









Urolitiasis de estruvita en perros: Características epidemiológicas y clínicas en México

María Alejandra Aké-Chiñas¹ ; Claudia Iveth Mendoza-López² ; Javier Del-Angel-Caraza^{1*} ;
Israel Alejandro Quijano-Hernández¹ ; Carlos Arturo Rodríguez-Alarcón³ ;
Marco Antonio Barbosa-Mireles¹ .

¹Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Hospital Veterinario para Pequeñas Especies. Toluca, México.

²Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Hospital Veterinario para Perros y Gatos. Mérida, México.

³Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Ciencias Veterinarias, Hospital Veterinario, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Correspondencia: dlangel@uaemex.mx

Recibido: Abril 2021; Aceptado: Octubre 2021; Publicado: Diciembre 2021.

RESUMEN

Objetivo. Identificar factores de riesgo demográficos y características clínicas de la urolitiasis de estruvita en perros de México. Animales. Casos clínicos de perros con urolitiasis de estruvita obtenidos de la base de datos del laboratorio de análisis de urolitos del 2012-2017. **Materiales y Métodos.** Se realizó un estudio transversal comparativo para identificar factores de riesgo demográficos mediante la comparación de casos entre dos grupos. En la descripción de las características clínicas se utilizaron datos clínicos de los casos. El análisis estadístico incluyó prueba de X^2 , razón de probabilidades (OR) e intervalo de confianza del 95%, considerando como valor significativo una $p < 0.05$. El análisis de regresión logística multivariada se utilizó para identificar asociación entre factores. **Resultados.** La frecuencia de la urolitiasis de estruvita fue del 41.2%. Las hembras tuvieron mayor probabilidad de desarrollar esta urolitiasis ($p < 0.05$; $p < 0.001$) en todos los grupos de comparación, así como los animales de talla pequeña ($p < 0.01$) con respecto a los de talla grande. Asociaciones entre un diagnóstico de urolitiasis de estruvita y las razas individuales y edad fueron identificadas. Las características clínicas encontradas fueron pH urinario ≥ 7 , densidad urinaria ≥ 1.025 , presencia de urolitos moderadamente radiopacos ≥ 30 mm y únicos en vejiga de las hembras. La recurrencia fue más frecuente entre el primer y segundo año (56.7%). **Conclusiones:** La identificación de los factores demográficos y de las características clínicas ayudará a los clínicos veterinarios a predecir la composición mineral del urolito de estruvita, y así poder considerar la disolución médica como tratamiento.

Palabras clave: Estruvita; epidemiología; urolitos; México (*Fuente: USA National Library of Medicine*).

ABSTRACT

Objective. Identify demographic risk factors and clinical characteristics of struvite urolithiasis (UEs) in a canine population from Mexico. Animals. Dog cases with struvite urolith from the urolith analysis laboratory from 2012-2017. **Materials and methods.** A comparative cross-sectional study was

Como citar (Vancouver).

Aké-Chiñas MA, Mendoza-López CI, Del-Angel-Caraza J, Quijano-Hernández IA, Rodríguez-Alarcón CA, Barbosa-Mireles MA. Urolitiasis de estruvita en perros: Características epidemiológicas y clínicas en México. Rev MVZ Córdoba. 2022; 27(1):e2338. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2338>



©El (los) autor (es) 2021. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

conducted to identify demographic risk factors in dogs with UEs by comparing cases between two groups. Description of the clinical characteristics, they will be used in clinical data of dogs with UEs. Statistical analysis included χ^2 test, odds ratio (OR) and confidence interval (95% CI). Significant values were considered with $p < 0.05$. Multivariate logistic regression analysis was used to identify association between factors. **Results.** The UEs frequency was 41.2% and female dogs were greater odds at for developing this urolithiasis ($p < 0.05$; $p < 0.001$) across all comparison groups, as well as the small-size animals ($p < 0.01$) with respect to large-sized ones. Associations between a struvite urolithiasis diagnosis and individual breeds and age were identified. The clinical characteristics found were urine pH ≥ 7 , specific gravity ≥ 1.025 , presence of moderately radiopacity uroliths ≥ 30 mm and solitary into the bladder in female. Recurrence was more frequently between the first and second year (56.7%). **Conclusions:** The identification of these demographic factors and the knowledge of clinical characteristics will allow veterinarians to predict that the urolith composition is struvite and consider medical dissolution as treatment.

Keywords: Epidemiology; struvite; uroliths; Mexico (*Source: USA National Library of Medicine*).

INTRODUCCIÓN

La urolitiasis es una enfermedad crónica y a menudo recurrente que afecta a diferentes especies animales. En perros representa aproximadamente el 18% de las enfermedades del tracto urinario caudal en hospitales de enseñanza veterinaria en los Estados Unidos y el 20% en México (1). Esta enfermedad se manifiesta por la presencia de urolitos en cualquier sitio del tracto urinario, donde diferentes factores genéticos, congénitos o adquiridos pueden estar involucrados incrementado el riesgo de precipitación de metabolitos excretados en la orina para formar los urolitos (2).

Varios estudios epidemiológicos realizados en laboratorios de referencia han descrito que los urolitos de estruvita y oxalato de calcio representan en perros más del 80% de las muestras analizadas (3,4,5). Con respecto a la urolitiasis de estruvita (UEs), en un estudio global se reportó una frecuencia del 41.9% (3); en algunos países europeos del 32.9 al 68.8% (4,6,7,8) y del 47 al 53.4% en América (9,10,11). Específicamente en México la UEs se ha descrito en determinadas ciudades como Ciudad de México y Guadalajara con el 38.1% y 44.1% respectivamente (1,12).

En perros la UEs está fisiopatológicamente asociada a la presencia de infecciones del tracto urinario por bacterias ureasa positiva y con menor frecuencia los de tipo estéril. Además, de que factores demográficos como la raza, sexo y edad pueden influir en este tipo de urolitiasis (2). Se han realizado estudios en diferentes áreas geográficas de Norteamérica (9,11,13), para identificar estos factores, pero pueden no

ser aplicables en México debido a las diferencias en la geografía, la dieta y la popularidad de la raza de cada región.

Al ser la estruvita una de las urolitiasis más frecuentes y no tener datos epidemiológicos de esta patología en México se realizó este estudio con el objetivo de identificar factores de riesgo demográficos y características clínicas en una población canina con UEs a partir de las muestras de urolitos analizadas en el Laboratorio de análisis de urolitos del Hospital Veterinario para pequeñas Especies de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México (LAU-UAEMex).

MATERIALES Y MÉTODOS

Casos de UEs: Se seleccionaron registros de perros de raza pura con UEs de la base de datos del LAU-UAEMex de enero de 2012 a diciembre de 2017, incluyendo solo los casos donde las muestras analizadas tuvieran $>70\%$ de estruvita en su análisis cuantitativo. Se seleccionaron 224 casos de perros con UEs de la base de datos.

Grupos de comparación: Se utilizaron dos grupos de comparación como controles para identificar los factores de riesgo demográficos.

Grupo hospitalario (GCH). De la base de datos del Hospital Universitario, de forma aleatoria fueron seleccionados perros de raza pura que acudieron a consulta durante el mismo periodo que los casos UEs.

Se excluyeron los animales que acudieron a consulta de medicina preventiva, con historia

o signos clínicos de enfermedad urinaria, o alimentados con dietas terapéuticas para la urolitiasis. Para aumentar la potencia del estudio, se seleccionaron cuatro animales GCH por caso (proporción 4:1). Al no tener disponible en México un censo de población canina oficial se utilizó como población de referencia controles hospitalarios para calcular las razones de probabilidades para sexo, raza y edad (14). De acuerdo con estos criterios 896 perros fueron elegidos en este grupo.

Grupo otros tipos de urolitos (GCOU). Se selecciono de la base de datos del LAU-UAMex, a perros de raza pura formadores de otros tipos de urolitos diferente a estruvita. Se excluyó en este grupo a lo perros con urolitos mixtos o compuestos que tuvieran <70% de estruvita en su composición mineral. La elección del número de perros en este grupo con respecto a los casos fue de 1.4:1. Durante es período se analizarón 612 urolitos de perros. De esta población 52 perros fueron mestizos y 22 tuvieron urolitos mixtos y/o compuestos. Estos casos fueron excluidos del GCOU final. Sin embargo, estos datos se utilizaron para calcular la frecuencia de estruvita en nuestro laboratorio durante este período. De total de 538 perros de raza pura con urolitiasis y sin presencia de urolitos mixtos y/o compuestos, se eligieron 314 perros formadores de otro tipo de urolitos.

Variables. La información se obtuvo de un formulario que acompañaba a cada caso de urolitos de perros remitidos por médicos veterinarios de México a nuestro laboratorio, siendo el 80.0% procedentes de la región centro del país y el resto de otras regiones. Datos del paciente como la raza, talla, edad, sexo, localización del urolito dentro del tracto urinario, pH urinario, densidad urinaria (DU), reporte de episodios previos de urolitiasis y tipo de dieta comercial o casera, se consideraron para este estudio. Los animales fueron clasificados en tres grupos de edad: perros de 0 a 5 años; de 6 a 10 años y >10 años. Solo se eligieron animales de raza pura. Con respecto al tamaño del perro se consideró talla pequeña que incluían todas las razas pequeñas o miniatura enumeradas por el American Kennel Club y talla grande que incluían todas las razas restantes (11). Del GCH la raza, talla, sexo y edad se obtuvieron de los registros médicos de ingreso de nuestro hospital.

El acceso de información de los pacientes se realizó con autorización de propietarios y de los clínicos veterinarios.

Análisis de los urolitos. Características físicas como forma, color, aspecto, tamaño, peso y número de urolitos por paciente fueron descritas por cada muestra recibida para su análisis. Se utilizó microscopía estereoscópica (Stemi DV4 Stereo-Microscope, Zeiss-USA) para examinar la arquitectura interna de los urolitos cuando presentaron un diámetro >5 mm y podían ser cortados por la mitad, con la finalidad de diferenciar las capas internas: núcleo, piedra, corteza, y/o cristales de superficie y poder analizar cada una de ellas (Figura 1). Para urolitos <5 mm de tamaño, se realiza un único análisis después de triturar todo el cálculo urinario hasta lograr un polvo fino. La clasificación de los urolitos fue de acuerdo con la cantidad de mineral que contienen; se consideraron puros cuando tuvieron más del 70% de un solo mineral; mixtos con menos del 70% de un solo mineral y compuestos cuando el urolito tenía capas de diferente composición mineral (1). La composición química de los urolitos se realizó mediante espectroscopía infrarroja (FT-IR Spectrum two, Perkin Elmer-USA) con un ATR de diamante. Para el análisis cuantitativo de los diferentes minerales se utilizó una librería electrónica de espectros de referencia (NICODOM IR Kidney stones 1668 spectra Nikodom, República Checa).

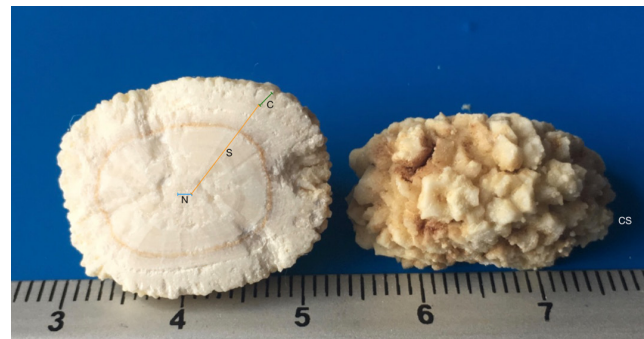


Figura 1. Capas de urolitos de estruvita. N=núcleo, S=piedra, C=corteza, CS=cristales de superficie.

Estudios radiográficos *in vitro*. Para evaluar el grado de radiopacidad de los urolitos de estruvita se realizaron imágenes radiográficas *in vitro*. La primera imagen consistió en una radiografía con urolitos de estruvita sumergidos en una solución salina dentro de una placa de Petri. En la segunda imagen se utilizó un trozo de carne fresca de cerdo con un grosor de 5 cm para simular el contraste de los tejidos blandos. Se utilizaron urolitos de estruvita de diferentes tamaños y formas (Figura 2).

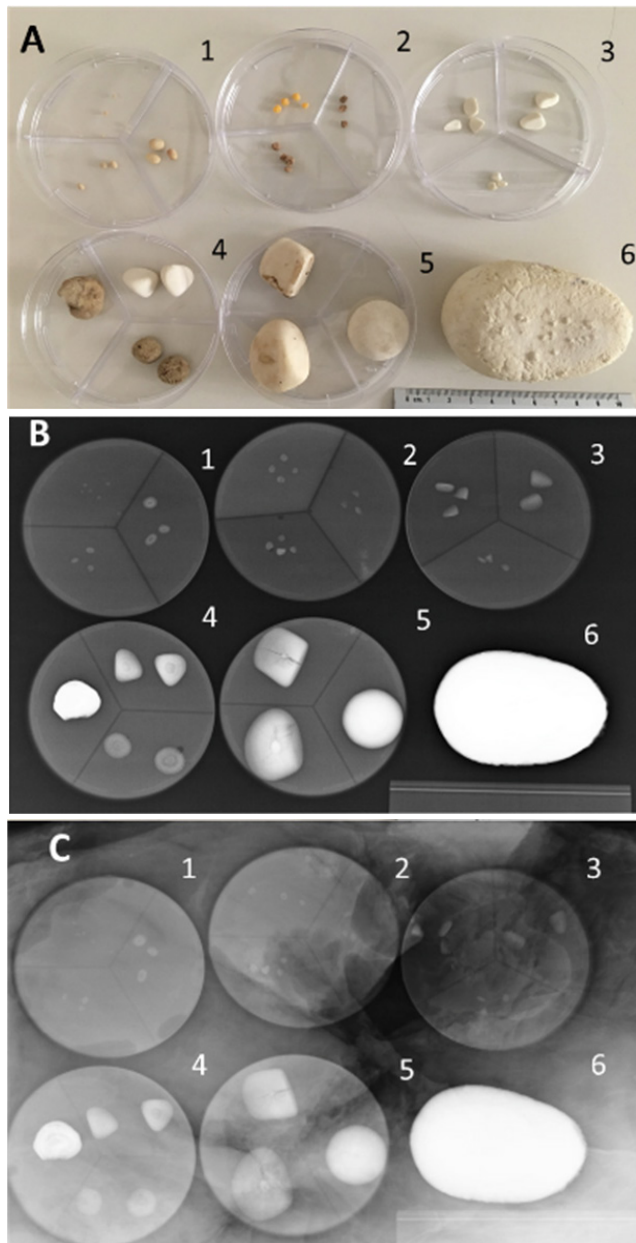


Figura 2. Diferentes tamaños y formas de urolitos de estruvita (A) y sus características radiográficas en muestras con líquido (B) y con contraste de tejido blando (C). 1- urolitos ovalados de 1-3 mm; 2- urolitos redondos de 2-4 mm; 3- urolitos piramidales de 3-5 mm; 4- urolitos de 12-22 mm; 5- urolitos de 25-35 mm y 6 - urolito ovoide único de 60 x 85 mm.

Análisis estadístico. Los datos se ingresaron en una hoja de cálculo y fueron descriptivos. Las estadísticas se realizaron con el software GraphPad Prism 6.0.

Se realizó un análisis univariado preliminar de los supuestos factores de riesgo demográficos de UEs. La razón de probabilidades (OR) se utilizó

como medida de asociación entre los variables independientes y el resultado de interés. OR con valores <1 fueron indicativo de efectos protectores, mientras que $OR >1$ indicaron un mayor riesgo y se consideró estadísticamente significativo cuando el valor de $p < 0.05$ (14). La importancia de las asociaciones univariadas se determinó mediante el uso de prueba de χ^2 . Solo las exposiciones con un valor de $p < 0.20$ se incluyeron en el modelo de regresión logística multivariado en el programa Sigma Plot (<http://www.sigmaplot.co.uk>).

RESULTADOS

De los 612 urolitos de perros analizados en el periodo enero 2012 a diciembre 2017 en el LAU-UAEMex, el 41.2% ($n=252$) fueron de estruvita, el 28.3% ($n=173$) de oxalato de calcio y el 30.5% restante ($n=187$) de otros minerales menos comunes como silicato, purinas, cistina, fosfato cálcico, además de los urolitos mixtos o compuestos.

En base a los criterios de inclusión y exclusión de selección establecidos, un total de 538 casos de perros con urolitiasis fueron elegidos para este estudio, de los cuales 224 fueron casos de UEs, 314 GCOU; y 896 fueron perros del GCH.

Factores demográficos

Sexo: Las hembras con UEs fueron más frecuentes con el 64.3% (144/224), estando significativamente sobrerrepresentadas en comparación con las hembras del GCOU ($p < 0.001$) que las hembras GCH ($p < 0.05$) (Tabla 1).

Raza: La UEs se identificó en 35 razas puras, pero ocho fueron las más frecuentes. Los Schnauzer miniatura, Shih Tzu, Yorkshire terrier y Pug tuvieron mayor probabilidad de desarrollar UEs. Sin embargo, la magnitud de la asociación difirió según el grupo de comparación (Tabla 1). Los perros identificados con menor probabilidad de desarrollar UEs fueron los Chihuahuas ($p < 0.001$) en el grupo GCH.

Talla: La talla pequeña fue mas frecuente en todos los grupos de estudio, siendo mayor en los casos de UEs con el 83.0% (186/224), y menor en los perros del GCOU con 69.4% (218/314) y 61.2% (548/896) en el GCH. Los perros de talla grande representaron el 17% (38/224) en los casos de UEs, el 30.6% (96/314) en el GCOU y el 38.8% (348/896) en el GCH. En el análisis de comparación de casos de UEs, los perros de

talla pequeña tuvieron mayor probabilidad de desarrollar UEs en el GCH ($p < 0.001$) y en el GCOU ($p < 0.05$) que los perros de talla grande (Tabla 1).

Edad: La mediana de edad en los casos de UEs fue de 7 años (rango de 1 mes a 17 años), mayor que en el GCH que fue de 5 años (rango de 6 meses a 16 años), pero menor que en los

perros del GCOU que fue de 8 años (rango de 10 meses a 16 años). Los perros de 6 a 10 años tuvieron mayor probabilidad de desarrollar UEs en comparación con perros de la misma edad del GCH ($p < 0.001$). Sin embargo, en el análisis de comparación los casos de UEs de 6 a 10 años y los mayores de 10 años tuvieron menor probabilidad de desarrollar UEs ($p < 0.05$) en comparación con los perros GCOU (Tabla 1).

Tabla 1. Número, razón de probabilidades e intervalo de confianza del 95% para sexo, raza y edad de los perros con urolitos de estruvita ($n=224$) en comparación con perros del grupo hospitalario ($n=896$) y con perros del grupo otros tipos de urolitos ($n=314$).

Variable	Casos UEs (n)	GCH (n)	OR (IC95%)	GCOU (n)	OR (IC95%)
Sexo					
Hembra	144	455	1.7 (1.3-2.4)*	48	9.9 (6.6-15.0)**
Macho	80	441	1 (ref)	266	1 (ref)
Raza^a					
Schnauzer miniatura	83	85	5.6 (3.9-7.9)**	86	1.6 (1.1-2.2)*
Poodle	27	126	0.8 (0.5-1.3)	25	1.6 (0.9-2.8)
Labrador Retriever	10	30	1.3 (0.6-2.8)	17	0.8 (0.4-1.8)
Pug	10	30	1.3 (0.6-2.8)	5	2.9 (0.9-8.6)*
Chihuahua	9	131	0.2 (0.1-0.5)**	20	0.6 (0.3-1.4)
Shih Tzu	9	12	3.1 (1.3-7.4) *	7	1.8 (0.7-5.0)
Cocker Spaniel	8	31	1.0 (0.5-2.3)	5	2.3 (0.7-7.1)
Yorkshire Terrier	8	13	2.5 (1.0-6.1) *	15	0.7 (0.3-1.8)
Talla					
Pequeña	186	548	3.1 (2.1-4.5)**	218	2.1 (1.4-3.3)*
Grande	38	348	1 (ref)	96	1 (ref)
Edad (años)					
>10	27	87	2.2 (1.3-3.5)*	58	0.4 (0.2-0.7)*
6-10	108	188	4.0 (2.9-5.5)**	173	0.6 (0.4-0.8)*
0-5	89	621	1 (ref)	83	1(ref)

^a Razas más frecuentes con UEs ($n \geq 5$). Cuando la raza fue la exposición de interés, cada raza se consideró y todas las demás razas sirvieron como grupo de referencia para ese análisis.

Casos UEs: casos de urolitiasis de estruvita; GCH: grupo hospitalario; GCOU: grupo otros tipos de urolitos; ref, población de referencia. n: número; OR: razón de probabilidades; IC: intervalos de confianza.

** Diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.001$). * Diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$)

Análisis de regresión logística multivariante:

En el análisis multivariado de casos de UEs comparando con el GCH la selección de variables con $p < 0.2$ fueron con respecto al sexo, las hembras; por raza, los Schnauzer miniatura, Yorkshire terrier, Shih Tzu, Chihuahua; por tamaño, los perros de talla pequeña y con respecto a la edad, los perros mayores de 5 años (Tabla 2).

En el análisis de casos de UEs comparado con el GCOU, las variables de selección con $p < 0.2$ fueron con respecto al sexo, las hembras; por raza, los Schnauzer Miniatura, Poodle, Pug, Shih Tzu, Cocker Spaniel, Chihuahua; por tamaño, los perros de talla pequeña, y con respecto a la edad, los perros mayores de 5 años (Tabla 3).

Tabla 2. Análisis de regresión logística multivariada para factores asociados con perros con urolitiasis de estruvita en comparación con perros del grupo hospitalario.

Variable	OR	IC95%	p
sexo			
Hembra	1.4	0.9-1.9	0.05*
Raza			
Schnauzer miniatura	4.1	2.7-6.1	<0.001**
Shih Tzu	3.3	1.3-8.3	0.01*
Yorkshire Terrier	3.5	1.3-9.3	0.01*
Chihuahua	0.3	0.2-0.7	<0.05*
Talla			
Pequeña	1.7	1.1-2.6	0.01*
Edad			
>5 años	2.9	2.1-4.0	<0.001**

OR: razón de probabilidades; IC: intervalo de confianza; p: significación estadística ** Diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.001$) * Diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Tabla 3. Análisis de regresión logística multivariada para factores asociados de perros con urolitiasis de estruvita en comparación con perros del grupo otros tipos de urolitos.

Variable	OR	IC95%	p
Sexo			
Hembra	10.0	6.4–15.7	<0.001**
Raza			
Schnauzer miniatura	1.3	0.7-2.2	0.4
Poodle	2.0	0.9-4.3	0.08
Pug	2.4	0.6–8.9	0.2
Shih Tzu	2.0	0.6-7.1	0.3
Cocker spaniel	2.7	0.7-10.5	0.1
Chihuahua	0.4	0.1-1.2	0.1
Talla			
Pequeña	0.9	0.5-1.6	0.6
Edad			
>5 años	0.5	0.3-0.8	0.004*

OR: razón de probabilidades; IC: intervalo de confianza; p: significación estadística

** Diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.001$)

*Diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Datos clínicos de los perros con urolitiasis de estruvita. Se obtuvieron los datos clínicos de 224 casos de perros con urolitiasis de estruvita.

Localización del urolito dentro del tracto urinario. El 95.1% de los urolitos se ubicó en el tracto urinario caudal-vejiga y uretra- y el 4.9% en el tracto urinario craneal-riñón y uréteres-. La frecuencia y la razón de probabilidades de la localización anatómica de los urolitos de estruvita con relación al sexo se describen en la tabla 4.

pH urinario y densidad urinaria. Los resultados del análisis de orina se informaron solo en el 37.0% (83/224) de los casos de UEs. La mediana de los valores de pH urinario fue de 7, con un rango de 5-9, y la DU media fue de 1.025 ± 0.009 , con un rango de 1.002-1.047.

Reporte de episodios previos de urolitiasis. episodios previos de urolitiasis se reportaron solo en 60 de 162 casos (37.0%), y el episodio de recurrencia ocurrió en cualquier momento desde el primer mes hasta 48 meses después de la extracción de urolitos. Dieciséis perros (26.7%) tuvieron una recurrencia dentro del primer año; treinta y cuatro perros (56.7%) entre el primer y el segundo año; y diez perros (16.7%) después del tercer año. No hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre hembras y machos.

Tabla 4. Distribución de la localización anatómica, número y tamaño de urolitos de estruvita según el sexo.

Localización anatómica n (%)	Sexo n(%)	OR (IC95%)
<i>Vejiga</i> 180 (80.4)	H 132 (73.3) M 48 (26.7)	7.3 (3.5–15.4) * 1 (ref)
<i>Uretra</i> 13 (5.8)	H 3 (23.1) M 10(76.9)	0.15 (0.02–0.6) 1 (ref)
<i>Vejiga/Uretra</i> 20 (8.9)	H 3 (15) M 17 (85)	0.08 (0.01–0.3) 1 (ref)
<i>Riñón</i> 9 (4.0)	H 6 (66.7) M 3 (33.3)	1 (0.2–7.1) 1 (ref)
<i>Ureter</i> 2 (0.9)	H 0 (0) M 2 (100)	SD SD
Número de urolitos n(%) longitud en mm [valor mínimo-máximo]		
<i>Urolito único</i> 76 (33.9)		
[3-80]	H 58 (76.3)	2.3 (1.2–4.3) *
[3-45]	M 18 (23.7)	1 (ref)
<i>2 -10 urolitos</i> 57 (25.4)		
[1-40]	H 42 (73.7)	2.0 (1.0–3.9)
[2-5]	M 15 (26.3)	1 (ref)
<i>Múltiple^a</i> 64 (28.6)		
[1-62]	H 34 (53.1)	0.5 (0.3–0.9)
[1-20]	M 30 (46.8)	1 (ref)
<i>Arenilla/fragmentos</i> 27 (12.0)		
[1-20]	H 10 (37.0)	0.3 (0.1–0.7)
[1-12]	M 17 (62.9)	1 (ref)

H: hembras; M: machos; ref: población de referencia;^a Múltiple >10 unidades de urolitos por muestra; * Diferencias estadísticas significativas $p < 0.05$; SD: Sin determinar.

Dieta. Los perros con UEs que consumieron dietas comerciales representaron el 90.6% (144/159), mientras que el 9.4% (15/159) consumieron dietas caseras. En 65 casos no se especificó el tipo de dieta.

Características físicas y estudio *in vitro* radiográfico de los urolitos de estruvita.

Las características físicas más frecuentes de los urolitos de estruvita fueron forma redonda (40.2%, 90/224), color blanco (46.4%, 104/224) y superficie rugosa (57.6%, 129/224). Los resultados del número de urolitos por perro con UEs y su localización anatómica dentro del tracto urinario se describen en la Tabla 4. Los urolitos de estruvita variaron en tamaño de 1 a 80 mm. En hembras, los urolitos mayores de 5mm fueron más frecuentes (71.1%, 159/224).

En los estudios radiográficos *in vitro* se observó que los urolitos de estruvita tenían una radiopacidad moderada (Figura 2). En algunos urolitos fue posible distinguir la arquitectura interna en su estructura, y percibir a los de menor tamaño (Figura 2C 1 y 2).

DISCUSIÓN

En este estudio la UEs representó el 41.2% del total de las muestras analizadas en nuestro laboratorio, siendo el tipo de urolitiasis más frecuente en perros, como ha sido descrito en otros estudios epidemiológicos globales y realizados en países como Francia y Tailandia con frecuencias de 41.9% al 44% (3,7,15). Se ha sugerido que esta alta frecuencia puede estar asociada a que la mayoría de los clínicos veterinarios prefieren la eliminación quirúrgica de los urolitos a la elección de tratamientos menos invasivos, como la disolución médica o la urohidropulsión (16,17).

Factores demográficos: Se observó que las hembras tuvieron más probabilidad de desarrollar UEs que los machos. Una posible causa es que la uretra en las hembras es más pequeña y ancha, permitiendo la movilización ascendente de bacterias como *Staphylococcus spp.* y *Proteus spp.* dentro de la uretra y la vejiga, causando infecciones del tracto urinario y la formación de urolitos de estruvita (5). Además, se observó que las hembras con UEs estuvieron significativamente sobrerrepresentadas (OR 10.1; $p < 0.001$) en comparación a la relación hembra/macho en otros tipos de urolitos. Estos resultados coinciden con lo descrito en otros estudios epidemiológicos en donde mencionan que entre los perros formadores de urolitos, las hembras tienen una mayor predisposición a la UEs y los machos a la urolitiasis de oxalato de calcio, silicato, cistina y purina (5).

Las razas Yorkshire terrier y Shih Tzu tuvieron mayor probabilidad de desarrollar UEs cuando se comparó con las razas del GCH, así como el Pug en el GCOU. La raza Schnauzer miniatura fue estadísticamente significativa en ambos grupos de comparación (OR 5.5; $p < 0.001$ y OR 1.5; $p < 0.05$ respectivamente). Estas razas identificadas en nuestro estudio coinciden con lo reportado en otros países de América (3,10,13). En particular en un estudio realizado en California (9). Sin embargo, hubo notables diferencias con respecto a las razas con menor probabilidad de desarrollar UEs, siendo en México los Chihuahuas

y en California los Australian Cattle, Rottweiler, Boxer y Border Collie.

En el GCOU, no se identificó ninguna raza con probabilidad de desarrollar urolitiasis de estruvita en el análisis multivariado, posiblemente porque la mayoría de las razas con UEs también son comunes para formar otros tipos de urolitos frecuentes, como el oxalato de calcio en nuestra población de perros formadores de urolitos.

La mayor probabilidad de desarrollar UEs en determinadas razas de perros se asocia principalmente a la popularidad de estas dentro de las poblaciones de perros en las diferentes áreas geográficas; sin embargo, se ha observado que la talla del perro es un factor más constante para evaluar la posibilidad de desarrollar cierto tipo de urolitiasis (11,13). En nuestro estudio, el perro de talla pequeña tuvo una mayor probabilidad de desarrollar UEs, coincidiendo en los resultados de otros estudios epidemiológicos (9,11,12). Se ha descrito que los perros de talla pequeña como el Schnauzer miniatura tienen un reducido volumen de orina y menor frecuencia de micciones en el transcurso del día, en comparación a los perros de tamaño grande como el Labrador retriever (13). Condiciones que aumentan el tiempo de tránsito de los cristales en el tracto urinario, incrementando el potencial de crecimiento de cristales. Otra causa fisiológica podría ser el menor tamaño y lo estrecho del tracto urinario de estos perros pequeños, lo que puede predisponerlos a la UEs (13). También puede asociarse que en México la mayoría de los propietarios de mascotas en las ciudades prefieren perros de talla pequeña, como se observó en el 69% del total de la población de perros de la base de datos de nuestro hospital universitario.

Diferencias con respecto a la edad en la comparación entre el GCH y el GCOU se observaron en este estudio. En el análisis multivariado con el GCH los perros >5 años tuvieron mayor probabilidad de desarrollar UEs, estos resultados se pueden asociar a que en perros adultos pueden existir diferentes comorbilidades por enfermedades endocrinas, renales y neurológicas u otras enfermedades urinarias, que pueden causar infección bacteriana del tracto urinario como alteración secundaria, predisponiendo a la formación de urolitos de estruvita en estos individuos (18). Sin embargo, en el análisis multivariado con el GCOU, los perros >5 años tuvieron menor probabilidad de desarrollar UEs, esto se debe principalmente a

que en nuestra población de perros formadores de urolitos, los perros con UEs son más jóvenes que los perros con otras urolitiasis como las de oxalato de calcio y silicato (5).

Datos clínicos. Se obtuvo la información clínica de perros con UEs y se identificó hallazgos importantes para el diagnóstico y seguimiento de pacientes con esta patología.

El 95.1% de los urolitos se encontraron en el tracto urinario inferior y el 4.9% en el tracto urinario superior, lo que coincide con los sitios anatómicos previamente descritos por otros autores (1,9). Localizar los urolitos de forma frecuente en el tracto inferior se asocia a la posición horizontal de la vejiga en los perros, que permite que en su zona central haya un mayor almacenamiento de cantidad de orina cuando el volumen es grande, por lo que las sustancias cristalizables tienden a precipitar en la parte ventral de la pared de la vejiga, favoreciendo la retención y crecimiento de cristales para formar urolitos. En hembras es más frecuente localizar los urolitos en este sitio anatómico, como se observó en este estudio, mientras que en los machos fue más común encontrarlos de forma simultánea en la vejiga y la uretra.

En el análisis de orina se observó una mediana del pH urinario de 7 y una media de DU de 1.025 ± 0.009 con un rango de 1.002-1.047. Estos valores coinciden con hallazgos previos donde se asocia la orina alcalina a la presencia de infecciones del tracto urinario por bacterias ureasa-positivas (2). Una orina con valores de DU por encima del punto crítico (>1.030) puede favorecer el potencial de cristalización en animales predispuestos, y los valores de DU persistentes <1.013 sugieren una alteración de uno de los mecanismos de defensa del tracto urinario, favoreciendo la infección bacteriana (19). En este estudio, no fue posible relacionar los casos de UEs con infección urinaria, por insuficiente información del sedimento urinario y urocultivos en los reportes de urianálisis, sin embargo, se considera importante realizar estos estudios en pacientes con urolitiasis para identificar el microorganismo involucrado y dar un tratamiento específico.

Se reportó en el 37.1% de los pacientes episodios previos de urolitiasis, observándose el mayor porcentaje de recurrencia dentro del primer y segundo año. Los posibles motivos de recidiva se asocian a diferentes causas, como son

la pseudorrecurrencia por extracción incompleta de los urolitos por métodos quirúrgicos, dejando pequeños fragmentos ó por la presencia de suturas que actúan como nido del urolito, encontrándose hasta en un 9.4% de los casos. Otras causas son la selección incorrecta o suspensión del tratamiento antimicrobiano, así como la falta de cumplimiento del propietario al proporcionar la dieta terapéutica indicada (17).

El consumo de dietas comerciales fue frecuente en los perros con UEs, sin embargo, no teníamos información de los ingredientes en las diferentes dietas comerciales y no se pudo evaluar cómo este factor influye en la formación de estruvita en perros. Estudios adicionales se podrían realizar con el objetivo de identificar la calidad y concentración de ingredientes entre las diferentes marcas comerciales de alimento en México.

En las características físicas de los urolitos, observamos que las formas redondas, blancas y rugosas fueron las más frecuentes. Según su tamaño, los urolitos >5 mm se encontraron principalmente en hembras, con riesgo de ser urolitos únicos (OR=2.3); en los machos la mayoría de los urolitos fueron <5 mm, múltiples, arenillas o fragmentos (OR=1.9 y 3.0, respectivamente). Los urolitos de estruvita en este estudio fueron los más grandes llegando a medir hasta 80 mm, en comparación con urolitos de otros minerales. Hallazgos que coinciden con lo descrito por otros autores, quienes han observado que los urolitos de estruvita son significativamente más grandes en las perras que en los machos, y que urolitos con tamaños de más de 20 mm tienen el 88.7% de probabilidad de estar compuestos de estruvita y con más de 30 mm el 92%. (7,20).

En los estudios radiográficos *in vitro* se pudo observar un grado moderado de radiopacidad y en algunos casos las diferentes densidades entre los urolitos permitiendo apreciar sus capas internas; estas diferencias pueden estar asociadas con la estructura de estos urolitos, que tienen diferentes texturas y tipos de porosidad. Teóricamente, los urolitos más porosos pueden permitir la penetración de los antimicrobianos o la acción de los factores dietéticos en la composición de la orina permitiendo su disolución. Por tanto, la observación radiológica de estas características en la estructura del urolito, junto con el tamaño, proporciona pautas para proceder con terapias no invasivas (2).

Al ser un laboratorio de referencia para análisis de urolitos localizado en un país latinoamericano, en los últimos años se ha incrementado el envío de muestras para su análisis cuantitativo por parte de veterinarios de distintas regiones de México, lo que permitió identificar que la estruvita es la urolitiasis más frecuente y los factores de riesgo demográficos asociados fueron en las hembras, Schnauzer miniatura, Yorkshire terrier, Shih Tzu, en perros de talla pequeña y >5 años. Encontrando algunas de estas similitudes en estudios realizados en otros centros de referencia de Norteamérica como Canadá o Estados Unidos, con la diferencia que la estruvita representa el segundo tipo de urolitiasis más frecuente y que reportan razas de talla grande con probabilidad de desarrollar este tipo de urolitiasis.

Considerando de manera integrada las características epidemiológicas y datos clínicos descritos en este estudio como son pH urinario ≥ 7 , DU ≥ 1.025 , estudios radiográficos con urolitos ≥ 30 mm moderadamente radiopacos; presencia de urolitos únicos localizados en la vejiga de las hembras, ayudara a los clínicos veterinarios a predecir que la composición mineral sea de estruvita en los urolitos y elegir tratamientos menos invasivos como la disolución médica o la urohidropropulsión. Así como iniciar medidas preventivas en perros con características epidemiológicas sugerentes a este tipo de urolitiasis.

En futuros estudios se podrá identificar otros factores de riesgo etiológicos, ambientales o estados socioeconómicos que puedan estar involucrados en la urolitiasis de estruvita y de otras urolitiasis frecuentes en perros, como complemento de información para los clínicos veterinarios y conocer con mayor probabilidad la composición mineral de los urolitos, antes de la extracción y poder dar terapias específicas para cada caso. Además de considerar un seguimiento clínico a estos pacientes por ser la urolitiasis una enfermedad multifactorial, crónica y recurrente.

Conflicto de intereses

Los autores de este estudio declaramos que no existe conflicto de intereses con la publicación del presente manuscrito

Agradecimientos

María Alejandra Aké-Chiñas y Claudia Iveth Mendoza-López fueron becarias del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACyT-México durante sus estudios de Maestría y Doctorado.

REFERENCIAS

- Mendoza-López CI, Del-Angel-Caraza J, Aké-Chiñas MA, Quijano Hernández IA, Barbosa-Mireles MA. Epidemiology of urolithiasis in dogs from Guadalajara City, Mexico. *Vet México OA*. 2019; 6(1):1-14. <https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2019.1.58>
- Osborne CA, Lulich JP, Polzin DJ, Allen TA, Kruger JM, Bartges JW, Koehler LA, Ulrich LK, Bird KA, Swanson LL. Medical dissolution and prevention of canine struvite urolithiasis. Twenty years of experience. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 1999; 29(1):73-111. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(99\)50006-5](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(99)50006-5)
- Lulich JP, Osborne CA, Albasan H, Koehler LA, Ulrich LM, Lekcharoensuk C. Recent shifts in the global proportions of canine uroliths. *Vet Rec*. 2013; 172(14):1-6. <https://doi.org/10.1136/vr.101056>
- Bende B, Kovacs KB, Solymosi N, Nemeth T. Characteristics of urolithiasis in the dog population of Hungary from 2001 to 2012. *Acta Vet Hung*. 2015; 63(3):323-336. <https://doi.org/10.1556/004.2015.030>
- Houston DM, Weese HE, Vanstone NP, Moore AE, Weese JS. Analysis of canine urolith submissions to the Canadian Veterinary Urolith Centre, 1998-2014. *Can Vet J*. 2017; 58(1):45-50. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc5157737/>

6. Brandenberger-Schenk F, Rothenanger E, Reusch CE, Gerber B. Uroliths of dogs in Switzerland from 2003 to 2009. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2015; 157(1):41–48. <https://doi.org/10.17236/sat00003>
7. Blavier A, Sulter A, Bogey A, Novelli K, Billiemaz B. Résultats des analyses par spectrométrie infrarouge de 1131 calculs urinaires canins prélevés de 2007 à 2010, (en France). *Prat médicale Chir l'animal Cie.* 2012; 47(1):7–16. <https://doi.org/10.1016/j.anicom.2011.11.001>
8. Vrabelova D, Silvestrini P, Ciudad J, Gimenez JC, Ballesteros M, Puig P, Ruiz de Gopegui R. Analysis of 2735 canine uroliths in Spain and Portugal. A retrospective study: 2004–2006. *Res Vet Sci.* 2011; 91(2):208–211. <http://doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.12.006>
9. Low W, Justin M, Philip H, Ruby A, Westrop J. Evaluation of trends in urolith composition and characteristics of dogs with urolithiasis: 25,499 cases (1985–2006). *J Am Vet Med Assoc.* 2010; 236(2):193–200. <https://doi.org/10.2460/javma.236.2.193>
10. Oyafuso MK, Kogjika MM, Waki MF, Prosser CS, Cavalcante CZ, Wirthl VABF. Urolitíase em cães: avaliação quantitativa da composição mineral de 156 urólitos. *Ciência Rural.* 2010; 40(1):102–108. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000100017>
11. Wisener LV, Pearl DL, Houston DM, Reid-Smith RJ, Moore AE. Risk factors for the incidence of calcium oxalate uroliths or magnesium ammonium phosphate uroliths for dogs in Ontario, Canada, from 1998 to 2006. *Am J Vet Res.* 2010; 71(9):1045–1054. <https://doi:10.2460/ajvr.71.9.1045>
12. Del Angel-Caraza J, Diez-Prieto I, Pérez-García CC, García-Rodríguez MB. Composition of lower urinary tract stones in canines in Mexico City. *Urol Res.* 2010; 38(3):201–204. <https://doi.org/10.1007/s00240-009-0248-7>
13. Okafor C, Pearl D, Lefebvre S, Wang M, Yang M, Blois S, Lund EM, Dewey CE. Risk factors associated with struvite urolithiasis in dogs evaluated at general care veterinary hospitals in the United States. *J Am Vet Med Assoc.* 2013; 243(12):1737–1745. <https://doi.org/10.2460/javma.243.12.1737>
14. Mata MP. Diseño y análisis de estudios de casos y controles. En: Méndez-Sánchez N, Villa-Romero AR, Uribe-Esquivel M editores. *Métodos clínicos y epidemiológicos de investigación México*, D.F: ELSEVIER; 2006.
15. Hunpravit V, Osborne CA, Schreiner PJ, Bender B, Lulich JP. Epidemiologic evaluation of canine urolithiasis in Thailand from 2009 to 2015. *Res Vet Sci.* 2017; 115:366–370. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.07.008>
16. Roe K, Pratt A, Lulich J, Osborne C, Syme HM. Analysis of 14,008 uroliths from dogs in the UK over a 10-year period. *J Small Anim Pract.* 2012; 53(11):634–640. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2012.01275.x>
17. Lulich JP, Berent AC, Adams LG, Westropp JL, Bartges JW, Osborne CA. ACVIM Small Animal Consensus Recommendations on the Treatment and Prevention of Uroliths in Dogs and Cats. *J Vet Intern Med.* 2016; 30(5):1564–1574. <https://doi.org/10.1111/jvim.14559>
18. Mendoza-López CI, Del-Angel-Caraza J, Quijano-Hernández IA, Barbosa-Mireles MA. Analysis of lower urinary tract disease of dogs. *Pesqu Veterinária Bras.* 2017; 37(11):1275–1280. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2017001100013>
19. Alleman R, Wamsley H. Complete urinalysis. In: Elliott J, Graguer GF, Westropp JL. *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology*. Third edition. England. BSAVA.2017.
20. Fromsa A, Saini NS, Rai TS. Diagnosis, prediction and mineral analysis of uroliths in canines. *Glob Vet.* 2011; 7(6):610–617. [https://www.idosi.org/gv/GV7\(6\)11/15.pdf](https://www.idosi.org/gv/GV7(6)11/15.pdf)