de trastornos subyacentes que favorecen la precipitación de ciertos minerales en la orina (Callens, A., et. al, 2016).

Las partes que pueden contener los cálculos urinarios son (figura 1):

- Núcleo o nido: Es el punto central el cual tiene un aspecto diferente al de las otras porciones, es el que da origen a la formación del cálculo; este punto puede estar compuesto de cristales u otro tipo de sustancias, en caso que sea de origen mineral este puede que coincida con el resto del cálculo o no.
- Piedra o trama: Conforman el cuerpo principal del cálculo, son diferentes capas que se van agregando al nido, se puede presentar bandas alternantes de diferentes minerales o que el cálculo crezca sin interrupción.

- Corteza: Es la capa completa más externa de los cristales precipitados.
- Cristales de superficie: Última capa que recubre al cálculo, pero de forma incompleta (Rodríguez, M., 2016).

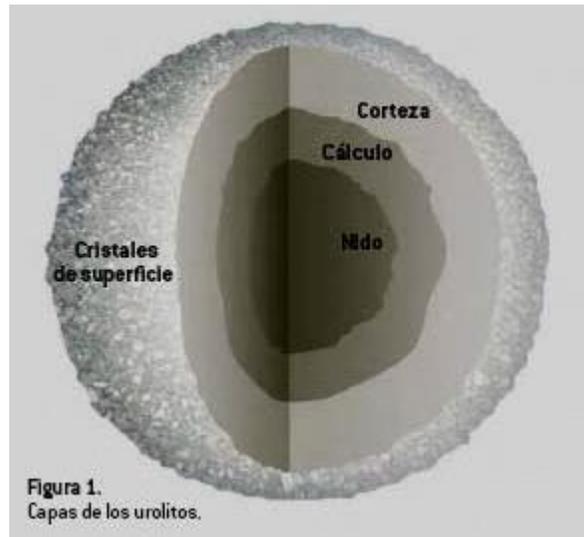


Figura 1. Arquitectura de un urolito (Moore, 2007).

Se dice que existen tres teorías sobre la formación de los cálculos:

1. Teoría de la precipitación-cristalización: Cuando la orina está sobresaturada con minerales estos se pueden precipitar formando el nido y manteniendo el crecimiento de este (Ramírez, B., et al., 2015, p. 12).
2. Nucleación: Es el primer paso para la formación del nido de un urolito, esta etapa depende de la sobresaturación de la orina la que a su vez dependerá de la fuerza iónica de la orina, el nivel de saturación de la orina puede disminuir si hay aumento de la fuerza iónica (Callens, A., et. al, 2016).
3. Teoría de la inhibición de la cristalización: La ausencia de algún factor inhibidor para la formación de cristales como los citratos, glicosaminoglicanos y pirofosfatos puede facilitar la cristalización espontánea y el crecimiento del urolito (Herrera, B., 2017).

Que el crecimiento del urolito continúe o no, depende del tiempo que permanezca en las vías urinarias, el grado y duración de la sobresaturación de la orina y de las propiedades que tengan los cristales (Herrera, B., 2017).

Igualmente hay que tener en cuenta que la literatura describe varios factores de riesgo para la presentación de esta patología, y cada uno de estos factores genera efectos diferentes en cada tipo de urolito (Herrera, B., 2017).

- Raza: Con mayor frecuencia se ven más afectadas las razas pequeñas que las grandes, esto puede estar relacionado con un volumen inferior de orina y un menor número de micciones por lo cual puede haber una mayor concentración de minerales en la orina (Fernández, M. E., s.f.); hay razas específicas en la especie canina y felina con mayor riesgo de presentar cálculos urinarios (Ricaurte, A., 2018).
- Sexo: Esta patología es común en ambos sexos pero, en los machos tiende a presentarse más porque la uretra es más larga y delgada que la de la hembra (Alonso, V., et. al, 2013), sin embargo, en los cálculos de estruvita las hembras tienden a presentarlos más ya que su formación se asocia a infecciones urinarias las cuales son más comunes en este sexo (Baciero, G., s.f.).
- Edad: Aunque el rango de edad es amplio suele aparecer en perros maduros (Vargas, L. 2019), pero en estudios se dice que la urolitiasis en perros puede variar entre 5 y 7 años de edad (Bermúdez, M., 2017), sin embargo, esto también puede variar según el tipo de cálculo que presente el paciente (Baciero, G., s.f.).
- Alimentación: las dietas pueden llegar a influir sobre la composición de la orina, puesto que niveles altos de algunos minerales en el alimento como fósforo, calcio y/o magnesio pueden contribuir a la formación de ciertos tipos de urolitos (Herrera, B.,

2017); algunos ejemplos en felinos con dietas ricas en proteína incrementan la excreción urinaria de urea y amonio y favorecen la presentación de cristaluria de estruvita, y en caninos dietas con poca humedad y baja cantidad de fibra se relaciona a la formación de urolitos de oxalato de calcio (Rodríguez, M., 2016).

- Entorno: La presentación de urolitos varía según el país (Herrera, B., 2017), adicionalmente se dice que la incidencia de la urolitiasis en animales de compañía era poco frecuente hasta hace 50 años que se ha visto incrementada de forma paralela a los cambios de la forma en que viven los animales (Rodríguez, M., 2016).
- Administración de fármacos: La administración de ciertos medicamentos pueden favorecer la presentación de cálculos urinarios al alterar el pH de la orina, la reabsorción o secreción tubular y la precipitación de sus metabolitos (Stevenson, A., et. al, 2006).
- pH urinario: Los cálculos de oxalato de calcio, purinas y cistina normalmente se forman en la orina con un pH inferior a 7, cálculos de estruvita se forman normalmente en pH de superior a 7 (Callens, A., et. al, 2016).
- Causas metabólicas: Una hipercalcemia prolongada que llegue a producir calciuria puede aumentar la probabilidad de presentar cálculos que contengan calcio, también el síndrome de Cushing ha sido asociado a urolitos de oxalato de calcio debido a que los glucocorticoides aumentan la movilización de calcio del hueso y causa una reabsorción tubular menor llevando también a calciuria (Herrera, B., 2017).

- ***Signos Clínicos De La Urolitiasis:***

Los signos clínicos de la urolitiasis varían dependiendo del tamaño, localización y/o forma de los cálculos, sin embargo, hay signos que se consideran de alarma como polaquiuria,

disuria y/o hematuria, otros signos como la pérdida de apetito y/o cambios de comportamiento se suman a esta patología (Fernández, M. E., s.f.); también puede presentarse infecciones de las vías urinarias, y si los cálculos están en los uréteres o uretra puede presentarse obstrucción produciéndose azotemia postrenal y con posibilidad de evolucionar a lesiones mayores dependiendo del caso (Herrera, B., 2017).

Una de las complicaciones de la urolitiasis es que si no se logra diagnosticar a tiempo el aumento de tamaño puede generar daños irreversibles desencadenando una insuficiencia renal uni o bilateral que ponga en riesgo la vida del paciente (Rodríguez, M., 2016).

Los signos clínicos de urolitos en el tracto urinario inferior en felinos incluye inflamación, estranguria, micción inadecuada, polaquiuria y hematuria, en algunos pacientes puede estar involucrada una infección del tracto urinario (Del Ángel, J., et. al 2020); el signo clínico predominante en una obstrucción uretral es la estranguria y si es obstrucción total puede acompañarse de polaquiuria, vocalización al orinar, micción inadecuada y/o hematuria, también se asocia con azotemia, hipercalcemia, acidosis metabólica y deshidratación. Los signos clínicos de cálculos en el tracto urinario superior son: vómitos, anorexia, letargo y hematuria, algunas anomalías bioquímicas que se pueden encontrar en estos pacientes son hipercalcemia, hipercalemia, hiperfosfatemia, anemia, azotemia y leucocitosis (Callens, A., et. al, 2016).

En algunos casos los signos de la urolitiasis son los primeros en detectar y conducir al diagnóstico de patologías subyacentes o alteraciones metabólicas y/o anatómicas (Rodríguez, M., 2016).

- *Estudio De Los Diferentes Tipos De Urolitos*

Después de la obtención del urolito de las vías urinarias por el método que sea (cirugía, expulsión espontánea, etc) este debe ser enviado a un laboratorio autorizado para su análisis cuantitativo y así poder determinar su composición (Del Ángel, J. et al. 2015) ya que si nos quedamos solo con los aspectos radiológicos, exámenes de orina y/o el aspecto externo del urolito no se obtendrá una indicación exacta de la composición del nido del mismo (Moore, A., 2007). Los Centros de referencia para el análisis de urolitos son: Minnesota Urolith Center, Veterinary Clinical Science, University of Minnesota, St. Paul, Minnesota-USA; Hospital Veterinario para pequeñas especies de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca-México; Canadian Veterinary Urolith Center. University of Guelph, Ontario-Canada; G.V. Ling Urinary Stone Analysis Laboratory, Veterinary Medicine College UC Davis, California-USA; Departamento de Urología de la Universidad de Bonn, Alemania y el Centro de urolitos de Budapest (Del Ángel, J., et al. 2017) (Moore, A., 2007).

Existen varias técnicas para el análisis cuantitativo de los cálculos urinarios, entre las técnicas se encuentran la microscopía de luz polarizada, la espectroscopía infrarroja, la microscopía electrónica de barrido con microanálisis de rayos X y difracción de rayos X (Guillén, R. M., 2014).

- **Cristalografía óptica:** esta técnica es la más utilizada en el Urolith Center ya que permite una identificación y cuantificación rápida y precisa, pero si hay minerales poco habituales o metabolitos de fármacos se usan otras técnicas (Moore, A., 2007); una vez que se identifican cada una de las regiones de forma visual se extrae una porción de cada una de ellas, se trituran y se examinan en un microscopio de luz

polarizada mientras son sumergidos en un líquido de índice de refracción (Rodríguez, M., 2016).

- Microscopía electrónica y microanálisis de rayos X: Se usa un microscopio electrónico de barrido equipado con un sistema de microanálisis de rayos X el cual permite el análisis de muestras diminutas, estos dos son más eficaces con materiales inorgánicos, sin embargo, no puede distinguir entre compuestos similares para estos y para materiales orgánicos se debe usar el método de análisis infrarrojos; después de cortarse el urolito a la mitad se coloca en el microscopio y se analiza cada una de las regiones del mismo (Rodríguez, M., 2016).
- Espectroscopía de infrarrojos: esta técnica permite identificar gran variedad de materiales orgánicos, es el análisis más preciso y completo, tiene gran sensibilidad y permite fácilmente el análisis de la composición de muestras muy pequeñas (Rodríguez, M., 2016), también es importante para distinguir entre los diferentes tipos de uratos, cuando se combina un microscopio de infrarrojos como accesorio de un espectrofotómetro de infrarrojos transformado de Fourier (FTIR) se puede analizar cantidades microscópicas de material (nido diminuto y/o cristales individuales) y urolitos inusuales (Moore, A., 2007), en términos generales este método determina la composición química de las diferentes capas del cálculo puesto que cada compuesto mineral tiene un espectro infrarrojo característico (Aké, M., et al., 2017); luego de hacer una pequeña pastilla casi transparente y con una pequeña cantidad de polvo del urolito más bromuro potásico se hace que las ondas infrarrojas atraviesen la muestra (Rodríguez, M., 2016).

Urolitos que son al menos un 70% de un solo material se clasifican como de ese material, si en un urolito hay capas separadas de dos tipos de minerales se clasifica como compuesto y urolitos que no tienen un nido o capas superficiales claras y menos del 70% de un solo componente se clasifican como mixtos (Houston D. M., et al 2017) . Los cuatro minerales que se encuentran con mayor frecuencia en los urolitos son: estruvita, oxalato cálcico, urato amónico y cistina. Otros tipos de cálculos menos frecuentes son los de fosfato cálcico y silicatos (Callens, A., et. al, 2016).

- *Tipos De Urolitos*

Las sustancias cristalinas que se pueden detectar en los urolitos son varias, pero según la literatura las más frecuentes son estruvita, oxalato de calcio, urato amónico, cistina, fosfato de calcio, silicato y xantina (Rodríguez, M., 2016).

- Estruvita: Cristales de hexahidrato de fosfato de amonio y magnesio, para que se de la formación de estos cálculos la orina debe estar sobresaturada con los iones ya mencionados, dicha sobresaturación puede deberse a una infección urinaria con organismos productores de ureasa como el *Staphylococcus* spp. y en algunas ocasiones por *Enterococcus* spp. o *Proteus* spp y se llaman urolitos de estruvita inducidos por infección, también pueden presentarse sin necesidad de infección en este caso se denominan urolitos de estruvita estériles y los factores que favorecen la formación de los urolitos de este tipo de urolito implican alcaluria, orina concentrada y aumento de las concentraciones urinarias de los iones magnesio, amonio y fosfato, la dieta no tiene mayor influencia en este caso (Callens, A., et. al, 2016).

- Oxalato cálcico: La formación de este tipo de cálculos se da con el aumento de la concentración de calcio y ácido oxálico en la orina, el ácido oxálico es el producto final del metabolismo del ácido ascórbico y de numerosos aminoácidos derivados de la dieta, cuando se une el ácido oxálico con iones de sodio y potasio se forman sales solubles, pero cuando el ácido se une con iones de calcio se forman insolubles; adicionalmente hay factores metabólicos que aumentan la posibilidad de que estos urolitos se presenten como lo son hipercalcemia, hipercalciuria y acidosis metabólica; la función del inhibidor cristalino se altera con la orina ácida y también se disminuye las concentraciones de citrato urinario, igualmente el oxalato de calcio es menos soluble en orina ácida (Bermúdez, M., 2017) (Callens, A., et. al, 2016).

- Purinas:

Uratos: Este tipo de cálculo se puede dar como resultado de disfunción hepática asociado con anomalías vasculares o sin necesidad de esta alteración y se denomina urolitiasis de urato idiopática, las dietas ricas en purinas y las proteínas animales son la fuente de purinas exógenas y las purinas endógenas se sintetizan en el hígado generalmente de urato amónico; la sobresaturación de la orina con ácido úrico es necesaria para la formación de estos urolitos, la hiperuricosuria es promovida por aumento de la excreción renal, exceso en la producción de ácido úrico o disminución de en su resorción se forman a partir del ácido úrico que resulta de la transformación de las purinas procedentes de las células y de los alimentos (Callens, A., et. al, 2016).

Cistina: Los cálculos de cistina aparecen en perros que presentan cistinuria, una alteración genética del metabolismo caracterizada por una reabsorción renal

defectuosa de la cistina y de otros aminoácidos. Sin embargo, no todos los perros cistinúricos forman urolitos. Los cálculos no suelen detectarse hasta la madurez y aparecen predominantemente en los machos. (Bermudez, M. 2017).

- Silicio: Aparecen por ingesta excesiva de vegetales en la dieta, o fármacos con compuestos antiácidos, se sabe que son poco frecuentes pero se pueden presentar tanto en orina ácida como en neutra (Jacome, N.,2018).

- ***Diagnóstico De La Urolitiasis:***

Se basa en la historia clínica del paciente, examen físico, métodos complementarios como: exámenes de laboratorio e imagenología como radiografía y/o ecografía (Aké, M., et. al, 2017) (Couto, 2010).

La imagenología es la herramienta diagnóstica más acertada para la detección de los cálculos, entre las opciones de imágenes la radiografía abdominal es la primera opción diagnóstica para detectar urolitos radiopacos como los cálculos de oxalato de calcio y estruvita, estos son relativamente fáciles de detectar mediante este método a menos que tengan un tamaño menor de 5 mm (Callens, A., et. al, 2016) (Westropp, 2011, 384); la ecografía abdominal es una de las opciones diagnósticas más utilizadas en enfermedades del tracto urinario, esta nos permite observar con claridad la estructura renal, los uréteres, la vejiga y la uretra, así como la presencia de inflamación, sedimentación en la vejiga o urolitos radiolúcidos, pero esta técnica no es tan útil para determinar el tipo de mineral que compone el urolito, la cantidad y la ubicación de los mismos (Houston, 2003) (Callens, A., et. al, 2016); otra alternativa es la cistografía de doble contraste que consiste en dilatar la vejiga con aire y luego inyectarle mediante un catéter uretral un medio de contraste positivo con el objetivo de formar un charco dentro de la vejiga, posteriormente se gira el paciente para cubrir la mucosa de la vejiga de

forma que los cálculos se puedan ver como defectos de llenado radiolúcidos, esta técnica se usa para verificar la presencia, ubicación, cantidad (Callens, A., et. al, 2016).

El análisis de orina es parte importante del diagnóstico en pacientes con sospecha de enfermedad del tracto urinario, la cristaluria puede ser un hallazgo importante ya que no confirman la presencia de urolitos pero sí sugiere que hay una sobresaturación de la orina, sin embargo, hay que tener en cuenta que puede presentarse cristaluria falsa positiva ya que pueden formarse cristales cuando se cambia la temperatura debido al tiempo que pasa desde la toma de la muestra hasta el análisis de la misma; la gravedad específica y el pH de la muestra ayudan a evaluar el entorno químico de la orina y como se habló previamente estos factores pueden determinar la formación de urolitos y hasta sugerir el tipo de urolito presente (Callens, A., et. al, 2016).

Adicionalmente el poder determinar la composición del cálculo es importante tanto como para el tratamiento como para la prevención de reincidencia (Callens, A., et. al, 2016).

- *Tratamiento De La Urolitiasis:*

Lo primordial del manejo médico es estabilizar las necesidades del paciente y extraer o diluir los urolitos de las vías urinarias mediante dietas terapéuticas, urohidropropulsión, cirugía, etc, una vez retirados los cálculos hay que tener en cuenta que estos se pueden volver a formar por lo que es muy importante conocer el mecanismo fisiopatológico del mismo lo cual se sabe mediante el análisis de la composición mineral de los urolitos (Aké, M., et al., 2017).

Que sean detectados cálculos urinarios en un paciente no garantiza que siempre se deba hacer intervención quirúrgica, sin embargo, factores como obstrucción en el flujo de la orina, aumento de tamaño y/o número de urolitos, la persistencia de los signos clínicos o falta de

respuesta a la terapia para la eliminación de los cálculos nos podrían conducir a opciones quirúrgicas abiertas como cistotomía y nefrotomía (Callens, A., et. al, 2016).

En casos de obstrucción uretral el tratamiento consiste en aliviar la obstrucción y corregir los desequilibrios metabólicos que la acompañen, en caso que las obstrucciones sean recurrentes se considera la uretrotomía perineal como tratamiento, sin embargo, este procedimiento se asocia a mayor riesgo de enfermedades del tracto urinario inferior e infecciones bacterianas urinarias y en felinos se asocia con el riesgo irreparable a uréteres y riñones (Callens, A., et. al, 2016).

El tratamiento para cálculos en el tracto urinario superior tiene como problema que la mayoría de cálculos que se forman son oxalato de calcio los cuales no tienen potencial para diluirse (Callens, A., et. al, 2016).

- Tratamiento quirúrgico:

No se explicara detalladamente las técnicas quirúrgicas para la eliminación de los urolitos ya que no es objeto de este trabajo, sin embargo, sí consideramos importante decir que en algunas ocasiones este podría ser el único tratamiento a instaurar al paciente, además que se aprovecharía el cálculo extraído para su respectivo análisis.

Alternativas no invasivas para felinos con disfunción renal y ureterolitiasis consiste en corregir los desequilibrios bioquímicos y el volumen de líquidos, también se puede promover la migración de los cálculos hacia la vejiga urinaria; el uso de alternativas más invasivas se determinan por la tasa de disfunción renal progresiva, presencia de molestias en el paciente y/o el riesgo asociado al método de intervención (Callens, A., et. al, 2016).

Alternativas mínimamente invasivas como urohidropropulsión miccional, extracción de los urolitos citoscópicos transuretrales con o sin litotricia láser y extracción de cálculos citoscópicos asistidos por cistolitotomía percutánea, estos métodos se usan para la eliminación de cálculos pequeños y posterior análisis para tratamiento adicional, sin embargo si el paciente presenta obstrucción uretral no tendrán éxito estas técnicas (Callens, A., et. al, 2016).

- Tratamiento médico: dependerá del tipo de urolito que presente el paciente, en el caso de cálculos de estruvita estériles son susceptibles a dilución médica la cual implica manejar una dieta baja en magnesio y fosfato, proteínas que inducen la acidificación y dilución de la orina y aumentar el consumo de agua; en el caso de cálculos de estruvita inducida por infección hay que manejar dieta para dilución y administrar antibióticos basados en un cultivo de orina con antibiograma ya que sin el antibiótico las bacterias podrían proliferar y detener la dilución, ambos elementos deben manejarse en todo el proceso de dilución y hasta dos semanas después de su ausencia en radiografía; si son oxalatos de calcio como se habló previamente no se pueden diluir por lo tanto la única alternativa es la eliminación física, sin embargo, se deben considerar protocolos nutricionales y/o médicos para prevenir la reincidencia o crecimiento de otros tipos de cálculos, igualmente se debe hacer el manejo de la enfermedad metabólica en caso que esté presente en el paciente; para los cálculos de uratos no hay protocolos para la dilución, pero en algunos gatos ha funcionado dietas bajas en purina y alopurinol; cálculos de xantina como en el caso de los urolitos de uratos no hay protocolo de dilución, se hace extracción y manejo de dietas alcalinizantes restringida de proteínas como prevención de reincidencias; por último

si son cálculos de cistina al igual que en los dos tipos de cálculos anteriores no existe un protocolo de dilución por lo que se maneja un aumento en el volumen de orina, manejo de dietas alcalinizantes bajas en proteínas (Callens, A., et. al, 2016).

Metodología

La recolección de la información fue proporcionada por parte de la entidad “GABRICA”, los cuales obtuvieron los datos a partir de los formularios constatados con las referencias de los cálculos que fueron evaluados en Minnesota.

En total recibimos 962 resultados de pacientes atendidos en aproximadamente 188 clínicas veterinarias de Colombia, las cuales remitieron las muestras al laboratorio de Minnesota entre los años 2017 y 2019. Dichos datos se organizaron en tablas de Excel según los factores que se tuvieron en cuenta para este estudio que fueron: especie, raza, sexo, edad, lugar de extracción del cálculo, método de extracción del cálculo, cristaluria asociada a la urolitiasis, urocultivo, tratamiento antibiótico previo y diagnóstico final, se hicieron relaciones entre estos como: relación entre especie y sexo, relación entre sexo y tipo de urolito, relación entre raza y tipo de urolito, relación entre sexo y lugar de extracción del cálculo, relación entre sexo y método de extracción del cálculo, entre otros.

El análisis de los datos se realizó a través de la estadística descriptiva en la cuál empezamos a comparar los datos de otros estudios con los nuestros para así poder determinar si hay similitudes o diferencias de esta patología en otros países y Colombia.

Resultados

El trabajo que realizamos cuenta con los resultados de 962 (100%) muestras de urolitos, de los cuales 779 (81%) pertenecen a la especie canina y 183 felina (19%) (Figura 2).

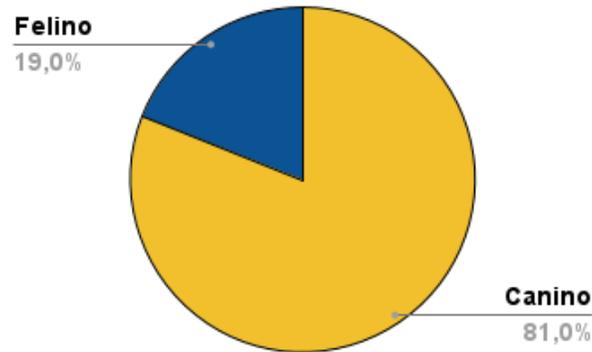


Figura 2. Representación gráfica del porcentaje de cada especie con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

Del total de los 779 casos de la especie canina 389 (50%) son machos y 390 son hembras (50%) (Figura 3).

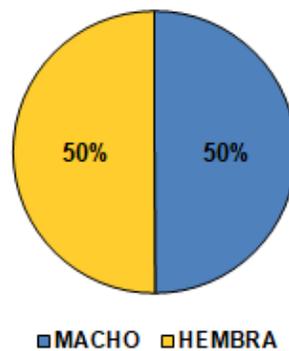


Figura 3. Representación gráfica de la relación especie canina y sexo con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

De los 183 casos de la especie felina se presentaron 93 (51%) en machos y 90 (49%) en hembras (Figura 4).

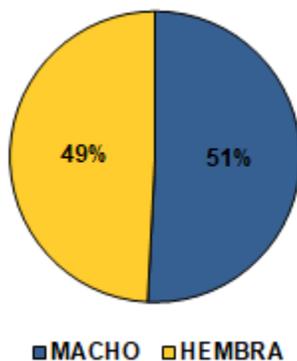


Figura 4. Representación gráfica de la relación especie felina y sexo con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

Del total de los 779 (100%) casos de urolitos en la especie canina los cálculos fueron extraídos de forma quirúrgica en 734 (94%) casos, por sondaje 12 (6%), expulsión espontánea 28 (15%) casos y otros métodos 5 (2%) casos (Figura 5).

En la relación entre sexo y método de extracción, de las 390 (100%) hembras en 376 (96,4%) de los casos se realizó extracción quirúrgica, 12 (13,3%) casos fueron expulsados espontáneamente y 1 (1,11%) caso por sondaje, otros métodos 1 caso (1,11%); de los 389 (100%) machos 358 (92%) se realizó extracción quirúrgica, 16 (4,11%) fueron expulsados de forma espontánea 11 (2,83%) casos mediante sonda urinaria, otros métodos 4 casos (1%).

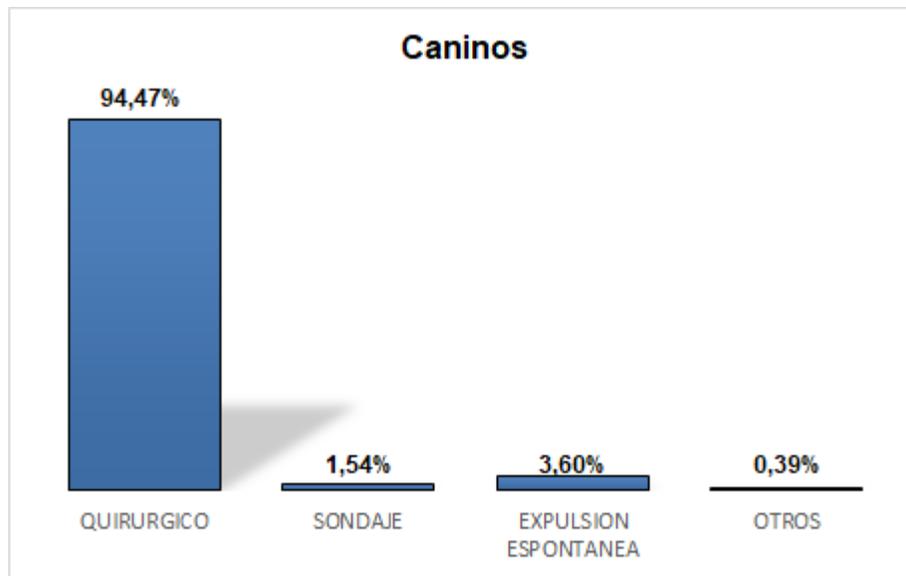


Figura 5. Representación gráfica de la relación especie canina y método de extracción de los cálculos con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

Del total de los 183 (100%) casos de urolitos en la especie felina los cálculos fueron extraídos de forma quirúrgica en 176 (96%) casos, por sondaje 4 (2%) y por expulsión espontánea 1 (0,5%), otros métodos 2 casos (1%) (Figura 6).

En la relación entre sexo y método de extracción, de las 90 (100%) hembras en 89 (98,8%) de los casos se realizó extracción quirúrgica y 1 (1,11%) mediante urohidropropulsión; de los 93 (100%) machos en 87 (93,5%) se realizó extracción quirúrgica, 4 (4,3%) casos mediante sonda urinaria y 1 (1%) caso fue expulsado de forma espontánea, otros métodos 1 (1%).

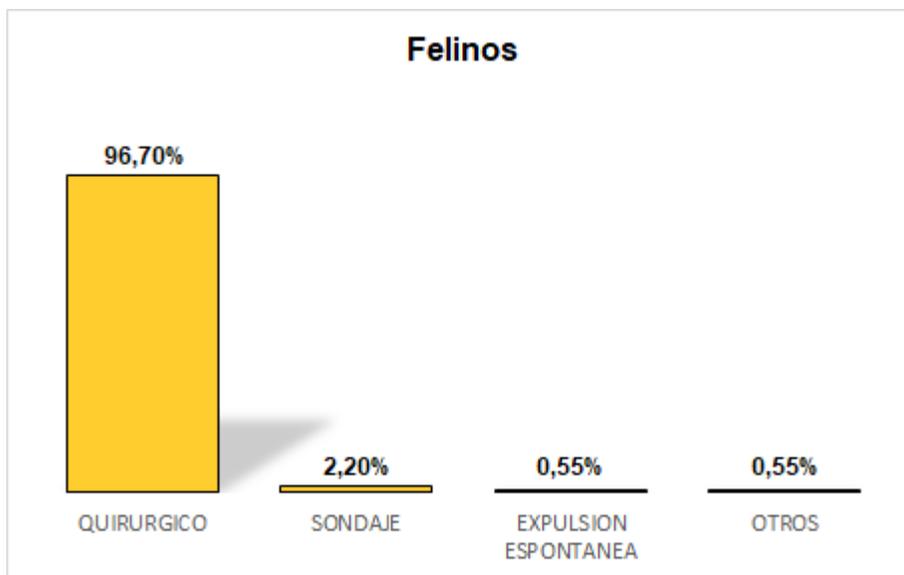


Figura 6. Representación gráfica de la relación especie felina y método de extracción de los cálculos con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

De los 779 (100%) casos de urolitiasis en la especie canina 405 (51,9%) son casos de cálculos de estruvita, 291(37,3%) casos de cálculos de oxalato de calcio, 46 (5,9%) de uratos, 20 (2,5%) de cistina, 12 (1,5%) casos cálculos mixtos, 4 (0,5%) de sílica y 1 (0,1%) caso de fosfato de calcio (Figura 7).

Con respecto a la relación entre sexo y tipo de cálculo, de las 390 (100%) hembras en 294 (75,3%) presentaron urolitos de estruvita, 79 (20,2%) de oxalato de calcio, 9 (2,31%) de uratos, 7 (1,79) presentaron urolitos mixtos y 1 (0,2%) único caso de urolito de cistina; de los 389 (100%) machos 212 (54,5%) presentaron urolitos de oxalato de calcio, 111 (28,5%) de estruvita, 37 (9,51%) de uratos, 19 (4,88%) de cistina, 5 (1,29%) urolitos mixtos, 4 (1%) de sílica y 1 (0,26%) presentó urolito de fosfato de calcio.

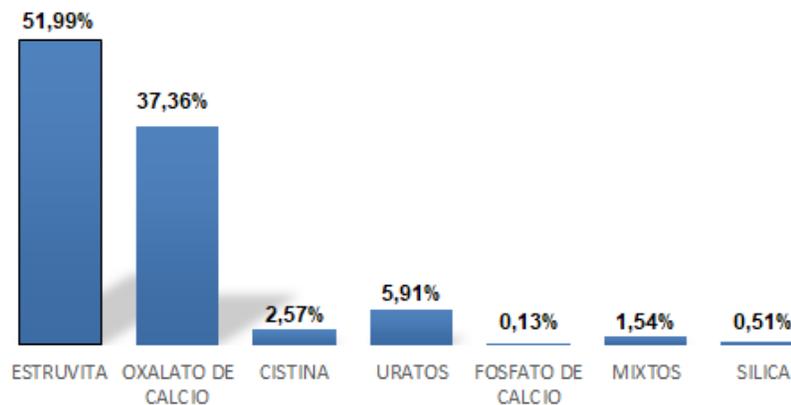


Figura 7. Representación gráfica de la relación especie canina y tipo de cálculo con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

De los 183 (100%) casos de urolitiasis en la especie felina 112 (61,2%) casos son de cálculos de estruvita, 68 (37,1%) casos de cálculos de oxalato de calcio y 1 (0,5%) caso cada uno de uratos, cistina y mixtos (Figura 8).

Con respecto a la relación entre sexo y tipo de cálculo, de las 90 (100%) hembras 65 (72,2%) presentaron urolitos de estruvita y 25 (27,7%) presentaron urolitos de oxalato de calcio; de los 93 (100%) machos 47 (50,5%) presentaron urolitos de estruvita, 43 (46,2%) de oxalato de calcio y 1 (1%) caso de urolitos de cistina, uratos y mixtos cada uno.

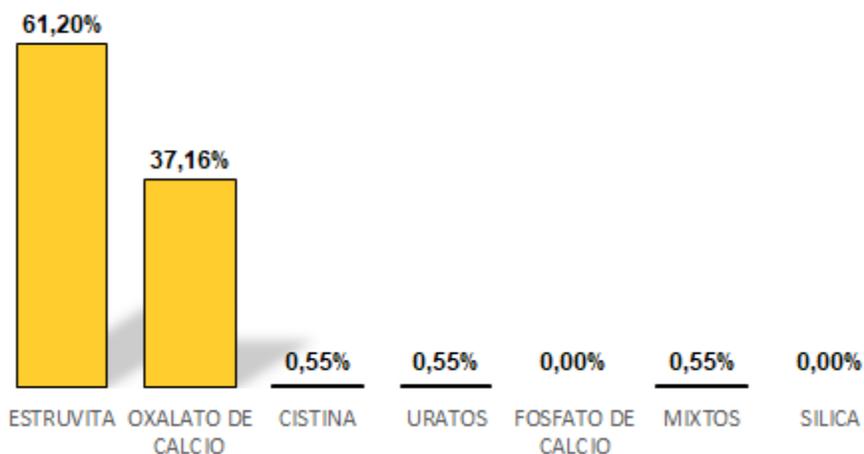


Figura 8. Representación gráfica de la relación especie felina y tipo de cálculo con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

De las 43 razas de perros las cuales son: Akita, American Bully, American Stanford, Basset Hound, Beagle, Bernes de la montaña, Bichón Maltes, Border Collie, Boxer, Bull Terrier, Bulldog Francés, Bulldog Inglés, Chihuahua, Chow Chow, Cocker Spaniel, Corgi, Criollo, Dachshund, Dálmata, Doberman, Fox Terrier, French Poodle, Golden Retriever, Husky Siberiano, Jack Ruessell, Labrador Retriever, Lhasa Apso, Maltes, Pastor Alemán, Pastor Brie, Pastor Inglés, Pekinés, Pinscher, Pitbull, Pomerania, Pug, Rottweiler, Samoyedo, Schnauzer, Shih Tzu, Terrier Australiano, West Highland Terrier y Yorkshire Terrier, 37 presentaron cálculos de estruvita, 33 oxalato de calcio, 8 cistina, 13 uratos, 1 fosfato de calcio que fue representado por la raza Shih Tzu, 9 mixtos y 4 cálculos de silica.

De las 37 razas de perros que presentaron cálculos de estruvita las que más presentaron casos fueron: Shih Tzu 63 (15,4%), Schnauzer 62 (15,2%), French Poodle 52 (12,7%), Criollo 45 (11%), Pug 33 (8%), Yorkshire Terrier 25 (6,1%), Cocker Spaniel 14 (3,4%), Labrador

Retriever 14 (3,4%), Beagle 13 (3,1%), Bulldog Inglés 10 (2,4%), Pinscher 10 (2,4%), Golden Retriever 7 (1,7%), Pomerania 6 (1,4%), Pitbull 5 (1,2%), Chihuahua 5 (1,2%) y Maltes 3 (0,7%) (Figura 9).

De las 37 razas de perros que presentaron cálculos de estruvita las que menos presentaron casos fueron: Bull Terrier, Bulldog Francés y Dachshund con 4 (0,9%) casos cada uno, Maltes 3 (0,7%) casos, American Bully, Jack russell y Rottweiler con 2 (0,4%) casos y la columna otras razas está conformada por: Bassett Hound, Bernes de la montaña, Bichon Maltes, Border Collie, Chow Chow, Dálmata, Doberman, Fox Terrier, Husky Siberiano, Lhasa Apso, Pastor Brie, Pastor Inglés, Samoyedo y West Highland Terrier con 1 (0,2%) caso cada una (Figura 10).

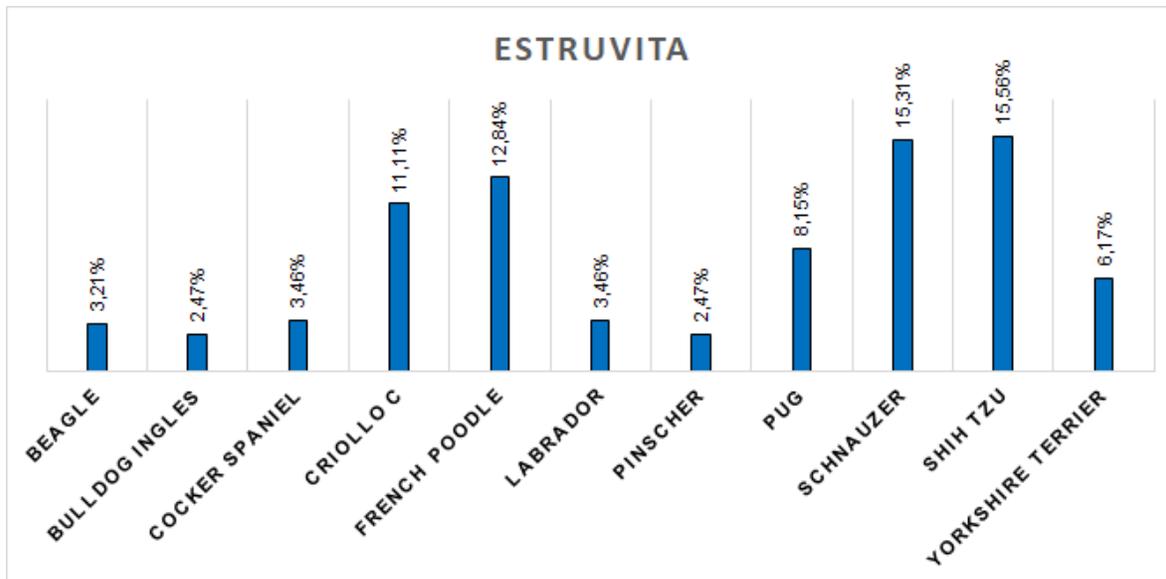


Figura 9. Representación gráfica de las razas de la especie canina que más presentaron cálculos de estruvita con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

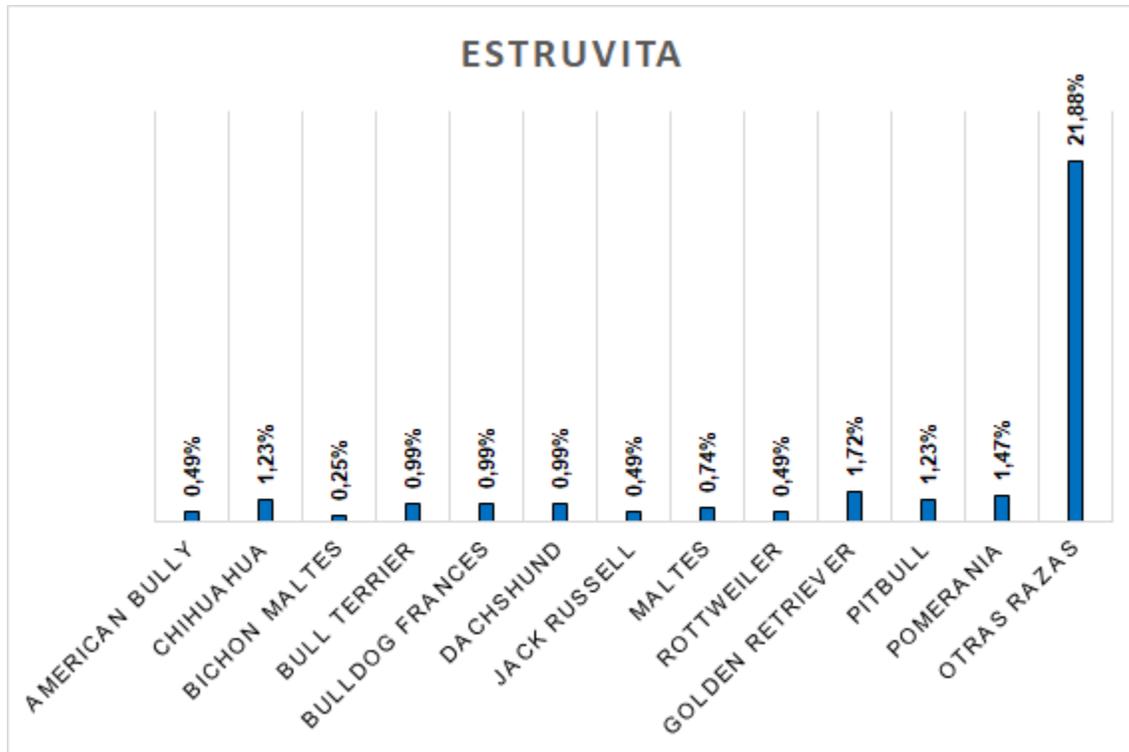


Figura 10. Representación gráfica de las razas de la especie canina que menos presentaron cálculos de estruvita con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

De las 33 razas de perros que presentaron cálculos de oxalato de calcio las que más presentaron casos fueron: Schnauzer 61 (20,6%), Shih Tzu 42 (14,2%), Yorkshire Terrier 34 (11,5%), French Poodle y Criollo cada uno con 29 (9,8%) casos, Pinscher 18 (6,1%), Pug 11 (3,7%), Beagle 9 (3%), Pomerania 8 (2,7%), Jack Russell 7 (2,3%) y Bulldog Inglés 6 (2%) (Figura 11).

De las 33 razas de perros que presentaron cálculos de oxalato de calcio las que menos presentaron casos fueron: Bichon Maltes 4 (1,3%), Fox Terrier y Dachshund cada uno con 3 (1%) casos, Bulldog Francés, Cocker Spaniel, Golden Retriever, Lhasa Apso, Pekines y West Highland Terrier con 2 (0,6%) casos cada uno y la columna otras razas está conformada por:

Akita, American Stanford, Basset Hound, Boxer, Chow Chow, Chihuahua, Corgi, Dálmata, Doberman, Labrador Retriever, Samoyedo y Terrier Australiano cada uno con 1 (0,2%) caso (Figura 12).

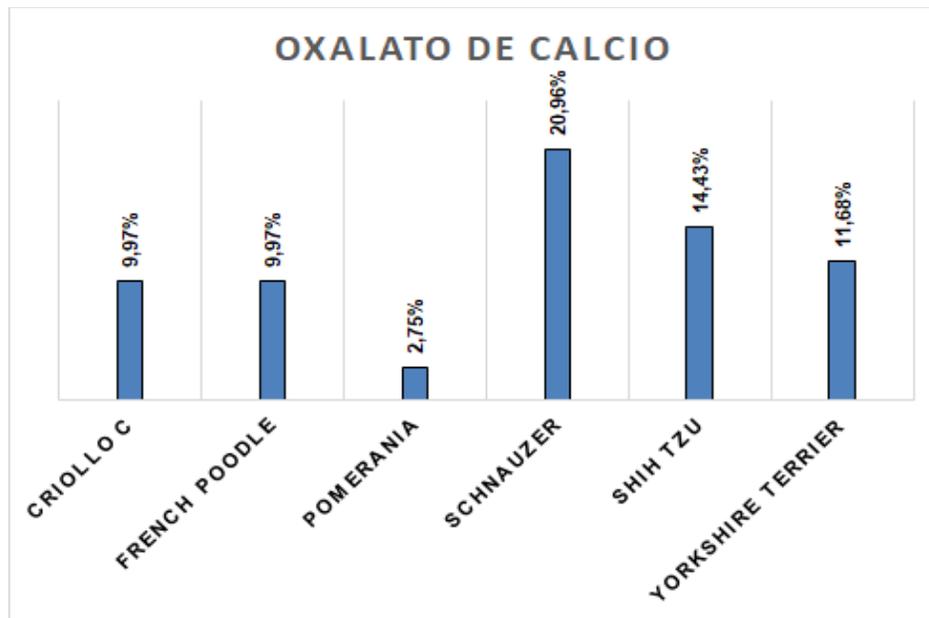


Figura 11. Representación gráfica de las razas de la especie canina que más presentaron cálculos de oxalato de calcio con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

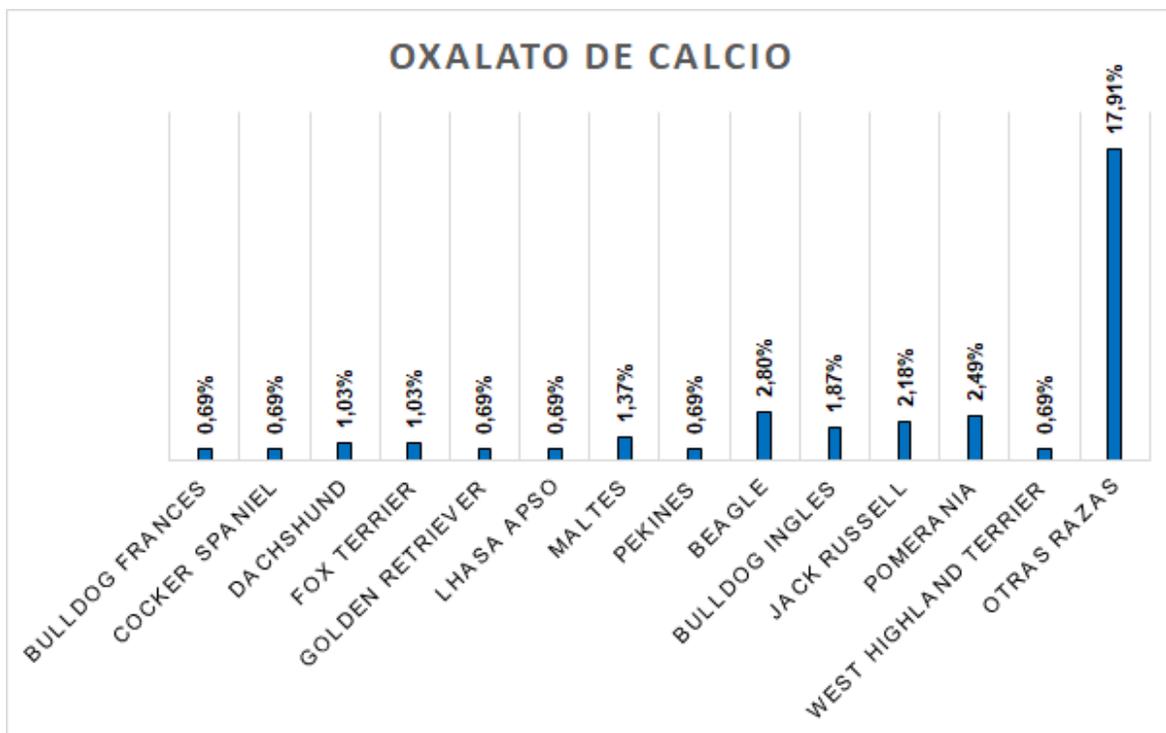


Figura 12. Representación gráfica de las razas de la especie canina que menos presentaron cálculos de oxalato de calcio con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

Las 8 razas de perros que presentaron cálculos de cistina fueron: Bulldog Inglés 9 (45%), Criollo 3 (15%), Basset Hound y Bulldog Francés 2 (10%) casos cada uno, Chihuahua, Jack Russell, Pug y Shih Tzu cada uno con 1 (5%) caso (Figura 13).

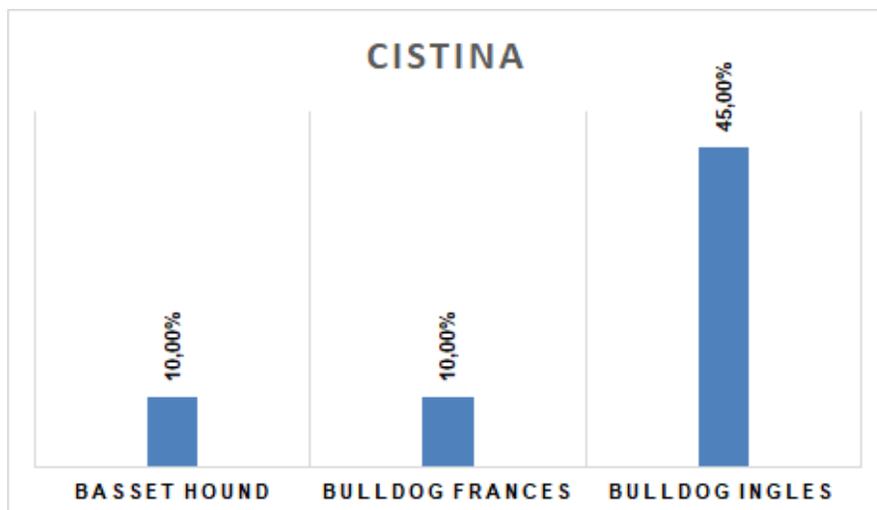


Figura 13. Representación gráfica de las razas de la especie canina que más presentaron cálculos de cistina con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

Las 13 razas de perros que presentaron cálculos de uratos fueron: Bulldog Inglés y Dálmata con 9 (19,5%) casos cada uno, Yorkshire Terrier 8 (17,3%) casos, Criollo 6 (13%) casos, Shih Tzu con 4 (8,7%) casos, Pug 3 (6,5%) casos y razas como Beagles, Bull Terrier, Fox Terrier, Labrador Retriever y Pomerania cada uno con 1 (2,1%) caso (Figura 14).

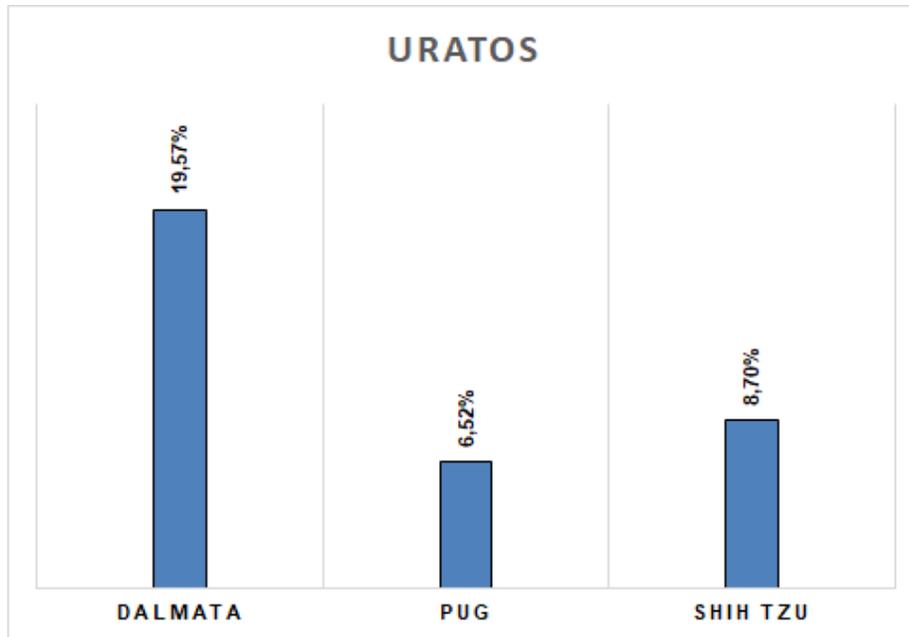


Figura 14. Representación gráfica de las razas de la especie canina que más presentaron cálculos de uratos con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

Las 10 razas de perros que presentaron cálculos mixtos fueron: Shih Tzu con 3 (25%) casos y las razas Bulldog Inglés, Bulldog Francés, Yorkshire Terrier, Criollo, Pomerania, Chihuahua, Samoyedo y Schnauzer cada uno con 1 (8,3%) caso (Figura 15).

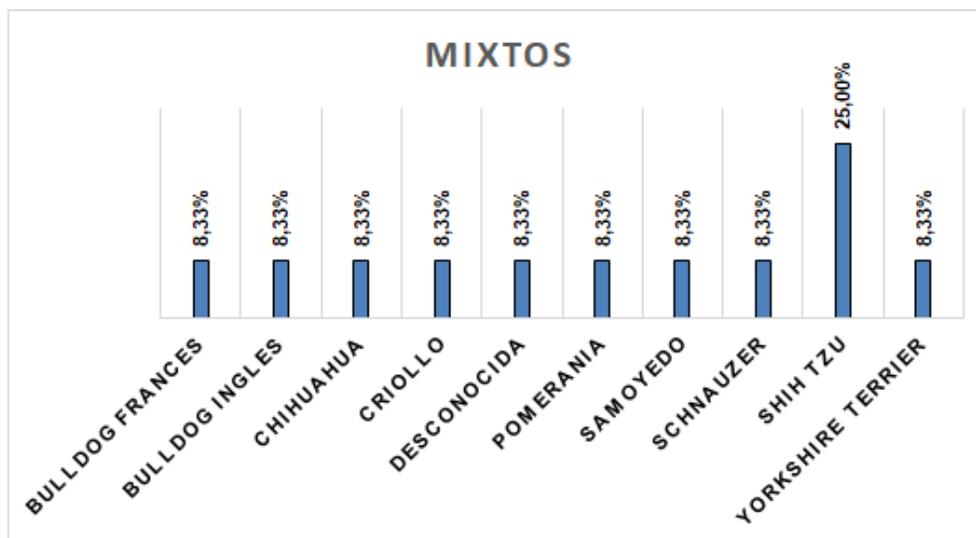


Figura 15. Representación gráfica de las razas de la especie canina que presentaron cálculos mixtos con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

Las 4 razas de perros que presentaron cálculos de sílica fueron: Cocker Spaniel, Golden Retriever, Labrador Retriever y pastor Alemán cada uno con 1 (25%) caso (Figura 16).

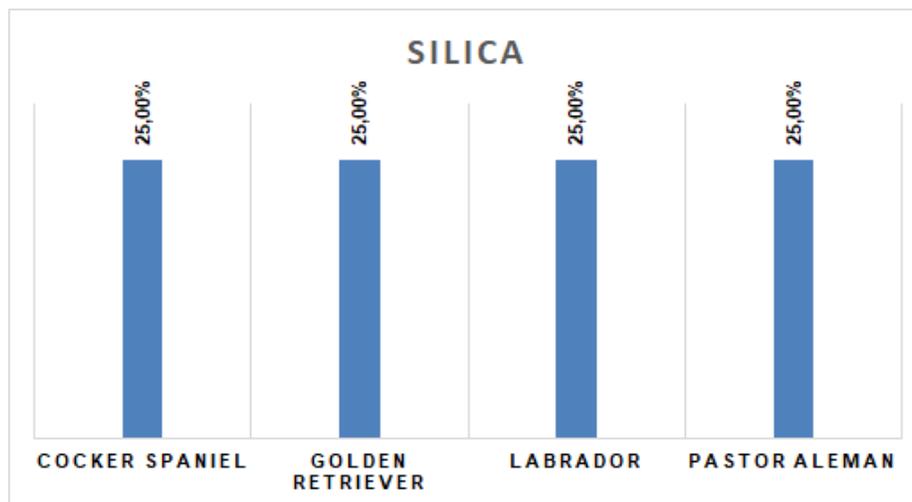


Figura 16. Representación gráfica de las razas de la especie canina que presentaron cálculos de sílica con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

De las 12 razas de gatos que son: Balines, Bosque de Noruega, Criollo, Persa, Siames, Turkish-Van, Exótico, Maine Coon, Ruso Azul, Snowshoe, Sphynx y Chartreux, 6 presentaron cálculos de estruvita, 8 oxalato de calcio, 1 de cistina que fue presentado por la raza Criolla, 1 de uratos presentado por la raza Chartreux, 0 de fosfato de calcio, 1 mixto presentado por la raza Criolla y 0 cálculos de sílica.

Las 6 razas de gatos que presentaron cálculos de estruvita fueron: Criollo 91 (81,2%) casos, Persa 12 (10,7%), Siames 4 (3,5%) casos y razas como Balines, Bosque de Noruega y Turkish-Van presentaron 1 (0,8%) caso cada uno (Figura 17).

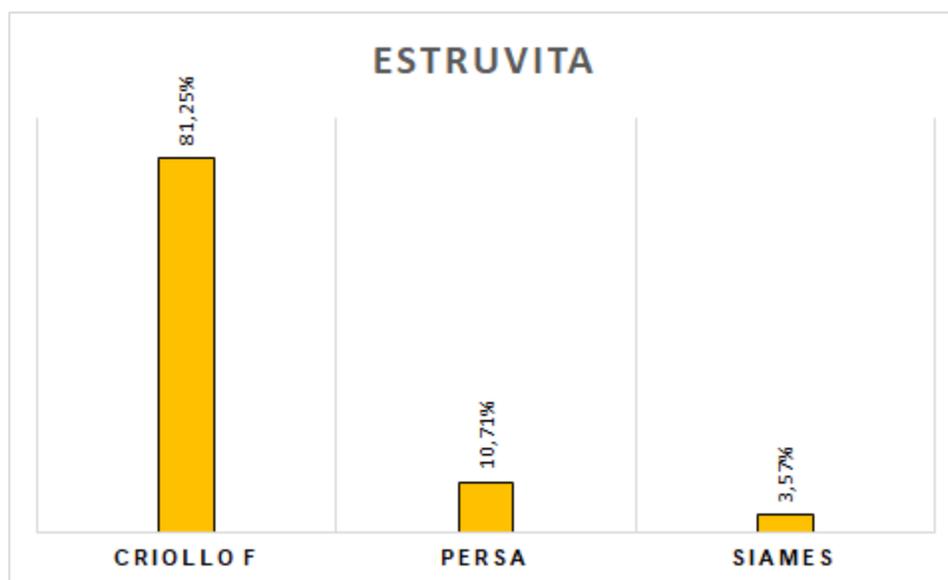


Figura 17. Representación gráfica de las razas de la especie felina que más presentaron cálculos de estruvita con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

Las 8 razas de gatos que presentaron cálculos de oxalato de calcio fueron: Criollo 91 (81,2%) casos, Persa 12 (17,6%) y razas como Siamés, Exótico, Maine Coon, Ruso Azul, Snowshoe y Sphynx presentaron 1 (1,4%) caso cada uno (Figura 18).

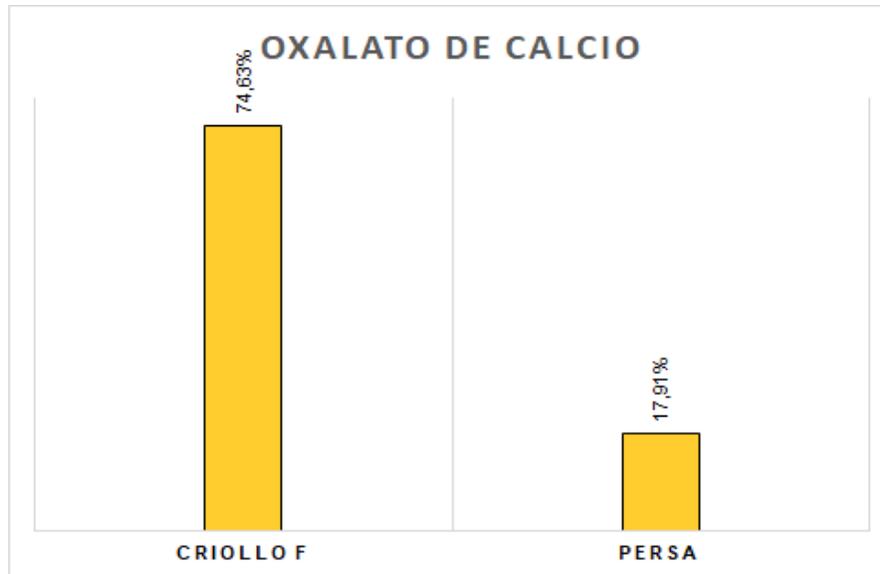


Figura 18. Representación gráfica de las razas de la especie felina que más presentaron cálculos de oxalato de calcio con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

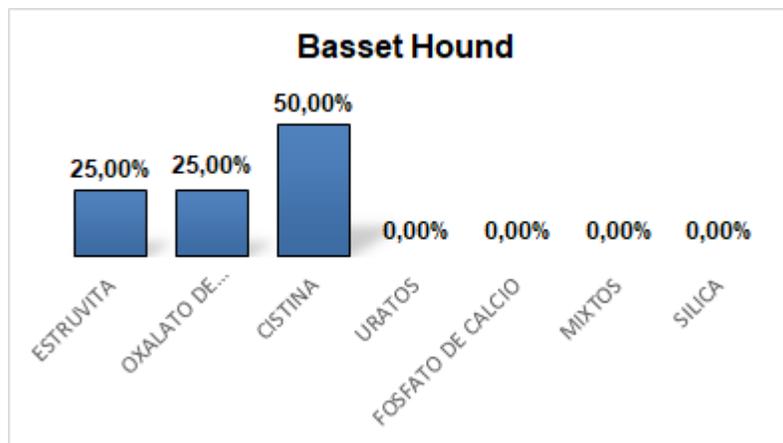


Figura 19. Representación gráfica de la raza Basset Hound con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

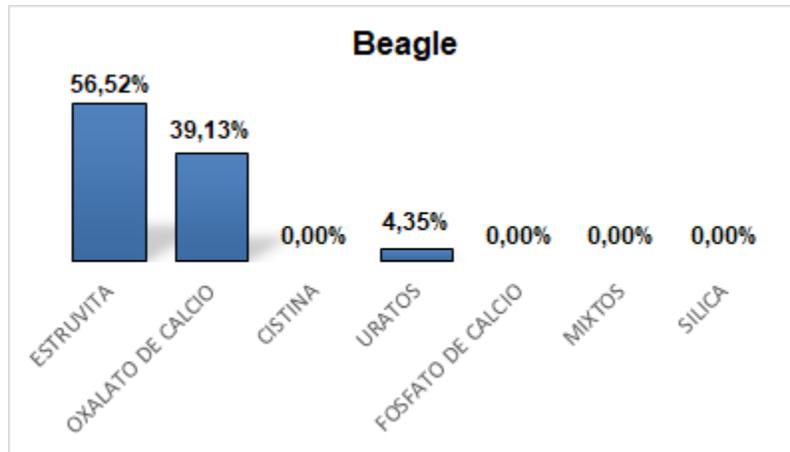


Figura 20. Representación gráfica de la raza Beagle con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

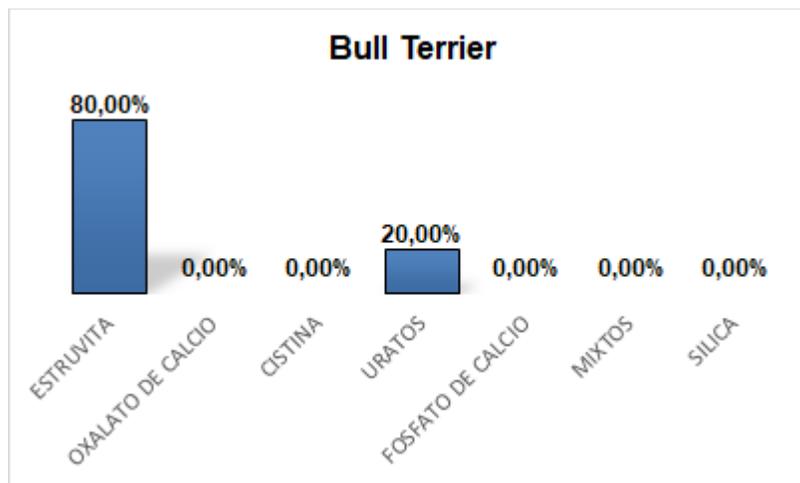


Figura 21. Representación gráfica de la raza Bull Terrier con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

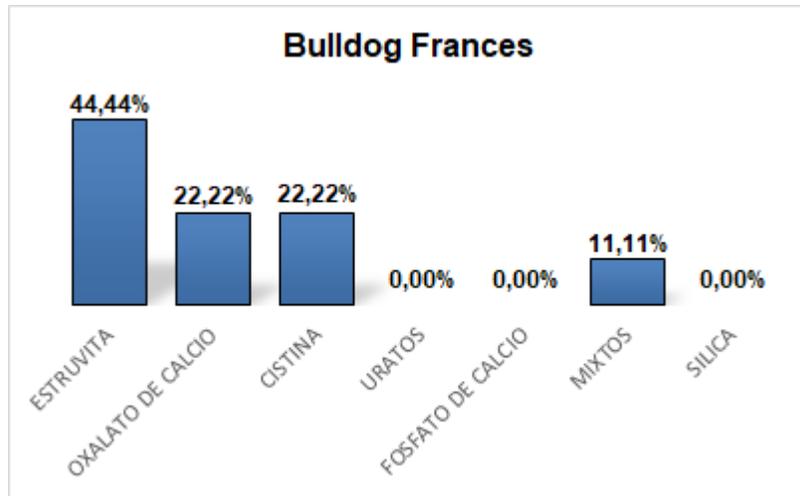


Figura 22. Representación gráfica de la raza Bulldog Francés con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

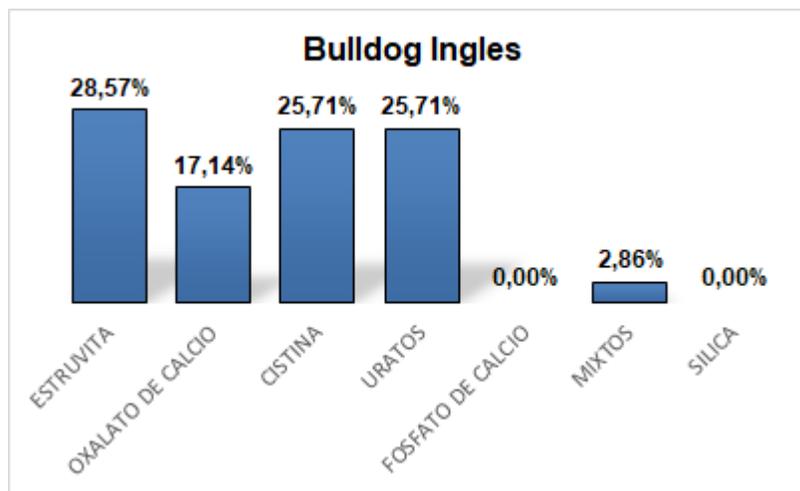


Figura 23. Representación gráfica de la raza Bulldog Inglés con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

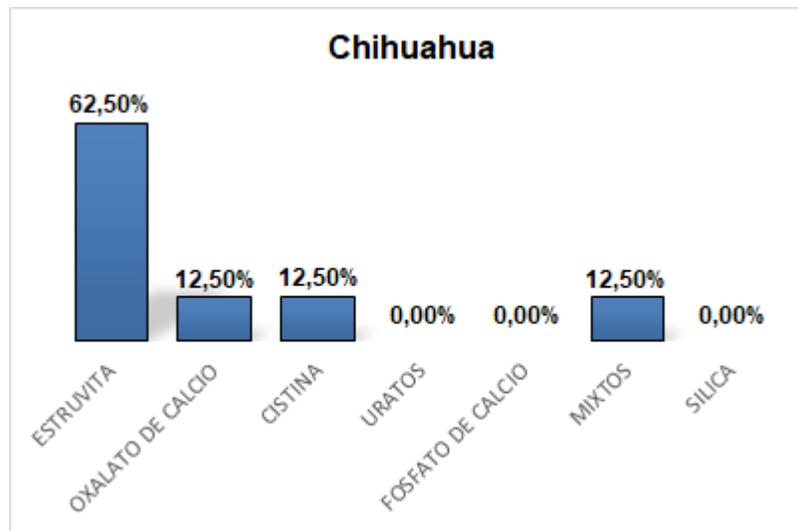


Figura 24. Representación gráfica de la raza Chihuahua con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

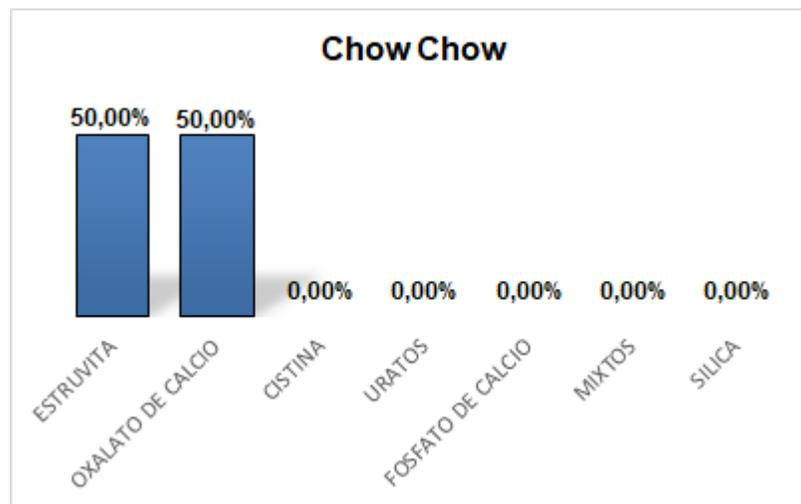


Figura 25. Representación gráfica de la raza Chow Chow con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

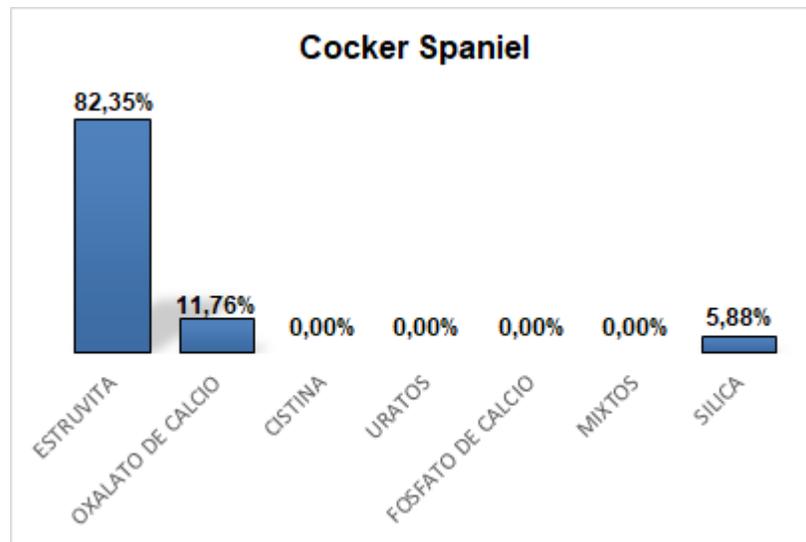


Figura 26. Representación gráfica de la raza Cocker Spaniel con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

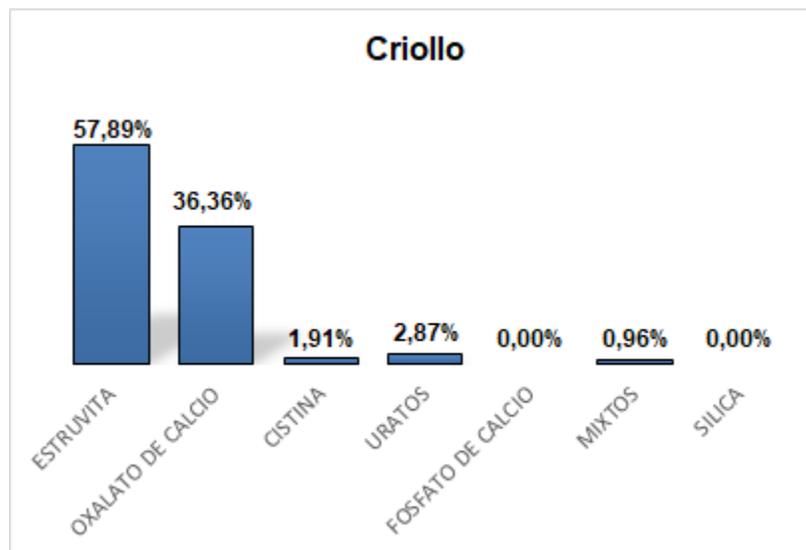


Figura 27. Representación gráfica de la raza Criolla con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

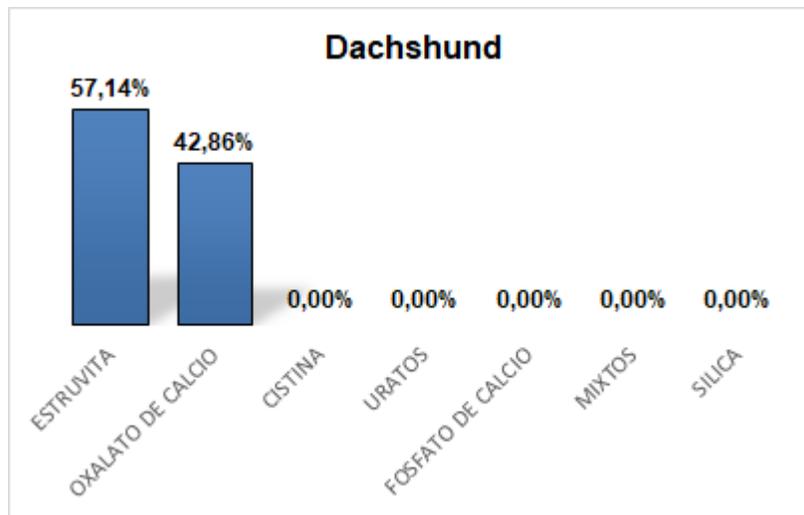


Figura 28. Representación gráfica de la raza Dachshund con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

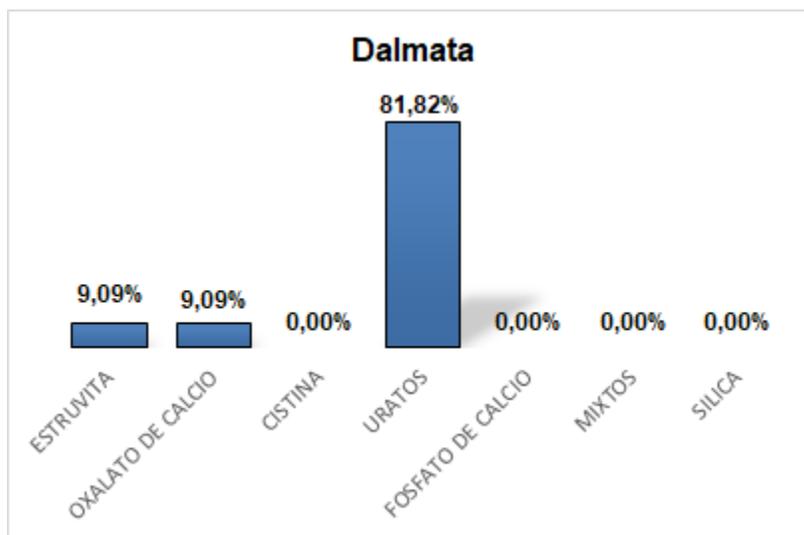


Figura 29. Representación gráfica de la raza Dálmata con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

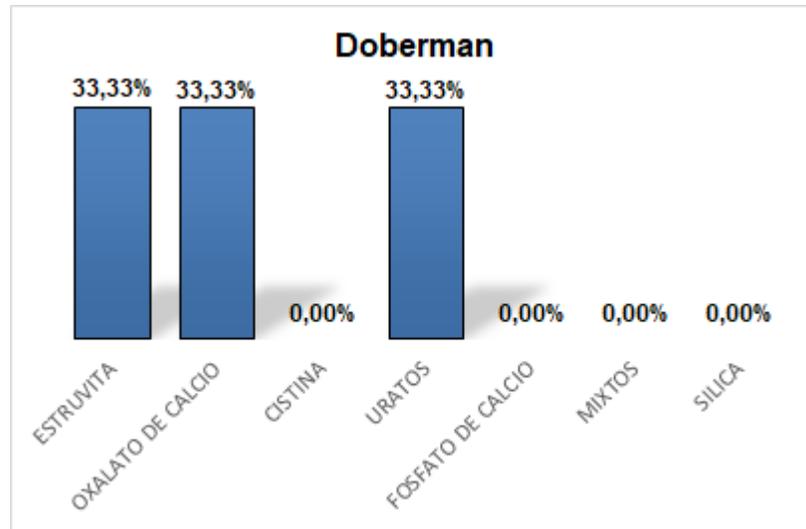


Figura 30. Representación gráfica de la raza Doberman con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

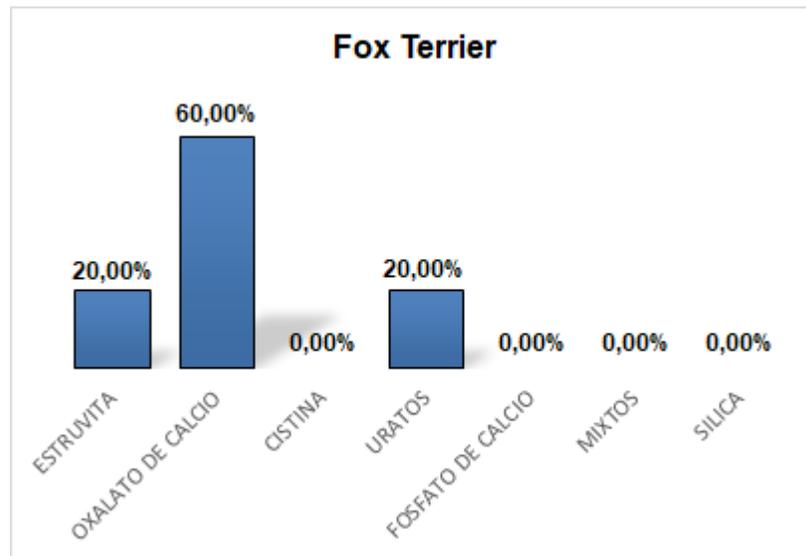


Figura 31. Representación gráfica de la raza Fox Terrier con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

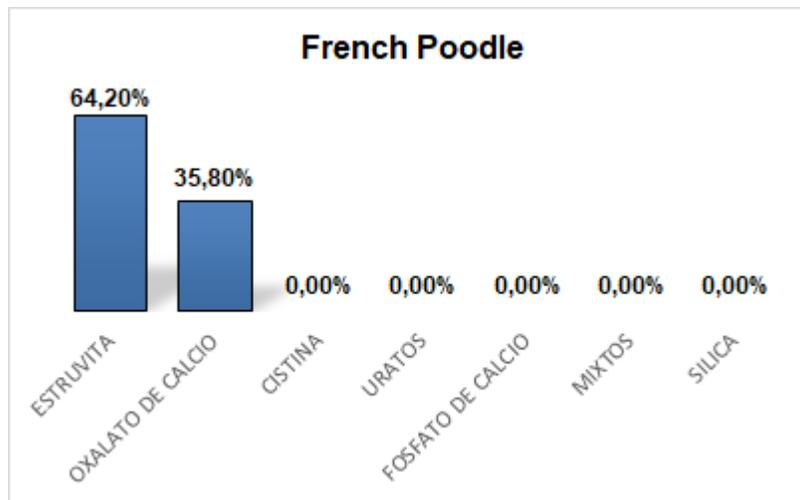


Figura 32. Representación gráfica de la raza French Poodle con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

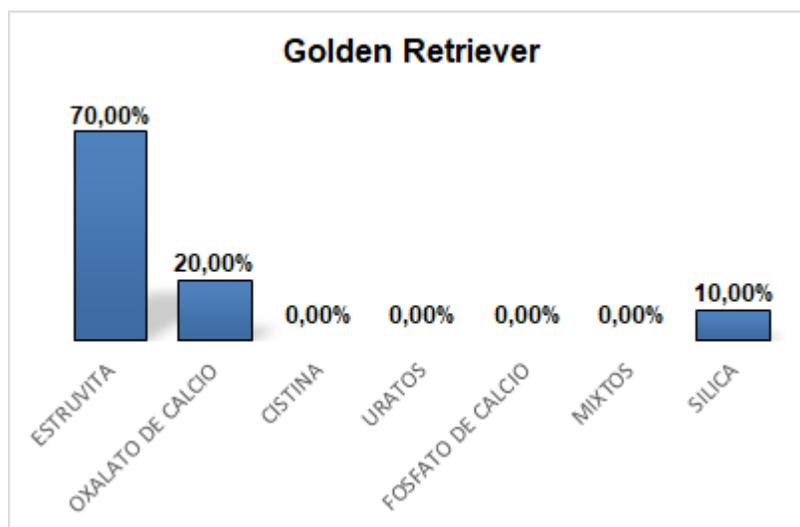


Figura 33. Representación gráfica de la raza Golden Retriever con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

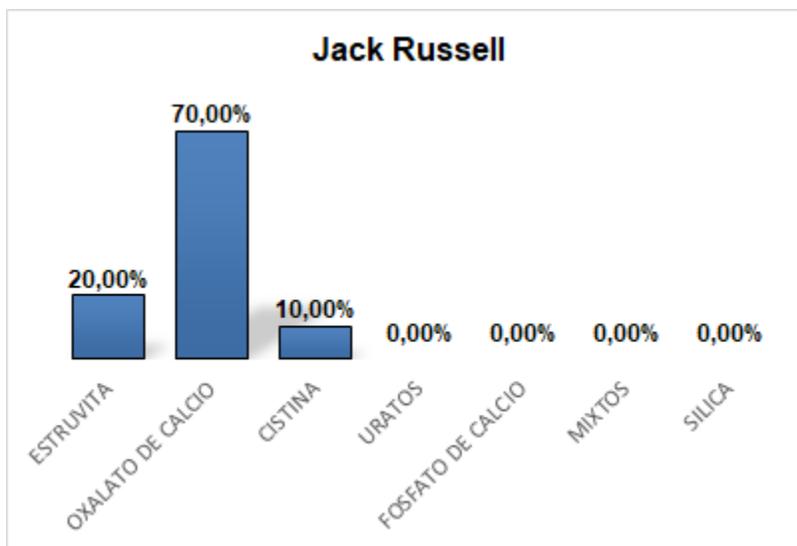


Figura 34. Representación gráfica de la raza Jack Russell con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

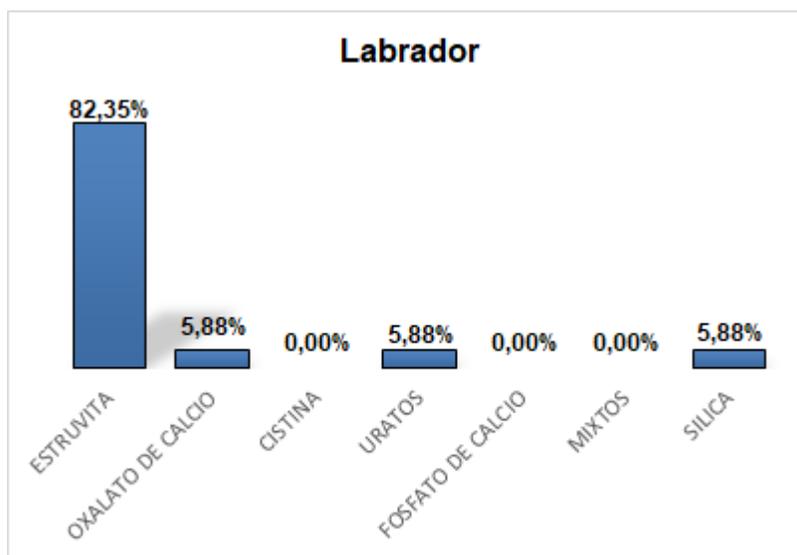


Figura 35. Representación gráfica de la raza Labrador con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

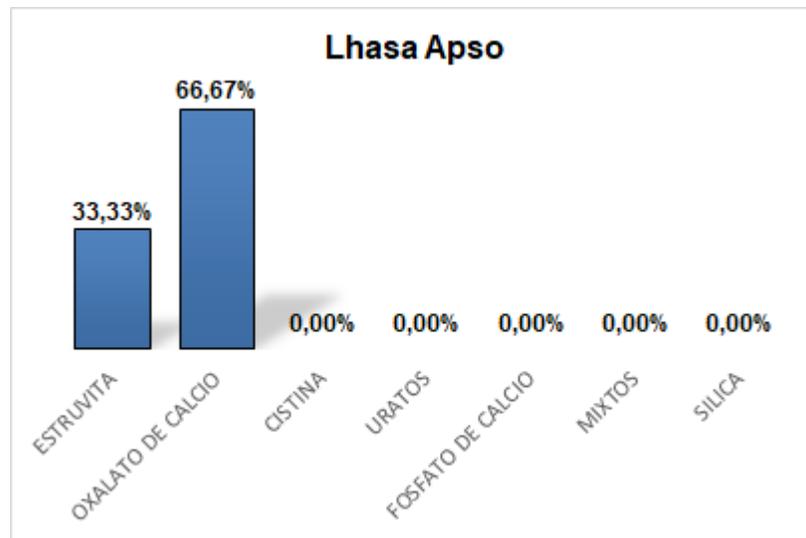


Figura 36. Representación gráfica de la raza Lhasa Apso con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

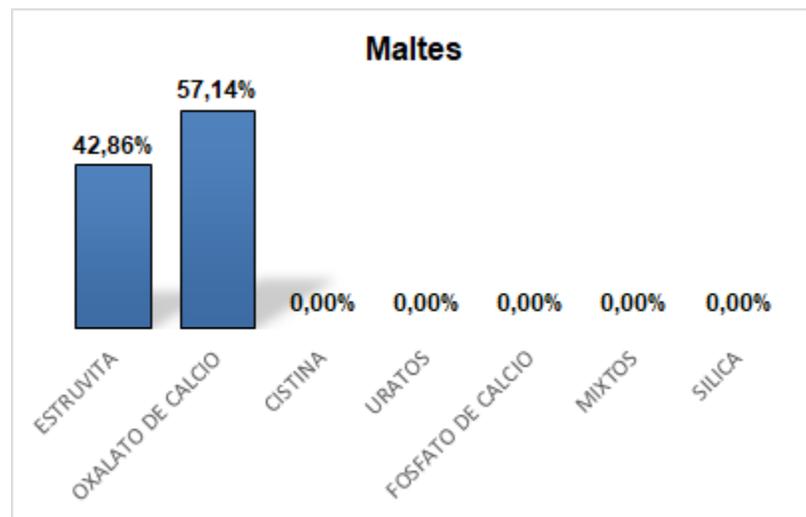


Figura 37. Representación gráfica de la raza Maltes con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

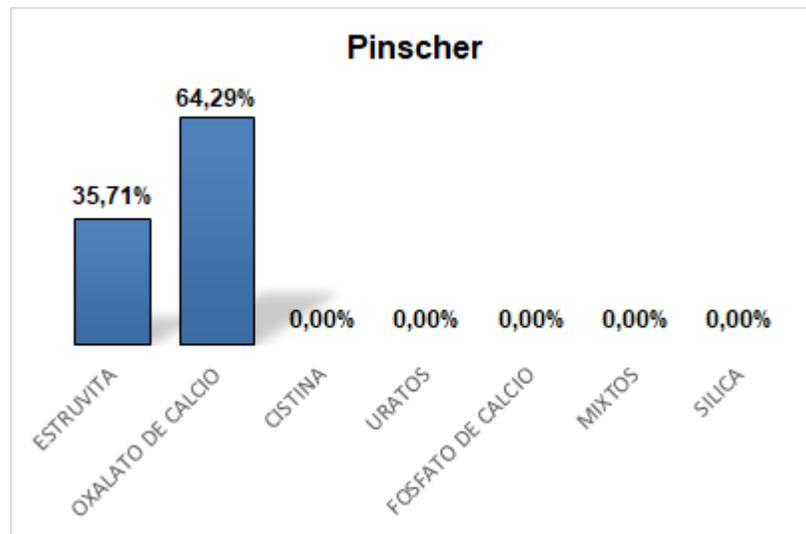


Figura 38. Representación gráfica de la raza Pinscher con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

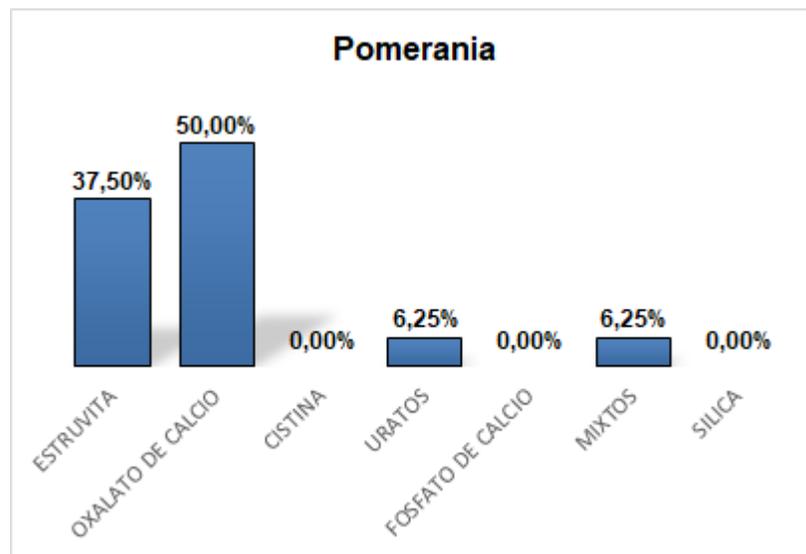


Figura 39. Representación gráfica de la raza Pomerania con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

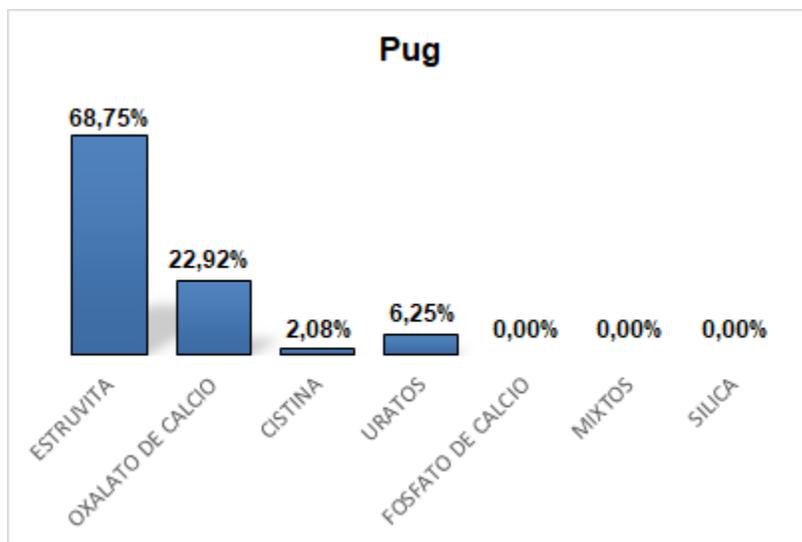


Figura 40. Representación gráfica de la raza Pug con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

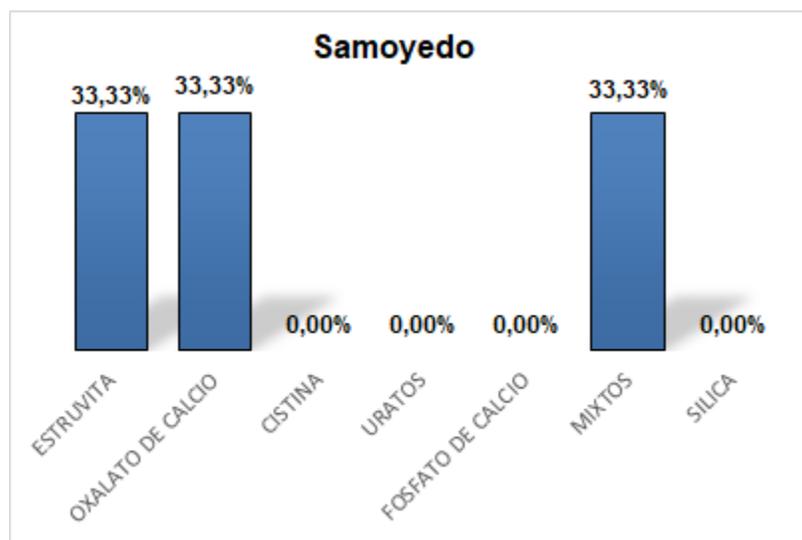


Figura 41. Representación gráfica de la raza Samoyedo con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

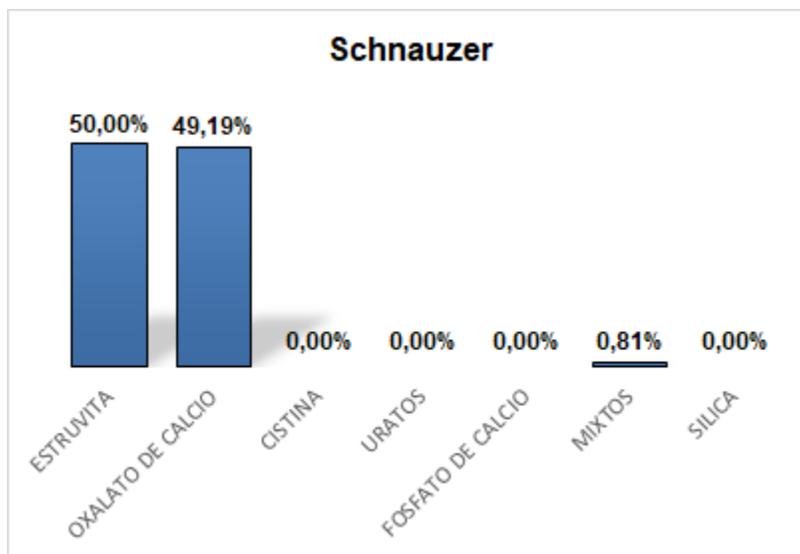


Figura 42. Representación gráfica de la raza Schnauzer con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

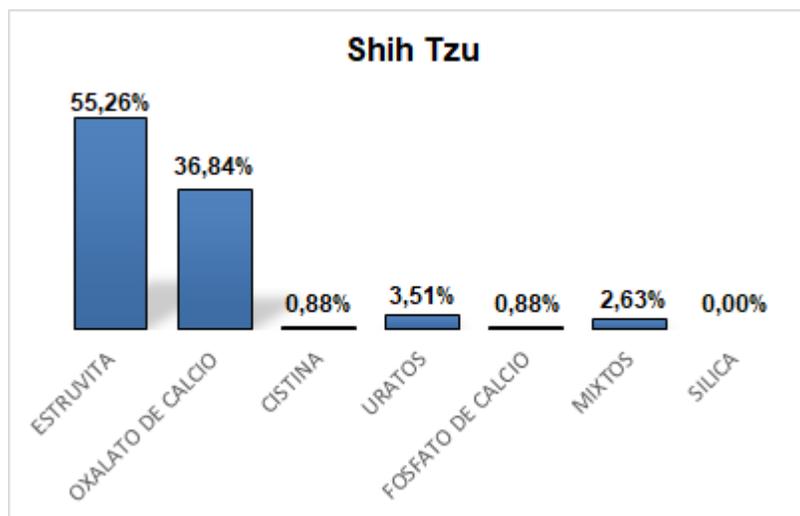


Figura 43. Representación gráfica de la raza Shih Tzu con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

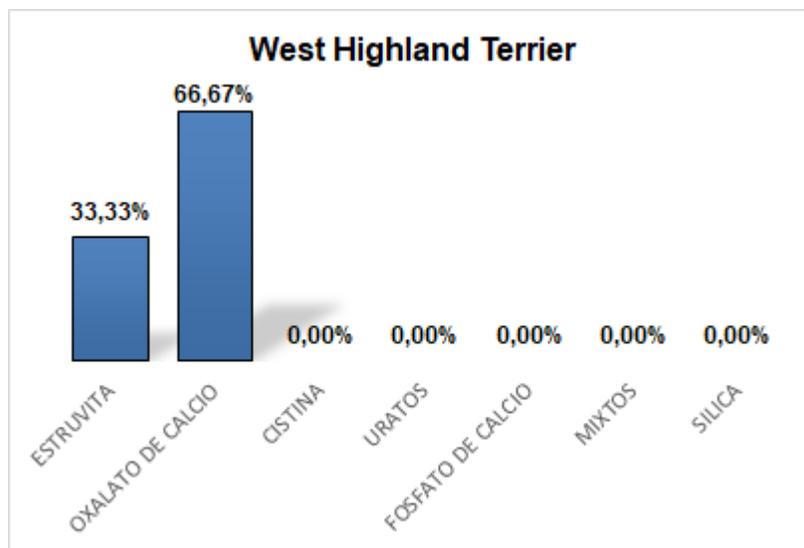


Figura 44. Representación gráfica de la raza West Highland Terrier con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

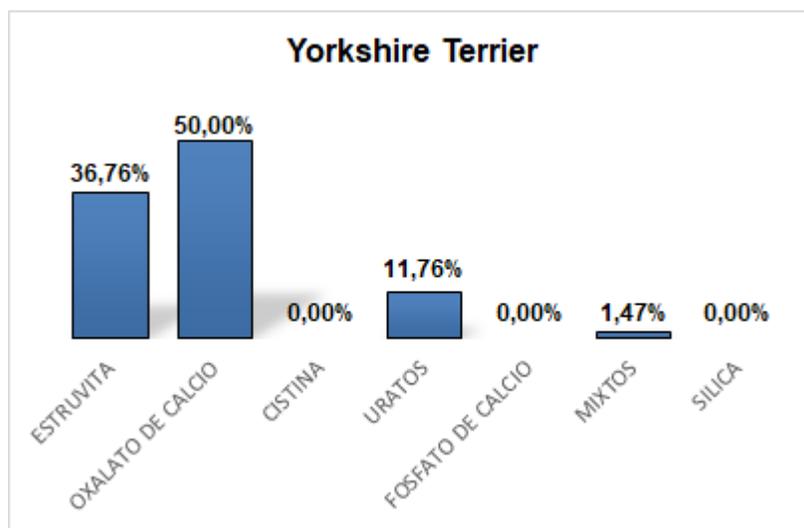


Figura 45. Representación gráfica de la raza Yorkshire Terrier con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

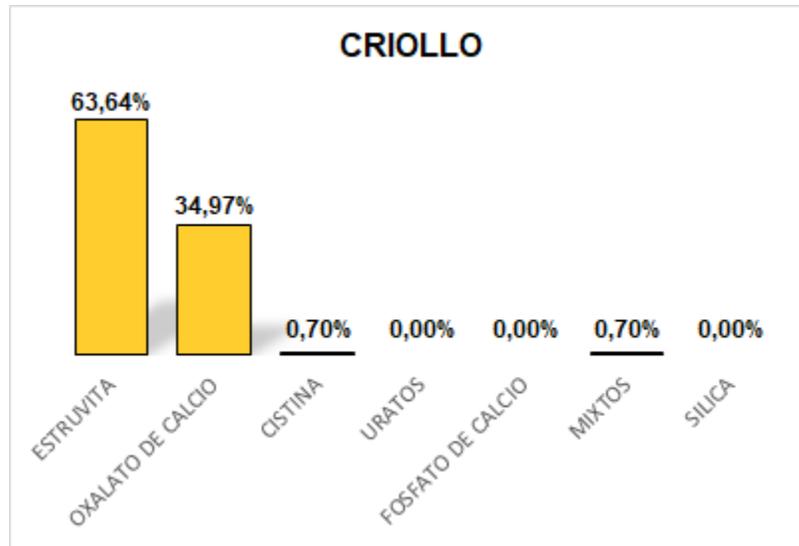


Figura 46. Representación gráfica de la raza Criollo con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

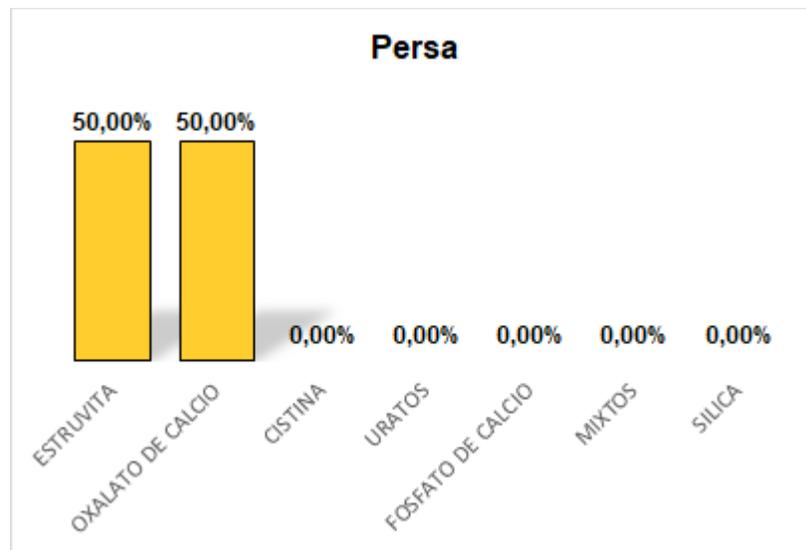


Figura 47. Representación gráfica de la raza Persa con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

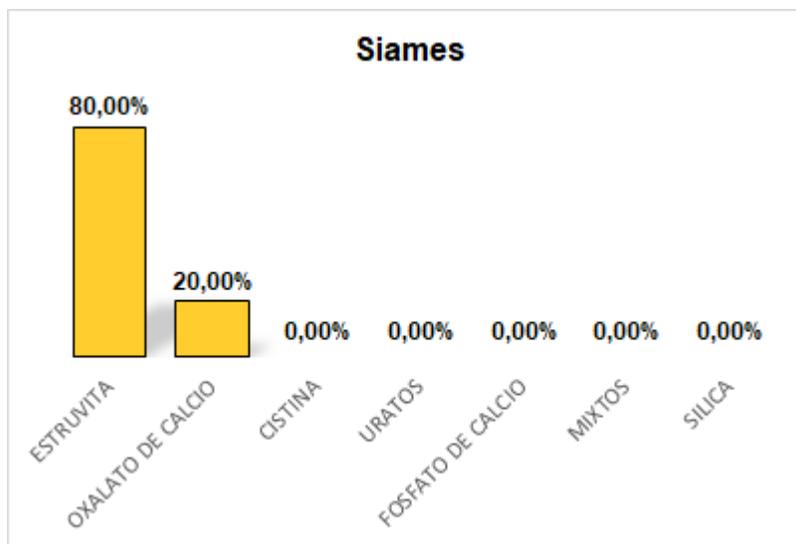


Figura 48. Representación gráfica de la raza Siames con respecto al total de urolitos analizados.

Fuente: Autores

Discusión

En este estudio se identificó que la especie con mayor frecuencia de presentación de urolitiasis fue la canina (779 casos mientras que de la felina se presentaron 183 casos), aunque la mayoría de estudios de prevalencia de la enfermedad abordan sólo una de las dos especies, nuestros resultados concuerdan con los estudios realizados en una clínica de pequeños animales en Norteamérica, entre 1980 y 1993, en donde el 0.53 % de los caninos padecieron urolitiasis (Osborne y cols.,2000). Otro estudio alemán de desórdenes felinos realizado entre 1999-2001 confirmó una prevalencia de la urolitiasis del 0.27 % en gatos (Hesse y Neiger, 2009).

Al desconocer en nuestro estudio la totalidad de la población de perros y gatos en el país, no es posible establecer el porcentaje de prevalencia.

En este estudio en ambas especies la urolitiasis más frecuente fue la de estruvita seguida de la de oxalato de calcio. Con respecto a estas frecuencias de presentación algunos estudios similares muestran valores que han ido cambiando con el tiempo. Un estudio en el centro Canadiense de Urolitos Veterinarios realizado entre los años 1998 a 2014 (Houston et al., 2017) se registró una frecuencia de presentación de cálculos de oxalato de calcio del 45% y de estruvita de 36% en caninos, lo cual difiere con el nuestro. En otro estudio realizado en España (Rodríguez, 2016) la mayor frecuencia de presentación de urolitos también fue de estruvita 42,3% y 39,6% de oxalato de calcio, de esto podríamos inferir que a pesar de que los porcentajes de Colombia y Canadá presentan variación, siguen siendo los urolitos de estruvita los que se presentan de forma más frecuente en comparación con los de oxalato de calcio en caninos. Dichas variaciones podrían relacionarse con factores de riesgo como alimentación, uso de medicamentos y/o suplementos, enfermedades metabólicas, pH urinario, estado reproductivo, factores medioambientales como el clima y/o estaciones del año, entre otros; estos son factores que deberían investigarse más a fondo en nuestro país para determinar en qué medida influyen en la presentación de urolitiasis

Especie canina

- Especie y Método De Extracción De Los Urolitos

En nuestro estudio el método más usado fue el quirúrgico con una presentación de 734 casos (94,2%), seguido por la expulsión espontánea con 28 (3,5%) y sonda urinaria con 12 (1,5%). Comparando estos datos con los reportados en la literatura,

se puede interpretar que la forma quirúrgica es la más utilizada por los médicos veterinarios para el tratamiento de la urolitiasis (M, Rodriguez. 2010), sin embargo no podemos pasar por alto que al emplear la forma quirúrgica como tratamiento principal de la enfermedad, nos olvidamos de la alta probabilidad de recurrencia que esta patología tiene y de lo indispensable que es implementar medidas preventivas para los pacientes tratados quirúrgicamente con antecedentes de urolitiasis; refiriéndonos al uso de dietas medicadas para pacientes renales, control en el consumo de agua, controles periódicos para evaluar el estado de los minerales en el organismo y cerciorarse que no haya una posible recaída del paciente, entre otros. Con este trabajo podemos corroborar que la opción quirúrgica sigue siendo la de elección terapéutica en la comunidad médica lo que nos demuestra la necesidad de implementar nuevas alternativas terapéuticas que se sugieren con el advenimiento nuevas tecnologías de manipulación de urolitos catalogados como procedimientos mínimamente invasivos, comprendiendo sus indicaciones y riesgos asociados. (J.P. Lulich, A.C. Berent, L.G. Adams, J.L. Westropp, J.W. Bartges, and C.A. Osborne. 2016).

- *Sexo y Especie*

En nuestro estudio ambos sexos obtuvieron valores similares, teniendo los machos 389 casos (49,9%) y las hembras 390 (50%), al comparar estos datos con los de México por Del Ángel et, al., 2015 encontramos que los machos presentaron un 70% de casos y las hembras el 30%, en otro reporte de Ecuador realizado por Ricaurte, A., 2018 se encontró que el 57% de los machos presentaron urolitiasis y las hembras un 43%, con respecto al análisis de estos datos podemos inferir que los machos tienen

una mayor frecuencia de presentación para esta patología; en la literatura revisada aunque no hay información explícita acerca del porqué ocurre esto, se han realizado hipótesis asociadas a la conformación anatómica urogenital del macho, de igual forma en un estudio se encontró cierta asociación con el hombre, en donde relacionan esta predisposición con datos que reportan que en los hombres hay una mayor osmolaridad urinaria, lo que podría conducir a una mayor sobresaturación de minerales (Peruca y col 2007). Sin embargo para tener total certeza de los motivos que conllevan a mayor presentación de urolitiasis en los machos, sería de gran ayuda realizar un estudio explícito de todo lo relacionado con la anatomía del macho en cuanto a la parte urinaria, y también acerca del metabolismo de minerales en relación con la osmolaridad urinaria.

- ***Sexo y Tipo De Urolito***

En nuestro estudio los tipos de urolitos más comunes en hembras fueron de estruvita con 294 casos (75,3%) y oxalato de calcio 79 casos (20,2%) y los machos presentaron de forma más frecuente, urolitos de oxalato de calcio con 212 casos (54,5%) y estruvita con 111 (28,5%). Para los urolitos menos frecuentes, las hembras no presentaron casos de urolitos de fosfato de calcio ni de silica mientras que los machos presentaron 1 (0,2%) de fosfato de calcio y 4 (1%) de silica.

En nuestro estudio se determina que las hembras poseen un mayor porcentaje de presentación para los urolitos de estruvita con respecto a los machos esto coincide con la literatura de (Rodríguez, M. sf, Sosnar et al., 2005 y Osborne et al., 2009) quienes reportan que las hembras presentan entre un 75-85% de los casos de

urolitiasis por estruvita en comparación con los machos ya que la uretra es más corta en ellas lo que predispone a las infecciones urinarias y que exista la posibilidad de que haya una mayor presencia de *Staphylococcus spp.* los cuales son productores de ureasa, lo que causa que puedan aparecer los urolitos y crecer muy deprisa; a diferencia del caso de los urolitos de oxalato de calcio en el cual varios estudios reportan que los machos presentan con más frecuencia este tipo de cálculo (Houston et al., 2004; Vrabelova et al., 2011) en donde presentaron hasta un 71% de los casos y para otro estudio un 90% (Lulich et al., 1999).

Para el caso de los urolitos de cistina, oxalato de calcio, uratos y mixtos los machos fueron representados con valores más altos en correlación con las hembras, según autores como Bartges et al., 1999; Tomé et al., 2009 coinciden en que la urolitiasis por uratos afecta a los machos entre un 80-90%; Vrabelova et al. en 2011 señalaba que los machos son los que más se diagnostican con urolitos de cistina pudiendo las hembras presentar un único caso entre 2735 muestras; Sin embargo se requiere una investigación más amplia en cuanto a la muestra estudiada y más profunda en cuanto a otros factores de riesgo asociados que no tengan relación con el sexo, sino con el estilo de vida, estado reproductivo u otras variables.

- *Sexo y Método De Extracción Del Cálculo*

Como se discutió anteriormente el método más usado para la extracción de los urolitos fue la cirugía, en este caso en las hembras se realizaron 376 procedimientos (96,4%) mientras que en los machos fue 358 (92%), en caso del sondaje los machos tuvieron la mayor presentación con 11 casos (1,5%) y las hembras 1 único caso

(1,1%), la expulsión de forma espontánea se presentó más en machos que en hembras presentaron 16 casos (4,1%) y 12 (13,3%) respectivamente 0,1%; valores similares para hembras y machos han sido encontrados en estudios en USA por Brown 1997 se hallaron valores de 54,6% para machos y 45,4% para hembras, otro estudio de USA por Franti, et al., 1999 arrojó valores de 47,9% para machos y 52,1% para hembras. Esta información la podríamos relacionar con los datos anteriores, que nos hablan de los sitios más comunes en donde se posicionan los urolitos para cada caso, siendo la vejiga en hembras y la uretra en machos, lo cual nos da un indicio de que en el caso de los machos al estar los cálculos ubicados más cerca del exterior, existe una mayor posibilidad de su expulsión de forma espontánea, por hidropulsión y por sondaje, mientras que para las hembras se tiene una mayor dificultad con estos métodos ya que la vejiga resulta ser de un acceso más complejo y se requiere la implementación de métodos más invasivos y con condiciones de higiene mucho más exigentes, como lo es el caso de la extracción quirúrgica.

- ***Raza y Método De Extracción Del Cálculo***

En la presente investigación los hallazgos más importantes nos hablan de que el método quirúrgico ha sido el más representativo especialmente en razas como el Schnauzer con 119 casos (16%), Shih Tzu 110 (15%), Criolla 80 (11%), French Poodle 74 (10%), Yorkshire Terrier con 66 (9%) y Pug con 45 casos (6%).

En cuanto a la expulsión espontánea las razas en las que más se presentó fue el French Poodle con 5 casos (18%), Shih Tzu 4 (14%) y Criollo con 3 casos (11%).

Con el método de sondaje encontramos que las únicas razas que presentaron 2 casos (17%) fueron el Schnauzer y Bulldog Inglés, mientras las razas Akita, American Bully, French Poodle, Labrador Retriever, Pincher y Pug presentaron 1 único caso (8%) cada una. Sin embargo no se encontraron reportes en la literatura consultada en donde establezcan la relación entre raza con método de extracción, por lo que se requiere mayor investigación acerca de las características anatómicas y los motivos particulares que hagan que el tipo de método sea más apto para cada una de las razas descritas.

- ***Raza y Tipo De Cálculo***

De todas las razas estudiadas en este trabajo las que más presentaron urolitos de estruvita fueron el Shih Tzu con 63 casos (15,4%) seguido del Schnauzer con 62 (15,2%), French Poodle 52 (12,7%), Criollo 45 (11%) y Pug con 33 casos (8%), mientras que las de menor presentación fueron Maltés con 3 casos (0,7%), Chihuahua y Pitbull con 5 casos (1,2%) cada uno y Pomerania 6 casos (1,4%), un estudio canadiense reportó que las razas Schnauzer miniatura, Shih Tzu, Bichón Frisé, Lhasa Apsa y Yorkshire Terrier fueron las razas que más presentaron este tipo de urolito lo cual coincide con nuestro estudio solo en las 2 primeras razas nombradas anteriormente, en otro estudio realizado por Houston, et al., las razas que más presentaron este urolito fueron San Bernardo (92%), Labrador Retriever (81%), Golden Retriever (77%), Chow Chow (69%), Scottish Terrier (69%) y Shih Tzu (46%) con respecto a este último estudio no hay mucha coincidencia puesto que la mayoría de razas que fueron reportadas son de talla grande mientras que las de nuestro estudio son talla pequeña a mediana.

Las razas que más tuvieron cálculos de oxalato de calcio fueron Schnauzer con 61 casos (20%) seguido del Shih Tzu con 42 casos (14,2%), Yorkshire Terrier con 34 (11,5%), las razas Criollo y French Poodle presentaron 29 casos (9,8%) cada uno y Pincher con 18 casos (6,1%), mientras que las razas menos representativas fueron el Maltes con 4 casos (1,3%), Bulldog Inglés con 6 (2%) y Pomerania con 8 casos (2,7%), autores como Houston et al., 2004 y Vrabelova et al., 2011 citaron a las razas Schnauzer miniatura y Yorkshire Terrier como las más representativas lo cuál coincide con nuestro estudio, igualmente en España (Rodríguez, 2016) la raza Yorkshire Terrier tuvo una frecuencia muy elevada 50,33%, seguido del Schnauzer mediano con 18,95% y el Bichón Maltés con 5,88% el cual no es nombrado en nuestro trabajo y en un estudio realizado por Houston et al. donde estudiaron 75.674 urolitos se reportó al Fox Terrier de pelo duro (81%), Fox Terrier (79%), Pomerania (72%), Schnauzer y Cairn Terrier (71%) en este estudio no hubo similitud.

En cuanto a lo urolitos de cistina fue el Bulldog Inglés fue el más representativo con 9 casos (45%) le sigue la raza Criolla con 3 (15%), Basset Hound y Bulldog Francés con 2 casos (10%) cada uno y las que menos presentaron este tipo de urolito fueron Chihuahua, Jack Russell, Pug y Shih Tzu que presentaron 1 caso (5%) cada uno, al revisar los datos de España (Rodríguez 2016) encontramos una similitud en la que la raza Bulldog Inglés es la más representativa en este tipo de urolito presentando un 30,43%, en este estudio el Bulldog Francés tuvo el segundo lugar con 13,04%, también nombran a los Chihuahuas con 8,70% siendo una presentación más alta que la nuestra.

En base a lo anterior, y teniendo en cuenta que la mayor frecuencia de presentación para los urolitos de cistina en nuestro estudio fue para el Bulldog Inglés; según la literatura consultada la cistinuria está genéticamente determinada por un defecto renal que conduce a la reducción de la reabsorción tubular renal de cistina [Hesse y Neiger, 2009]. Esta anomalía probablemente proceda de una herencia autosómica recesiva y es particularmente prevalente en determinadas razas [Casal y cols., 1995]. En Norte América, los urolitos de cistina son especialmente comunes en el Bulldog Inglés (17-20 %) y el Terranova (5-9 %) [Houston y cols., 2004; Osborne y cols., 2000].

La única raza que presentó urolitos de fosfato de calcio fue el Shih Tzu con un único caso. En el caso de los urolitos de uratos las dos razas más representativas fueron Bulldog Inglés y Dálmata con 9 casos (19,5%) cada uno seguidas por las razas Yorkshire Terrier y Criolla con un 8 (17,3%) y 6 casos (13%) respectivamente y razas como Beagle, Bull Terrier, Doberman, Pomerania, Fox terrier y Labrador solo presentaron 1 caso (2,1%), comparando con los datos de España (Rodríguez 2016) La raza Dálmata con 43,3% coincide con ser una de las razas con mayor presentación para este tipo de cálculo seguido por Yorkshire Terrier con una presentación mayor que en nuestro caso 1,6% mientras que el Bulldog Inglés presentó 13,3% quedando en el tercer puesto, la raza Criolla que tuvo la misma frecuencia que el Bulldog Inglés.

La raza más común en cuanto a presentación de urolitiasis por uratos sigue siendo la Dálmata y se ha asociado principalmente con una mutación genética que genera hiperuricosuria que se trata de un aumento prolongado en la secreción de calcio y ácido úrico. Si bien el foco de esta mutación ha estado en los dálmatas, se ha

identificado en algunas otras razas como los schnauzer gigantes y los terriers Jack Russell.(Houston, et al., 2017).

De los urolitos mixtos la raza que más presentó este tipo de cálculo fue el Shih Tzu con 3 casos (25%) mientras razas como el Criollo, Bulldog Francés, Bulldog Inglés, Pomerania, Samoyedo, Chihuahua, Schnauzer y Yorkshire Terrier presentaron 1 caso (8%) cada una.

Las únicas razas que presentaron urolitos de silica fueron Cocker Spaniel, Golden Retriever, Labrador Retriever y Pastor Alemán con 1 caso (25%) cada una.

De la información consignada se deduce que los porcentajes de presentación en cuanto a los diversos tipos de urolitos no han llegado a tener alta variabilidad en el tiempo y en territorios determinados donde se han llevado a cabo los estudios; además en la literatura consultada, la mayoría de reportes en los que asocian las razas con el tipo de cálculo, se habla de razas muy particulares, como los dálmata, debido a que en ellos a diferencia de otras razas, esta comprobado y sustentado de forma muy explícita la predisposición de la raza a la enfermedad; por lo tanto para evaluar las razones de asociación de la raza con el urolito en los otros grupos de animales se deben realizar trabajos investigativos específicos para cada una de las razas.

Especie felina

- Especie y Sexo:

Para este factor los datos arrojados fueron de 93 casos (50,8%) en machos y para hembras 90 casos (49,1%), comparando con los datos de Ecuador (Escobar 2017) se

indica que los felinos machos presentaron urolitiasis en un 68% de los casos y las hembras un 32%; en Albania (Hoxha et al., 2017) 50% machos y 50% hembras; con estos datos podemos deducir que se guarda una relación similar entre los casos para ambos sexos en Albania con respecto a Colombia, ya que en los estudios de Ecuador la variación entre ambos sexos presenta valores con mayor diferencia; esto podría deberse a factores ajenos al sexo asociados a tipos de alimentación en dicho país, factores medio ambientales relacionados con el consumo de agua, entre otros.

- ***Especie y Método De Extracción***

Al igual que en la especie canina el método más utilizado fue el quirúrgico con un total de 176 casos (96,1%) seguido del sondaje con 4 (2,1%) y 1 (0,5%) único caso por expulsión espontánea. Los datos anteriores nos dan un indicio de que al igual que en los caninos el tratamiento más electo para tratar la urolitiasis suele ser el quirúrgico, y en este caso resulta aún más aplicable debido a los pocos valores registrados en la expulsión espontánea y la hidropropulsión, lo cual se relaciona directamente con la particularidad de que el diámetro de la uretra en felinos es menor (A, Bengoa. 1995). y por ende al estar los cálculos de forma más frecuente presentes en la vejiga y al ser la uretra un conducto pequeño, la opción quirúrgica se considere la más viable, sin embargo hacemos énfasis en lo anteriormente dicho acerca de la importancia del seguimiento de un paciente operado con antecedentes de urolitiasis, ya que de nada sirve hacer la extracción de los cálculos, si luego no se tendrán en cuenta las medidas necesarias para evitar la recurrencia de la enfermedad en el paciente.

- ***Sexo y Tipo de Urolito***

En nuestro estudio se pudo observar que las hembras solo presentaron dos tipos de urolitos los cuales fueron de estruvita y oxalato de calcio con 65 casos (72,2%) y 25 (27,7%) respectivamente, y los machos presentaron más urolitos de oxalato de calcio con 212 casos, en Europa los cálculos de estruvita están distribuidos de forma uniforme en ambos sexos (Hesse et al., 2009). En los Estados Unidos, 2 centros que ofrecen análisis cuantitativo de urolitos han publicado datos secuenciales durante las últimas 3 décadas. Se ha observado una tendencia similar en el Minnesota Urolith Center (MUC) y el Laboratorio de análisis de cálculos urinarios GV Ling (Universidad de California - Davis). (Houston, DM, Vanstone, NP, Moore, AE, Weese, HE y Weese, JS. 2014). Sin embargo se requiere una investigación más amplia en cuanto a la muestra estudiada y más profunda en cuanto a otros factores que no tengan relación con el sexo, sino con el estilo de vida y/o alimentación, u otras variables debido a que en la literatura revisada los datos analizados presentan gran similitud entre machos y hembras.

- ***Sexo y Método De Extracción De Los Urolitos***

Como se ha comentado anteriormente el método más usado para la extracción de los urolitos fue el quirúrgico en este caso en las hembras se realizaron 89 procedimientos (98,8%) mientras que en los machos fue 87 (93,5%), en caso del sondaje los machos fueron los únicos a los que se les realizó este procedimiento con 4 casos (4,3%), la expulsión de forma espontánea se presentó sólo en machos con 1 (1%) único caso. Según estos datos y como lo mencionamos anteriormente este factor está relacionado con las variaciones en el diámetro de la uretra de los felinos con respecto a los

caninos, ya que al ser de menor diámetro dificulta que la expulsión voluntaria o métodos como la hidropulsión sean efectivos, por lo tanto al estar la mayoría de cálculos a nivel de la vejiga, el método quirúrgico resulta ser el más viable para la resolución de cálculos en felinos.

Raza y Método De Extracción Del Cálculo

En esta investigación el método quirúrgico ha sido el más representativo especialmente en razas como el Criollo con 132 casos (75%) seguido del Persa con 24 casos (14%) y Siames 4 (2%).

Con el método de sondaje encontramos que la única raza que presentó 3 casos (50%) fueron el Criollo y Siames presentaron 1 único caso (25%) cada una. Por último mediante la urohidropulsión la raza Criolla fue la única representante con 2 casos (100%).

No se encontraron reportes en la literatura consultada en donde establezcan la relación entre raza con método de extracción, por lo que se requiere mayor investigación.

- *Raza y Tipo De Urolito*

De todas las razas estudiadas en este trabajo las que más presentaron urolitos de estruvita fueron la Criolla con 91 casos (81,2%) seguido del Persa con 12 (10,7%), Siames 4 (3,5%) y Europeo de pelo con 2 casos (1,7%), mientras que las de menor presentación fueron Balines, Bosque de Noruega, Europeo común y Turkish-Van con 1 caso (0,8%) cada uno, al comparar los datos de España (Rodríguez 2016) la raza persa presentó un 17,9 %, lo cual concuerda con nuestro estudio y los estudios de

Houston en 2007 y Houston et al., 2003 también reportó a la raza Persa como la de mayor presentación junto a la Himalaya y Europea y la raza Siamés se también fue la de menor presentación.

Las razas que más tuvieron cálculos de oxalato de calcio fueron la Criolla con 91 casos (81,2%) seguido del Persa con 12 (17,6%); mientras que las razas menos representativas fueron, Exótico, Maine Coon, Ruso Azul, Siamés, Snowshoe y Sphynx con 1 caso (1,4%) cada una, en Europa (Hesse et al., 2009) reportó como razas predispuestas a este tipo de cálculo a las razas Europea de pelo corto, Persa y Chartreux la cuál no fue nombrada en nuestro estudio, según estudios de USA las razas que tienen mayor riesgo de presentarlos son Brimano, Persa e Himalayas lo cual no coincide con nuestro estudio.

En base a lo anterior debemos tener en cuenta que para este estudio no podemos tener una certeza total de que las razas mencionadas son las más representativas de la enfermedad en Colombia, ya que no tenemos un valor total de la población de gatos en el país, lo cual puede generar confusión acerca de razas como por ejemplo, la Criolla, teniendo en cuenta que puede que esta tenga una mayor frecuencia de presentación para cierto tipo de cálculos, o lo que suceda es que los valores se ven influenciados por el hecho de que en Colombia hay una mayor cantidad de felinos de raza criolla que de otras razas en sí. En conclusión, se requiere un estudio de prevalencia de la urolitiasis basado en una población determinada de una única raza específica en la que se establezcan los factores concomitantes a esta y al tipo de cálculo asociado.

Conclusiones

La especie con mayor frecuencia de presentación de urolitiasis fue la canina en comparación con la felina; lo cual coincide con los estudios que fueron revisados y comparados con este. Sin embargo, al no tener claro el dato total de la población de

ambas especies en Colombia, no fue posible establecer porcentajes de prevalencia para esta enfermedad.

La frecuencia de presentación de urolitiasis tanto en hembras como en machos caninos obtuvo valores muy similares en nuestro estudio mientras que en otros reportes parece haber una mayor presentación en machos en cuanto al desarrollo de la enfermedad asociada al sexo. Es necesario que se realicen investigaciones futuras que traten de determinar al sexo como un factor de riesgo para la enfermedad en nuestro país

La urolitiasis en felinos no tuvo diferencias en frecuencia de presentación para machos y hembras y la mayoría de los estudios reportan frecuencias similares aunque en casos en donde los machos fueron más afectados por la enfermedad, se planteó que dicha diferencia pudiera estar asociada a otros factores de tipo medioambientales particulares en el país de estudio.

El tipo de urolitiasis más frecuente en caninos y felinos fue de estruvita seguida por oxalato de calcio, respecto a estos valores se evidencia una gran variación en el tiempo según los estudios revisados, sin embargo, los datos reportados en esta investigación coinciden con los estudios recientes.

Los urolitos más comunes en hembras caninas fueron los de estruvita, y en los machos caninos los de oxalato de calcio; en hembras no se reportaron urolitos de fosfato de calcio ni silica, y en cuanto a los machos estos tipos de urolitos se encontraron en valores muy bajos. Los datos reportados coinciden con los que están consignados en la literatura consultada y se concluye que este hallazgo frente a los cálculos de

estruvita está directamente asociado con la predisposición de las hembras a las infecciones urinarias debido a las particularidades anatómicas de su aparato urogenital.

En cuanto a los urolitos de cistina se reportó una frecuencia de presentación mayor para la raza Bulldog Inglés particularmente, de lo cual se concluye que dicha asociación está determinada por un defecto renal que conduce a la reducción de la reabsorción tubular renal de cistina; dicha alteración corresponde a una alteración genética de tipo recesiva prevalente en esta raza.

En cuanto a los felinos los urolitos más representativos en hembras fueron de estruvita y en machos los de oxalato de calcio, esta información coincidió con la mayoría de estudios revisados, aunque se evidencia la necesidad de establecer nuevos estudios en donde se evalúe al sexo como factor de riesgo para las diferentes tipos de urolitiasis en esta especie

En conclusión, las razas con mayor frecuencia de presentación para los cálculos de estruvita fueron la Shih Tzu y la Schnauzer, seguidas de la French Poodle y la Criolla; en comparación con la literatura se encontró coincidencia respecto a las razas mencionadas. Para nuestro estudio las razas con mayor frecuencia de presentación fueron de talla pequeña. La única raza con urolitos de calcio reportada fue la Shih Tzu; para los urolitos de uratos las razas más sobresalientes fueron el Bulldog Francés y el Dálmata, en relación a lo anterior se encontró una gran cantidad de estudios que coinciden con el hallazgo referente a la raza Dálmata y además dan información muy explícita acerca de la predisposición de estos animales a desarrollar este tipo de

urolitiasis. Para los urolitos de silica las razas Cocker Spaniel y Golden Retriever fueron las de valores más altos.

De las razas de felinos estudiadas en este trabajo las más representativas para los cálculos de estruvita fueron la Criolla y la Persa lo cual coincide con el estudio utilizado para la comparación de la información; para los cálculos de oxalato de calcio, las razas con mayor frecuencia de presentación fueron la Criolla y la persa de igual forma; mientras que la Criolla y el Exótico tuvieron porcentajes muy bajos en este tipo de urolitos. En los estudios revisados se encuentran coincidencias respecto a unas razas, mientras que en otras no. La raza Criolla fue la única que presentó cálculos de cistina; y finalmente para los cálculos de urato la única raza que obtuvo valores fue la Chartreux.

El método de extracción de urolitos más común en este informe para los caninos, fue el quirúrgico encontrándose similitud con lo reportado en los estudios revisados; a pesar de esto sería de gran ayuda la implementación de nuevas alternativas terapéuticas para la manipulación de urolitos, ya que el método quirúrgico no nos da una certeza total de que la enfermedad fue erradicada por completo en el paciente.

El método de extracción más utilizado en este estudio para la especie felina fue el quirúrgico, al igual que en los caninos, seguido por el método de sondaje y la hidropropulsión; de lo anterior concluimos a partir de la información revisada que este método resulta muy eficaz en gatos debido a que según los reportes la expulsión espontánea se da de forma casi que nula en estos animales, lo cual se correlacionó

directamente con el diámetro de la uretra quien tiende a ser mucho más delgada en comparación con los caninos.

REFERENCIAS

Aké, M., Mendoza, C., Del Ángel, J., Pérez, A., Quijano, I., Barbosa, M. (2017). El diagnóstico integral del perro con urolitiasis. REMEVET. Año 1, N° 2. pp. 16-24.

<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/66894>

Alonso, V. y López, F. (2013). Urolitiasis en una hembra canina. Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Año 10, No 50: Especial No 1. pp. 57-61. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7067281>

Alvarenga, M., Xie, H. y Deng-Shan, S. (2018). A retrospective study of integrated veterinary treatment with chinese herbal medicine for small animal urolithiasis. American

Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine, vol. 13: Edición 1, pp. 35-44.

<https://web.a.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=19457677&AN=138334759&h=54Sgw40yNqZF02dPFtIDtmP%2bV0rj6ZWhu8P2qNtxY72Bk86cSjOjytWoBE9iUgfAL3RWxJIckqdQ%2fHIL298ig%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d19457677%26AN%3d138334759>

Appel, SL, Houston, DM, Moore, AE y Weese, JS. (2010). Feline urate urolithiasis. *la revista veterinaria canadiense*. 51 (5), pp. 493–496.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2857427/>

Baciero, G. (s.f.). Urolitiasis canina. Royal Canin, Nutrición. Av. 20. pp. 20-25.
http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/auxiliarveterinario/43/AV_43_Urolitiasis_caninas.pdf

Bermúdez, M. (2017). Urolitiasis canina. (Trabajo de grado para optar por el título de médico veterinaria, Corporación Universitaria Lasallista, Caldas-Antioquia).
<http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/2145>

Bobis Villagrà, D. (2017). Aplicación de la imagenología a la clínica del aparato urogenital canino. (Universidad de León).

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=124319>

Callens, A. y Bartges, J. (2016). Update on feline urolithiasis. August's consultations in feline internal medicine. Vol. 7, chapter 51, pp. 499-508.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323226523000517>

Canello, S., Centenaro, S. y Guidetti, G., (2017). Nutraceutical approach for struvite uroliths management in cats. Intern J Appl Res Vet Med, Vol. 15, No. 1. pp. 19-25.

https://www.researchgate.net/publication/317773462_Nutraceutical_approach_for_struvite_uroliths_management_in_cats

Carbò, L.M., Sèculi, F.J., Tarragò, A., (1981). Revista de la asociación veterinaria española de especialistas en pequeños animales. Tomo 1, No. 3. pp. 5-8.

https://ddd.uab.cat/pub/avepa/avepa_a1981t1n3.pdf

Dear, J.D., Larsen, J.A., Bannasch, M., Hulsebosch, S.E., Gagne, J.W., Johnson, E.G. y Westropp, J.L. (2019). Evaluation of a dry therapeutic urinary diet and concurrent administration of antimicrobials for struvite cystolith dissolution in dogs. BMC Veterinary Research 15, número de artículo 273. pp. 1-8.

<https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12917-019-1992-8>

Del Angel, J., Delgadillo, L., Vázquez, CA., Mendoza, CI., Pérez, AP., Ake, MA. y Quijano, IA. (2017). Abordaje diagnóstico del gato con enfermedad del tracto urinario.

REMEVET. Año 1, No. 3. pp. 16-25.

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/68466/REMEVET%202017%3b1%283%29-7-13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Del Ángel, J., Mendoza, C., Aké, M., Aguiñaga, E., y Quijano, I. (2020), El gato con urolitiasis de oxalato de calcio o estruvita. REMEVET. Año 4, No 1. pp. 5-10.
<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/105711>

Del Ángel, J., Mendoza, C. y Quijano-Hernández. (2015), Incidencia en la urolitiasis en caninos y felinos en México. Memorias Hill 's® 2014, 5to simposio Hill' s, Ciudad de México 2015. pp. 51-57.
http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/58002/5%C2%BA%20Simposio_HILL_S_2015.1-12.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Dijcker, J.C., Hagen-Plantinga, E.A., Everts, H., Queau, Y., Boiurge, V. y Hendriks, W.H. (2014). Factors contributing to the variation in feline urinary oxalate excretion rate. *Journal of animal science*, 92(3), pp. 1029–1036. <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/92/3/1029/4702204?redirectedFrom=fulltext>

Escobar, I.V. (2017). Estudio retrospectivo de urolitiasis felina en pacientes atendidos en la clínica veterinaria animalopolis. (Trabajo para la obtención del título de médico veterinario zootecnista, Universidad de Guayaquil).
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/24530>

Ettinger, S. y Feldman, C. (2007). Tratado de medicina interna veterinaria enfermedades del perro y el gato. Elsevier.

Fernández, M. E. (s.f.) Lo que hay que saber sobre la urolitiasis canina. Av24. Nutrición. Royal Canin Iberica, S.A.
http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/auxiliarveterinario/3/3_Urolitiasis_canina.pdf

Furman, E., Hooijberg, E.H., Leidinger, J., Zedinger, C., Leidinger, E. y Giger, U. (2015). Hereditary xanthinuria and urolithiasis in a domestic shorthair cat. *Comparative clinical pathology*, 24(6). pp.1325-1329.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4603442/>

Guillén R. M. (2014). Espectroscopía infrarroja aplicada al análisis de urolitos de perros y gatos en Paraguay. (Trabajo de investigación, Universidad Nacional de Asunción), *compendio de ciencias veterinarias*, 04(02). pp. 19-25

http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2226-17612014000200004

Herrera, B. (2017). Base de datos de espectros de referencia por espectroscopía infrarroja (*FT-IR*) de urolitos de silicato y mezclas con otros minerales. (Tesis para obtener título de médico veterinario zootecnista, Universidad autónoma del estado de México).
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94384/TESIS-BSHC-0217.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hesse, A., Frick, M., Orzekowsky, H., Failing, K. y Neiger, R. (2018). Canine calcium oxalate urolithiasis: Frequency of Whewellite and Weddellite stones from 1979 to

2015. *The Canadian veterinary journal*, 59 (12), pp. 1305–1310.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6237259/>

Hesse, A., Hoffmann, J., Orzekowsky, H. y Neiger, R. (2016). Canine cystine urolithiasis: A review of 1760 submissions over 35 years (1979-2013). *La revista veterinaria canadiense*, 57 (3), pp.277–281.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4751767/>

Houston, DM, Vanstone, NP, Moore, AE, Weese, HE y Weese, JS (2016). Evaluation of 21.426 feline bladder urolith submissions to the Canadian Veterinary Urolith Center (1998-2014). *La revista veterinaria canadiense*, 57 (2), pp.196–201.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4713001/>

Houston, D. M., Weese, H. E., Vanstone, N. P., Moore, A. E., y Weese, J. S. (2017). Analysis of canine urolith submissions to the Canadian Veterinary Urolith Centre, 1998-2014. *The Canadian veterinary journal*, 58(1), pp. 45–50.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28042154/>

Hoxha, Z. y Rapti, D. (2017). Urolithiasis in dogs. *Albanés J. Agric. Sci.*, Special edition, Agricultural University of Tirana, pp. 637-640. <http://ajas.inovacion.al/urolithiasis-in-dogs/>

Jacome, N. (2018). Reporte de caso de un paciente canino de raza Shih Tzu de 2 años con un cuadro de urolitiasis en en distrito metropolitano de Quito, (Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título

de médico veterinario zootecnista, Universidad de Las Américas, Quito).

<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9894>

Kamiloğlu, A. y Kılıçoğlu, D. (2017). Clinical, laboratory, radiographic, ultrasonographic diagnosis and surgical treatment of feline lower urinary tract urolithiasis: study carried out of ten cats, 12(1), Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg, pp.14-21.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Clinical%2C-Laboratory%2C-Radiographic%2C-Diagnosis-and-Kamilo%2C%29Flu-K%2C%2B11%2C%2B1%2C%2B3%27o%2C%29Flu/09096a21e95b511470508d2aa2b97b940102b>
 fbe

Kanashiro, M., Kogika, MM., Faraone, M., Seraphim, C., Zaghi, C., Assunta, V. y Batistini, VA. (2010). Urolitíase em cães: avaliação quantitativa da composição mineral de 156 urólitos, Cienc. Rural vol.40 no.1. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782010000100017&script=sci_abstract&tlng=pt

Killilea, D.W., Westropp, J.L., Shiraki, R., Mellema, M., Larsen, J., Kahn, A.J., Kapahi, P., Chi, T. y Stoller, M.L. (2015). Elemental Content of Calcium Oxalate Stones from a Canine Model of Urinary Stone Disease. PloS one, 10(6), pp. 1-14.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4466234/>

Konig, E. y Liebich, G. (2011). Anatomía de los animales domésticos. Panamericana.

Kovarikova, S., Simerdova, V., Bilek, M., Honzak, D., Palus, V. y Marsalek, P. (2020). Clinicopathological characteristics of cats with signs of feline lower urinary tract disease in the Czech Republic. *Veterinarni Medicina*, 65, pp.123–133.
https://www.agriculturejournals.cz/web/vetmed.htm?type=article&id=146_2019-VETMED

Lazcano, A. (2015). Reporte de un caso clínico de urolitiasis vesical en caninos mediante análisis y diagnóstico clínico con resolución quirúrgica. Universidad técnica de Machala (UTMACH), Ecuador. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2936>

Lew-Kojrys, S., Mikulska-Skupien, E., Snarska, A., Krystkiewicz, W. y Pomianowski, A. (2017). Evaluation of clinical sings and causes of lower urinary tracts disease in Polish cats, *Veterinarni Medicina*, 62 (07), pp.386-393.
https://www.researchgate.net/publication/318683593_Evaluation_of_clinical_sings_and_causes_of_lower_urinary_tract_disease_in_Polish_cats/citations

Mellema, M., Stoller, M., Queau, Y., Ho, S.P., Chi, T., Larsen, J.A., Passlack, N., Fascetti, A.J, Morh, C. y Westropp, J.L. (2016). Nanoparticle Tracking Analysis for the Enumeration and Characterization of Mineralo-Organic Nanoparticles in Feline Urine. *PLoS ONE* 11(12), pp. 1-12.
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0166045#references>

Moore, A. (2007), Análisis cuantitativo de los cálculos urinarios en perros y gatos. *Veterinary focus*, vol. 17, No 1, pp. 22-27.

http://www.rednacionaldeveterinarias.com.uy/articulos/nefrourologia/Analisis_de_urolitos.pdf

Okafor, C.C., Lefebvre, S.L., Pearl, 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, Elsevier, pp. 217–228.

https://www.researchgate.net/publication/262559525_Risk_factors_associated_with_calcium_oxalate_urolithiasis_in_dogs_evaluated_at_general_care_veterinary_hospitals_in_the_United_States

O’kell, A.L., Grand, D.C. y Khan, S.R. (2017). Pathogenesis of calcium oxalate urinary stone disease: species comparison of humans, dogs, and cats. *Urolithiasis* 45(4), pp. 329–336. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28361470/>

Osborne, C.A., (2011). Feline urolith epidemiology: 1981 to 2010. *DVM Newsmagazine*, pp. 50-53. <https://www.dvm360.com/view/canine-urolith-epidemiology-1981-2010>

PaBlack, N., Kohn, B., Doherr, M.G. y Zentek, J. (2018). Influence of protein concentration and quality in a canned diet on urine composition, apparent nutrient digestibility and energy supply in adult cats. *BMC Veterinary Research*, 14:225, pp. 1-12. https://www.researchgate.net/publication/326617427_Influence_of_protein_concentration_

and_quality_in_a_canned_diet_on_urine_composition_apparent_nutrient_digestibility_and
_energy_supply_in_adult_cats

Pereira, D., Kessler, AM., Trevizan, L., Toloi, J., Annibale, TH., Fernandes, JP.,
Massae, P., Alves, F., Brunetto, MA. y Cavalieri, A. (2018). Different sources of sulfur in
diets of adult cats on the urinary parameters and acid-base balance. *Ciência Rural*, 48 (10),
pp. 1-9. [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-
84782018001000601](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782018001000601)

Piyarungsri, K., Tangtrongsup, S., Thitaram, N., Lekklar, P. y Kittinuntasilp, A.
(2020). Prevalence and risk factors of feline lower urinary tract disease in Chiang Mai,
Thailand. *Scientific Reports*, 10, 196. [https://www.nature.com/articles/s41598-019-56968-
w](https://www.nature.com/articles/s41598-019-56968-w)

Ramírez, B. R. y Ruíz, C. R. (2015), Identificación de urolitiasis o cristaluria en
caninos en la ciudad de León-Nicaragua 2014-2015. (Tesis Lic. Médico Veterinario,
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León).
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/4089>

Reines, B., y Wagner, R. (2018). Resurrecting FUS: Adrenal Androgens as an
Ultimate Cause of Hematuria, Periuria, Pollakuria, Stranguria, Urolithiasis and Obstruction
in Neutered Cats. *Frontiers in veterinary science*, 5, 207, pp. 1-7.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28042154/>

Reinoso, J. A. (2018). Cistitis idiopática: Evaluación del tratamiento médico y el tratamiento quirúrgico de un paciente felino macho con FLUTD. (Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Médico Veterinario, Universidad San Francisco de Quito- USFQ). <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7941>

Ricaurte, A. (2018). Presencia de urolitiasis en perros diagnosticados mediante ecografía en la Clínica Veterinaria Dr. Pet de la ciudad de Guayaquil (Trabajo de titulación previo a la obtención del título de médica veterinaria y zootecnista, Universidad católica de Santiago de Guayaquil). <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10323>

Rodríguez, M. (2016). Aportes al conocimiento de la urolitiasis canina y felina en España (Trabajo para optar al grado de doctora veterinaria, Universidad de León). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=62771>

Sarmiento, J. (2016). Estudio retrospectivo de cistitis en pacientes felinos atendidos en la clínica veterinaria Zamora, mediante diagnóstico clínico en el período 2014 al 2016. (trabajo de titulación previo para la obtención del grado de médico veterinario zootecnista, Universidad católica de Santiago de Guayaquil). <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/6948>

Stevenson, A., y Rutgers, C. (2006) Enciclopedia de la nutrición clínica canina, cap. 9, Manejo nutricional de la urolitiasis canina, pp. 303-330. <https://vetacademy.royalcanin.es/enciclopedia-de-la-nutricion-canina/>

Syme, H.M. (2012), Stones in cats and dogs: What can be learnt from them?. Arab Journal of Urology, vol. 10, número 3, pp. 230–239.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090598X12000964>

Takahashi, F., Mochizuki, M., Yogo, T., Ishiokota, K., Yumoto, N., Sako, T., Ueda, F., Tagawa, M. y Tazaki, H. (2014). The Silicon Concentration in Cat Urine and Its Relationship with Other Elements. The Journal of veterinary medical science, 76 (4), pp. 569–572. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4064144/>

Torres-Henderson, C., Bunkers, J., Contreras, E., Cruz, E. y Lappin, M. (2017). Use of Purina Pro Plan Veterinary Diet UR Urinary St/Ox to Dissolve Struvite Cystoliths.

Topics in companion animal medicine, 32(2), pp. 49–54.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28992903/>

Vargas, L. (2019). Urolitiasis por estruvita en canino Schnauzer de 5 años de edad (Reporte de caso clínico como requisito para la finalización del trabajo académico de 10° semestre, Universidad De Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.

<https://repository.udca.edu.co/handle/11158/1448>

Whelen, J.C., Houston, D.M., White, C. y Favrin, M.G. (2011). Ova of Dioctophyme renale in a canine struvite urolith. La revista veterinaria canadiense, 52 (12),

pp. 1353-1355. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3215473/>

Zamora, M. y Osorio, V. (2015). Descripción de hallazgos clínicos y en el examen general de orina en caninos con patología del tracto urinario atendidos en la clínica veterinaria UNAM-León en el período agosto-diciembre 2014. (Tesis para optar al título de médico veterinario, Universidad nacional autónoma de Nicaragua).

<http://repositorio.cnu.edu.ni/Record/RepoUNANL4092>

Bengoa, A. (1995). Cristaluria felina. Cuantificación de glicoproteínas urinarias bajo diferentes condiciones de alimentación. (Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid Facultad de Veterinaria Departamento de Patología Animal II).

<http://webs.ucm.es/BUCM/tesis/19911996/D/2/AD2010501.pdf>

J. Scott Weesea; Joseph Blondeaub; Dawn Boothed; Luca G.(2019) International Society for Companion Animal Infectious Diseases (ISCAID) guidelines for the diagnosis and management of bacterial urinary tract infections in dogs and cats. The Veterinary Journal. Elsevier. 8-25. www.elsevier.com/locate/tvj

