

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA CON MENCIÓN EN CLÍNICA Y CIRUGÍA DE PEQUEÑAS ESPECIES

COHORTE 2023

Detección de cristaluria en perros (*Canis lupus familiaris*) en un refugio en la ciudad de
Ambato

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magister en
Medicina Veterinaria con Mención en Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies

Modalidad de titulación: Proyecto de titulación con componentes de investigación
aplicada y de desarrollo.

Autor: MVZ. Erick Ricardo Mangui Garcia.

Director: MVZ. Esp. Miguel Andrés Mora Tola, Mg.

Ambato – Ecuador

2026

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

El Tribunal receptor de la Defensa del Trabajo de Titulación presidido por el Ing. Carlos Luis Vásquez Freytez, PhD, e integrado por los señores: MVZ. Jenny Piedad Lozada Ortiz, PhD., MVZ. Roberto Ismael Almeida Secaira, Mg., designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: “DETECCIÓN DE CRISTALURIA EN PERROS (*Canis lupus familiaris*) EN UN REFUGIO EN LA CIUDAD DE AMBATO”, elaborado y presentado por el señor, MVZ. Erick Ricardo Mangui García, para optar por el Grado Académico de Magíster en Medicina Veterinaria con Mención en Clínica y Cirugía de Pequeñas Especies; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Carlos Luis Vásquez Freytez, PhD.
Presidente y Miembro del Tribunal de Defensa

MVZ. Jenny Piedad Lozada Ortiz, PhD.
Miembro del Tribunal de Defensa

MVZ. Roberto Ismael Almeida Secaira, Mg.
Miembro del Tribunal de Defensa

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “DETECCIÓN DE CRISTALURIA EN PERROS (*Canis lupus familiaris*) EN UN REFUGIO EN LA CIUDAD DE AMBATO”, le corresponde exclusivamente a: Médico Veterinario y Zootecnista Erick Ricardo Mangui García, Autor bajo la Dirección de Médico Veterinario y Zootecnista Miguel Andrés Mora Tola, Magíster, Director del Trabajo de Titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

MVZ. Erick Ricardo Mangui García
c.c.: 1804886305

AUTOR

MVZ. Esp. Miguel Andrés Mora Tola, Mg
c.c.: 0104096797

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

MVZ. Erick Ricardo Mangui García
c.c.: 1804886305

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
INDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II.	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes Investigativos	6
2.2. Fundamentación Científica	8
2.2.1. Sistema urinario	8
2.2.1.1. Riñón.....	9
2.2.1.2. Uréter.....	11
2.2.1.3. Vejiga urinaria.....	12
2.2.1.4. Uretra.....	12
2.2.2. Producción de orina	13
2.2.3. Cristaluria.....	14
2.2.4. Fisiopatología de la cristalización urinaria	15
2.2.4.1. Cristales de oxalato de calcio.....	17
2.2.4.2. Cristales de ácido úrico	17

2.2.4.3.	Cristales de urato.....	18
2.2.4.4.	Cristales de fosfato cálcico.....	20
2.2.4.5.	Cristales de estruvita	21
2.2.4.6.	Cristales de cistina.....	24
2.2.4.7.	Cristales de creatinina	25
CAPÍTULO III.		27
METODOLOGÍA		27
3.1.	Tipo de investigación.....	27
3.2.	Población o muestra.....	27
3.3.	Prueba de Hipótesis	29
3.4.	Manejo de la Investigación	29
3.4.1.	Ubicación del experimento	29
3.4.2.	Características de sitio	30
3.4.3.	Materiales y equipos	30
3.5.	Recolección de datos	32
3.5.1.	Obtención de la muestra de orina	33
3.5.2.	Medición pH urinario.....	33
3.5.3.	Preparación y centrifugado de la muestra de orina.....	34
3.5.4.	Interpretación microscópica.....	34
3.6.	Procesamiento de la información y análisis estadístico	35
3.6.1.	Variables	35
CAPÍTULO IV		41
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1.	RESULTADOS	41
4.1.1.	Prevalencia (%) de cristaluria en caninos	41
4.1.2.	Identificación y clasificación de los cristales urinarios presentes en las muestras estudiadas.....	43
4.1.3.	Relación entre los parámetros urinarios con la presencia de cristalurias ...	50
CAPÍTULO V.		64
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64

5.1. Conclusiones	64
5.2. Recomendaciones.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Condiciones meteorológicas del lugar</i>	30
Tabla 2. <i>Materiales y equipos utilizados en la investigación</i>	30
Tabla 3. <i>Variables independientes</i>	37
Tabla 4. <i>Variables dependientes</i>	39
Tabla 5. <i>Prevalencia (%) de cristaluria en caninos</i>	41
Tabla 6. <i>Frecuencia de cristales (%) encontrados en caninos</i>	44
Tabla 7. <i>Distribución de cristales por grupo etario en caninos</i>	45
Tabla 8. <i>Prueba de Chi cuadrado para distribución de cristales por grupo etario en caninos</i>	45
Tabla 9. <i>Relación entre el tipo de cristal urinario y el sexo</i>	47
Tabla 10. <i>Prueba de Chi cuadrado para distribución de cristales por sexo</i>	48
Tabla 11. <i>Relación del tipo de densidad urinaria con el tipo de cristal</i>	51
Tabla 12. <i>Prueba de Chi cuadrado para la relación del tipo de densidad urinaria con el tipo de cristal</i>	51
Tabla 13. <i>Relación del pH con el tipo de cristal</i>	54
Tabla 14. <i>Prueba de Chi cuadrado para la relación del pH con el tipo de cristal</i>	55
Tabla 15. <i>Leucocitos en orina</i>	58
Tabla 16. <i>Cuerpos cetónicos</i>	59
Tabla 17. <i>Glucosa en orina</i>	60
Tabla 18. <i>Proteínas en orina</i>	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Anatomía de los riñones y su irrigación sanguínea</i>	11
Figura 2: <i>Anatomía del sistema reproductor femenino canino</i>	11
Figura 3: <i>Anatomía de la vejiga urinaria</i>	12
Figura 4: <i>Uretra canina</i>	13
Figura 5: <i>Producción de orina</i>	13
Figura 6: <i>Fisiopatología de la cristalización urinaria</i>	16
Figura 7: <i>Frecuencia de cristales (%) encontrados en caninos</i>	44
Figura 8: <i>Distribución de cristales por grupo etario en caninos</i>	46
Figura 9: <i>Relación entre el tipo de cristal urinario y el sexo</i>	47
Figura 10: <i>Relación del tipo de densidad urinaria con el tipo de cristal</i>	51
Figura 11: <i>Relación del pH con el tipo de cristal</i>	54
Figura 12: <i>Leucocitos en orina</i>	58
Figura 13: <i>Cuerpos cetónicos</i>	59
Figura 14: <i>Glucosa en orina</i>	60
Figura 15: <i>Proteínas en orina</i>	62

AGRADECIMIENTO

Mi más sentido agradecimiento es para mí madre y mi abuela materna,
quienes han sido pilares fundamentales para este proceso.

A mi madre por enseñarme a ser constante, nunca darme por vencido y que
nada es imposible. Mamá gracias por tu fortaleza, por estar siempre a mi lado en todo
momento.

A mi mami Fanny por nunca dejarme solo, por su apoyo por sus palabras sabias
de aliento y por transmitirme el valor del trabajo, Gracias por ser mi ejemplo de
honestidad y compromiso, con sus enseñanzas me supero cada día y me motivo a ser
mejor.

Este logro es, en gran parte por el amor y sacrificio de mi madre y mi abuela
materna.

Ricardo

DEDICATORIA

Mi trabajo lo dedico a mi familia cuyo apoyo amor y sacrificio me han
inspirado a seguir adelante.

A mi madre y a mi abuela materna por ser mi mayor fuente de inspiración,
fortaleza y por darme siempre su apoyo, confianza y aliento en cada
paso de mi día a día.

A la fundación Patitas nobles por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este
proyecto y por su dedicación al bienestar animal. A cada docente, por las enseñanzas
compartidas en esta maestría.

Su enseñanza ha sido fundamental para el desarrollo de mi trabajo y carrera
profesional. Para terminar, a todos los animales que, con su pureza y
lealtad, nos enseñan el verdadero significado de bondad y amor sincero

Ricardo.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como propósito identificar la presencia de cristaluria en caninos del refugio Patitas Nobles en Ambato, Ecuador, situado a 2800 m.s.n.m., analizando su relación con variables biológicas, clínicas y ambientales. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental, transversal y descriptivo. De una población de 140 perros, se seleccionó una muestra de 103 individuos mediante criterios de inclusión. A cada animal se le realizó un examen clínico y un uroanálisis físico-químico y microscópico. Los resultados evidenciaron una prevalencia de cristaluria del 21,36% (22 casos), siendo la estruvita el cristal más frecuente (36,4%), seguida por oxalato de calcio (27,3%), cistina (18,2%) y uratos (18,2%). Se observó una mayor frecuencia de cristales en caninos seniles y hembras. Los parámetros fisicoquímicos indicaron que la estruvita predominó en pH neutro y alcalino, mientras que el oxalato de calcio se asoció a medios ácidos. Un hallazgo clínico crítico fue la proteinuria relevante, detectada en el 68,2% de los caninos con cristaluria, posiblemente vinculada a la dieta mixta no estandarizada del refugio y a procesos inflamatorios subyacentes. Aunque la densidad urinaria no mostró asociación estadística significativa ($p = 0,87$), la hiperestenuria actuó como un factor facilitador de la sobresaturación mineral. En conclusión, el estudio revela una frecuencia preocupante de cristaluria en esta población y resalta la necesidad de implementar protocolos de diagnóstico precoz y manejo nutricional específico para prevenir la formación de urolitos en caninos de refugio.

DESCRIPTORES: CANINOS, CISTINA, CRISTALURIA, ESTRUVITA, FACTORES DE RIESGO, pH URINARIO, UROANÁLISIS

EXECUTIVE SUMMARY

The purpose of this research was to identify the presence of crystalluria in dogs from the Patitas Nobles shelter, located in Ambato, and to analyze its relationship with biological, clinical, and urinary variables, such as crystal type, age, sex, urinary pH, and urine specific gravity. The study used a quantitative approach with a non-experimental, cross-sectional, descriptive, and correlational design. The population consisted of 140 dogs, from which 103 individuals were selected according to the established inclusion and exclusion criteria. Each animal underwent a general clinical evaluation followed by physical, chemical, and microscopic urinalysis. The findings showed that 21.36% of the analyzed samples presented crystalluria, while 78.64% did not show urinary crystals. The most frequent crystals were struvite, followed by calcium oxalate, cystine, and urates. From a descriptive perspective, crystalluria was observed more frequently in senior dogs and females; however, these relationships should be interpreted cautiously and according to the statistical significance values obtained for each variable. Struvite crystals were mainly observed in neutral and alkaline pH, whereas calcium oxalate and urate crystals were more frequent in acidic or neutral conditions. In conclusion, this study shows a relevant frequency of crystalluria in the evaluated shelter dogs and provides local information useful for early diagnosis, preventive monitoring, nutritional management, and clinical decision-making in shelter canine populations.

KEYWORDS: CANINE, CRYSTALLURIA, CYSTINE, RISK FACTORS, STRUVITE, URINALYSIS, URINARY pH

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades del tracto urinario en caninos constituyen un desafío clínico de alta relevancia en la medicina veterinaria contemporánea. Estas patologías suelen desarrollarse de manera silente, progresando hacia cuadros críticos caracterizados por disuria, hematuria, infecciones recurrentes y obstrucciones uretrales que comprometen la función renal. En este contexto, la cristaluria se define como la presencia de precipitados minerales en el sedimento urinario, una condición estrechamente ligada a la sobresaturación de solutos, variaciones en el potencial de hidrógeno (pH) y un incremento en la densidad urinaria. Aunque la detección de cristales no siempre implica una urolitiasis activa, su identificación es un marcador predictivo crucial para reconocer el riesgo de formación de cálculos (Boy et al., 2025; Pires Correia, 2025; Ribeiro y Oliveira, 2024).

La dinámica de precipitación mineral depende fundamentalmente del microambiente químico de la orina. La literatura científica establece que los cristales de estruvita se ven favorecidos en entornos neutros o alcalinos, frecuentemente asociados a infecciones por bacterias productoras de ureasa. Por el contrario, compuestos como el oxalato de calcio tienden a precipitar en orinas con pH ácido o neutro, condicionados por factores metabólicos y una baja ingesta de agua (Aké-Chiñas et al., 2023; Pires Correia, 2025; Speitzer et al., 2022). En Ecuador, la información sobre estas alteraciones es escasa; no obstante, investigaciones previas en la región andina, como la de Chumbi Jadán y Lima

Tenecela (2020), en Cuenca, reportaron una prevalencia de urolitos del 25,45%, vinculando este problema directamente con el tipo de alimentación. Esta cifra evidencia que las patologías urinarias minerales son un problema de salud pública animal persistente en la Sierra ecuatoriana, lo que justifica la necesidad de generar datos locales en ciudades como Ambato, donde no existen registros previos en poblaciones vulnerables como los perros de refugio.

La presente investigación se llevó a cabo en la Fundación Patitas Nobles, ubicada en el sector El Calvario, parroquia Picaihua del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. El sitio de estudio se localiza a una altitud de 2800 m s. n. m. (latitud S 1°16'0" y longitud W 78°34'60"). Se analizaron 103 muestras de orina de caninos mestizos (1 a 12 años), población que resulta idónea para el análisis epidemiológico al compartir condiciones estandarizadas de manejo, hidratación y exposición ambiental.

Uno de los determinantes críticos en esta población es la dieta mixta no estandarizada, compuesta por avena, piltrafas, arroz y balanceados de composición variable. Este tipo de nutrición puede comprometer la homeostasis urinaria al generar desequilibrios en el aporte de proteínas y minerales esenciales como calcio, fósforo y magnesio. La ausencia de una formulación constante altera la carga mineral renal y la disponibilidad de agua, factores que incrementan la densidad urinaria y superan la capacidad de la orina para mantener los solutos en disolución. En consecuencia, se facilita la nucleación y el crecimiento de cristales, convirtiendo a la dieta del refugio en un factor de riesgo ambiental de gran interés para la medicina preventiva veterinaria (Batista et al., 2020; Ruiz Castiblanco, 2023; Boy et al., 2025).

1.2. JUSTIFICACIÓN

La cristaluria y la urolitiasis constituyen afecciones de alta relevancia en la medicina veterinaria de pequeños animales, no solo por su frecuencia clínica, sino por su potencial para derivar en complicaciones graves como obstrucciones uretrales, hematuria y dolor abdominal agudo. A nivel internacional, se estima que estas patologías representan una parte significativa de las consultas de medicina interna, siendo la recurrencia uno de los mayores desafíos para el bienestar animal (Ribeiro y Oliveira, 2024).

Desde una perspectiva fisiopatológica, la formación de cristales es un fenómeno dinámico impulsado por la sobresaturación de solutos en la orina. Factores como la densidad urinaria elevada, las variaciones en el pH y una ingesta insuficiente de agua actúan como catalizadores para la nucleación y el crecimiento mineral (Batista et al., 2020). Estudios recientes destacan que el manejo nutricional y el control del pH son determinantes críticos; por ejemplo, el pH alcalino (>7.0) favorece la precipitación de estruvita, a menudo ligada a procesos infecciosos, mientras que el pH ácido o neutro se asocia con el oxalato de calcio, un mineral cuya resolución requiere mayoritariamente intervención quirúrgica debido a su baja solubilidad médica (Aké-Chiñas et al., 2021, 2023; Pires Correia, 2025).

En el contexto latinoamericano, y específicamente en Ecuador, la evidencia científica sobre el comportamiento epidemiológico de la cristaluria en poblaciones caninas es limitada. La mayoría de los protocolos clínicos se basan en datos extranjeros que no necesariamente reflejan las condiciones ambientales, la altitud o las dietas mixtas y no estandarizadas predominantes en los refugios locales (Ruiz Castiblanco, 2023). Esta

carencia de información actualizada en regiones como la Sierra ecuatoriana dificulta la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia y limita la implementación de programas preventivos eficaces.

Por lo tanto, el presente estudio en la ciudad de Ambato adquiere una relevancia científica y social de primer orden. Al generar datos epidemiológicos locales, se establecen patrones de presentación que permiten identificar factores de riesgo específicos, como la influencia de dietas no formuladas sobre la densidad y el sedimento urinario (Batista et al., 2020; Ruiz Castiblanco, 2023). Este aporte no solo robustece la literatura técnica regional, sino que proporciona herramientas diagnósticas para la detección temprana, reduciendo la incidencia de urolitiasis obstructiva y fomentando una medicina veterinaria preventiva que priorice la salud renal y el bienestar a largo plazo de los caninos (Pires Correia, 2025; Ribeiro y Oliveira, 2024).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Detectar la presencia de cristaluria en perros (*Canis lupus familiaris*) en un refugio en la ciudad de Ambato

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la prevalencia de cristaluria en los caninos del refugio Patitas Nobles, mediante el análisis físico-químico y microscópico de muestras de orina, estableciendo la proporción de casos positivos y negativos en relación con el total

de la muestra evaluada.

- Identificar y clasificar los tipos de cristales urinarios presentes en las muestras estudiadas, analizando su distribución según edad, sexo y fenotipo, con el fin de establecer patrones de presentación y posibles factores predisponentes.
- Analizar la relación entre los parámetros urinarios y los factores de manejo con la presencia de cristaluria considerando el pH, la densidad urinaria y el tipo de alimentación, y así contribuir al diseño de estrategias preventivas y terapéuticas.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

Diversos estudios han demostrado que el uroanálisis es una herramienta fundamental para la detección de cristaluria en caninos, ya que permite evaluar las características físicas, químicas y microscópicas de la orina. Entre los parámetros más relevantes se encuentran el color, aspecto, pH urinario, densidad urinaria, presencia de proteínas, leucocitos y tipo de cristales. Estas variables permiten identificar alteraciones tempranas relacionadas con la sobresaturación urinaria y la posible formación de urolitos.

A nivel global, la urolitiasis es una de las afecciones más comunes del tracto urinario inferior. Un estudio a gran escala realizado en Estados Unidos evaluó 10,444 urólitos entre 2006 y 2018, determinando que el oxalato de calcio (47,0%) y la estruvita (43,6%) constituyen la gran mayoría de los casos. Este mismo estudio observó una tendencia significativa: mientras que el oxalato de calcio ha mostrado un ligero descenso, la cistina registró un incremento notable, pasando del 1,4% al 8,7% de los casos en ese periodo, afectando principalmente a machos enteros (Kopecny et al., 2021).

En la región, los estudios reflejan la influencia de factores demográficos y ambientales. En Irapuato, México, se determinó una prevalencia de cristaluria del 41,41% en una muestra de perros y gatos. En esta población, el grupo etario más afectado fue el de los

adultos (51,2%), seguido de los jóvenes (41,5%), identificando estruvita y oxalato de calcio como los minerales predominantes sin distinción significativa de género en ese estudio particular (Ayala-Cruz et al., 2019).

Mendoza-López et al. (2019), reportó que los cristales más frecuentes en perros fueron los de estruvita y oxalato de calcio, asociados principalmente con variaciones del pH urinario y concentración de solutos. De forma similar, Eneque (2017), en Perú, identificó alteraciones en la densidad urinaria y en el pH como factores relacionados con la formación de cristales, destacando la presencia de estruvita en muestras con pH alcalino.

En Ecuador, Tigua (2020), en Guayaquil, evidenció alteraciones químicas urinarias como variaciones del pH, presencia de proteínas y leucocitos, además de cristales en el sedimento urinario. Por su parte, Chumbi Jadán y Lima Tenecela (2020), en Cuenca, identificaron una prevalencia de urolitos del 25,45 % en caninos aparentemente sanos, relacionando estos hallazgos con factores como edad, sexo y alimentación.

Rosero (2014), en su investigación titulada "Determinación de la presencia de cristales de estruvita en caninos asintomáticos y su relación con el tipo de dieta, en el Distrito Metropolitano de Quito", evaluó la prevalencia de cristaluria en una población de 96 caninos clínicamente sanos. El objetivo principal fue identificar la presencia de cristales de estruvita y analizar cómo el tipo de alimentación (dietas comerciales de diferentes categorías) influía en su formación. Los resultados de este estudio revelaron que el 11,46 % de los caninos asintomáticos presentaba cristaluria de estruvita, a pesar de no manifestar signos clínicos de enfermedad del tracto urinario inferior. Un hallazgo fundamental de la

investigación fue la relación significativa entre la calidad de la dieta y el pH urinario; los animales alimentados con dietas de mantenimiento de baja calidad o dietas caseras no equilibradas mostraron una mayor tendencia a la alcalinización de la orina ($\text{pH} > 7.0$), factor que facilita la precipitación de fosfato amónico magnésico.

En conjunto, estos antecedentes evidencian que la cristaluria puede presentarse incluso en animales sin signos clínicos evidentes y que su detección temprana es importante para prevenir complicaciones urinarias. Sin embargo, existe limitada información sobre cristaluria en caninos mestizos de refugio en Ambato, lo que justifica el desarrollo del presente estudio.

Otros estudios mexicanos han profundizado en la caracterización clínica, señalando que la estruvita se asocia frecuentemente a pH alcalino e infecciones urinarias, mientras que el oxalato de calcio se vincula a pH ácido o neutro y densidades urinarias $\geq 1,030$ (Aké-Chiñas et al., 2021; Aké-Chiñas et al., 2023).

2.2. Fundamentación Científica

2.2.1. Sistema urinario

Fossum (2019), indica que el sistema urinario está conformado por un conjunto especializado de órganos que trabajan de manera integrada para depurar los residuos de la sangre, así como para producir, almacenar y excretar la orina; estos órganos son fundamentales para la homeostasis ya que regulan el equilibrio hídrico, el balance ácido-base y la presión arterial.

2.2.1.1. Riñón

Fossum (2019) señala que el riñón se encuentra ubicado en la región retroperitoneal, a cada lado de la aorta y de la vena cava inferior, y que externamente está recubierto por una cápsula fibrosa que, junto con el tejido conectivo situado debajo del peritoneo, contribuye a su fijación anatómica. Asimismo, Hall et al. (2021), describe que el extremo superior del riñón derecho se localiza a la altura de la decimotercera costilla, mientras que, en perros de tamaño medio, el extremo superior del riñón izquierdo se sitúa aproximadamente cinco centímetros caudales al tercio superior de la última costilla. La pelvis renal presenta una morfología cónica y cumple la función de recolectar la orina para conducirla hacia el uréter, del cual generalmente emergen entre cinco y seis divertículos curvados. Además, la arteria renal se divide en ramas superiores e inferiores, aunque pueden presentarse variaciones anatómicas individuales, aspecto relevante para la comprensión de la fisiología renal y su relación con las alteraciones del sistema urinario abordadas en la presente investigación (Fossum, 2019).

Para Fossum, (2019), el riñón es un órgano fundamental que desempeña múltiples funciones esenciales para el mantenimiento del equilibrio interno del organismo, entre las que se destacan la excreción de productos de desecho metabólico, la regulación del volumen y la composición de los líquidos corporales, así como la conservación del equilibrio ácido-base.

Su adecuado funcionamiento depende directamente del flujo sanguíneo renal, el cual se encuentra estrechamente vinculado a la actividad cardíaca, ya que el corazón garantiza la

perfusión necesaria para que se desarrollen los procesos de filtración glomerular, reabsorción y secreción tubular en las nefronas. Desde el punto de vista funcional, los riñones cumplen tres funciones principales: excretora, reguladora y de síntesis (Chumbi, 2020).

La función excretora permite la eliminación de sustancias tóxicas y productos nitrogenados derivados del metabolismo mediante la formación de la orina, mientras que la función reguladora se encarga del control de los líquidos corporales, los electrolitos y los minerales esenciales para la vida, a través de mecanismos complejos que incluyen la filtración, la secreción y la reabsorción tubular, lo que posibilita la recuperación de agua, sales y nutrientes indispensables. Asimismo, se menciona que alteraciones en la función cardiovascular pueden afectar la irrigación renal y comprometer estos procesos, influyendo negativamente en la homeostasis y en la salud del sistema urinario (Fossum, 2019).

Por su parte, Hall et al., (2021) manifiesta que entre los principales productos de desecho eliminados por el riñón se encuentran la urea, la creatinina, el ácido úrico, los subproductos de la degradación de la hemoglobina, como la bilirrubina, y diversos metabolitos hormonales. Estas sustancias deben ser removidas del organismo de manera oportuna para evitar alteraciones metabólicas.

El mismo autor indica que, los riñones son órganos de color marrón rojizo, cuya tonalidad se debe a su abundante irrigación sanguínea. Su forma varía según la especie; sin embargo, en los perros presentan una morfología semejante a un frijol. En mamíferos domésticos

como bovinos, ovinos, caprinos, equinos y felinos, la superficie renal suele ser lisa y uniforme.

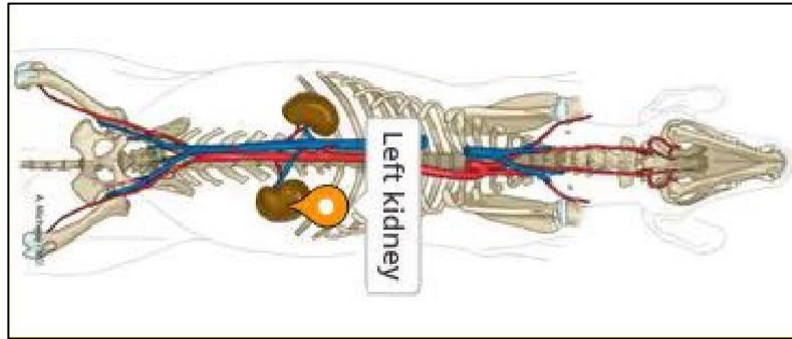


Figura 1: Anatomía de los riñones y su irrigación sanguínea

2.2.1.2. Uréter

Los uréteres se originan en la pelvis renal, emergen por el hilio renal y se dirigen caudalmente hasta desembocar en la vejiga urinaria, ingresando dorsalmente cerca de su cuello (Chumbi, 2020)

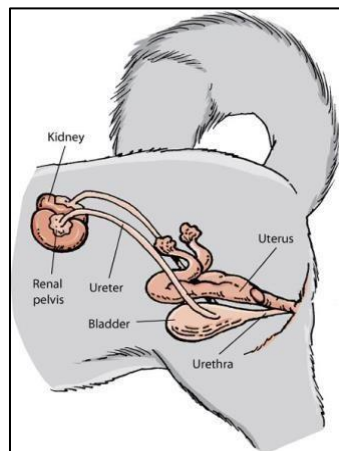


Figura 2: Anatomía del sistema reproductor femenino canino

2.2.1.3. Vejiga urinaria

Zamora y Osorio (2015), describen a la vejiga como un órgano con forma ovalada o piriforme, localizado en la región pélvica cuando se encuentra vacía. Al llenarse, puede extenderse hacia la pared abdominal. En su región posterior se observan los orificios de los uréteres, mientras que su porción distal forma el cuello, el cual se continúa con la uretra.

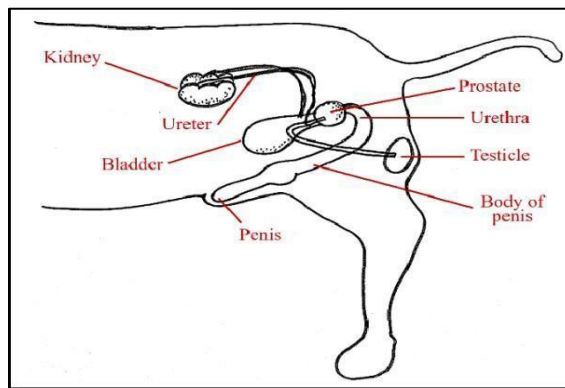


Figura 3: Anatomía de la vejiga urinaria

2.2.1.4. Uretra

Rosero (2014), explica que la uretra es el conducto encargado de comunicar la vejiga urinaria con el exterior del organismo. En los machos, se divide en una porción pelviana y otra extrapelviana, la cual se prolonga hasta el glande del pene, y en esta estructura desembocan tanto los conductos deferentes como las glándulas sexuales accesorias. En las hembras, la uretra se extiende desde el cuello vesical hasta el vestíbulo vaginal.

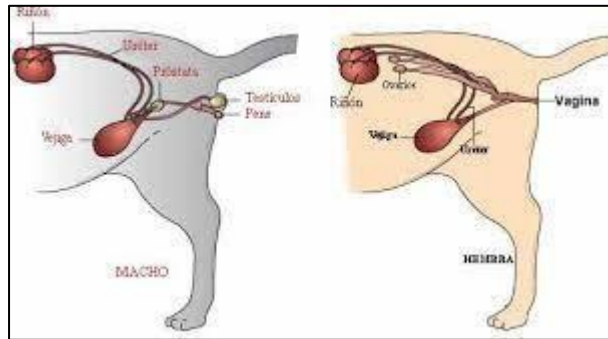


Figura 4: Uretra canina

2.2.2. Producción de orina

La formación de la orina inicia con la ultrafiltración del plasma en el glomérulo, donde se obtiene un filtrado que posteriormente es modificado a lo largo de los túbulos renales. La orina está compuesta aproximadamente por un 96 % de agua, un 2,5 % de desechos metabólicos proteicos y un 1,5 % de otras sustancias, como urobilina y urocromo. Durante este proceso, se reabsorben sustancias útiles como agua, glucosa y electrolitos, permitiendo así la formación de la orina definitiva (Zamora y Osorio, 2015)

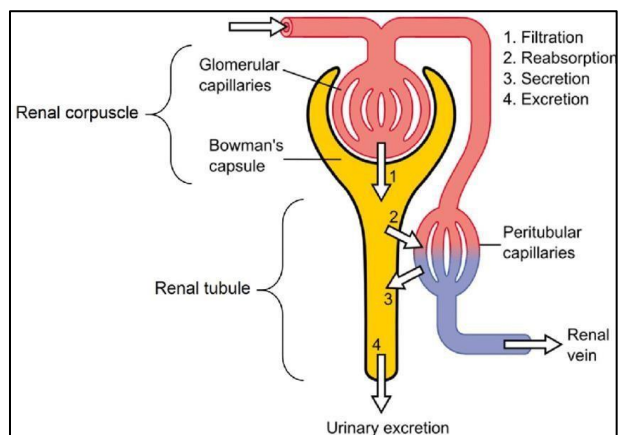


Figura 5: Producción de orina

Hall et al., (2021), explica que en caninos debe realizarse siguiendo un procedimiento

sistemático que garantice la calidad y representatividad de la muestra para su análisis. En primer lugar, se evalúa al paciente y se define el método de recolección más adecuado según el objetivo diagnóstico, el estado clínico del animal, los métodos más utilizados son la micción espontánea y la cistocentesis. En segundo lugar, se prepara el material necesario, que incluye guantes, recipientes limpios o estériles debidamente rotulados, material de desinfección, en caso de procedimientos invasivos, jeringas y agujas estériles. Posteriormente, se posiciona al paciente de manera segura y se procede a la recolección de la muestra. Cuando se emplea la micción espontánea, se estimula al canino para orinar y se recoge la muestra del chorro medio, evitando la contaminación con el suelo o estructuras externas. Si se opta por la cistocentesis, se desinfecta la región abdominal, se inmoviliza al paciente y se punciona la vejiga urinaria con técnica estéril para aspirar la muestra.

Finalmente, la muestra obtenida debe ser analizada lo antes posible; si esto no es factible, se recomienda su conservación en refrigeración por un tiempo limitado para prevenir alteraciones fisicoquímicas y microbiológicas. La aplicación rigurosa de cada uno de estos pasos asegura resultados confiables y una adecuada interpretación clínica en el uroanálisis canino (Eneque, 2017).

2.2.3. Cristaluria

La cristaluria se define como la presencia de cristales en la orina y su correcta identificación resulta fundamental para el establecimiento de protocolos médicos orientados a la prevención y disolución de urolitos. En la práctica clínica, su detección se

realiza principalmente mediante procedimientos de laboratorio de carácter cualitativo, y aunque en la mayoría de los casos la cristaluria es asintomática, suele asociarse con la formación de cálculos urinarios. La presencia de cristales en cantidades significativas puede indicar la existencia de una patología subyacente o de desequilibrios nutricionales que favorecen la excreción excesiva de determinados compuestos, siendo el pH urinario uno de los factores determinantes en el tipo de cristal formado. La aparición de micro agregados cristalinos representa un importante factor de riesgo litogénico, ya que facilita la progresión hacia la urolitiasis (McPherson y Pincus, 2022).

Observación de los cristales se realiza mediante microscopía de campo brillante, aunque su identificación precisa puede requerir el uso de luz polarizada u otros métodos especializados. En los animales domésticos, los cristales de mayor relevancia diagnóstica incluyen los de fosfato amonio-magnésico (estruvita), oxalato de calcio, fosfatos, ácido úrico y cistina. Asimismo, la formación de elementos mineraloides se ve favorecida por la retención urinaria, la concentración de la orina, el pH y las variaciones de temperatura, factores que influyen directamente en la precipitación de sales, cuya identificación se basa principalmente en el análisis de su morfología cristalina (Aké-Chiñas et al., 2023).

2.2.4. Fisiopatología de la cristalización urinaria

La cristalización urinaria ocurre cuando la orina alcanza un estado de sobresaturación de minerales. En condiciones normales, los solutos permanecen disueltos; sin embargo, cuando aumenta su concentración o se modifican factores como el pH urinario, la densidad urinaria, la hidratación y la dieta, estos minerales pueden precipitar y formar cristales.

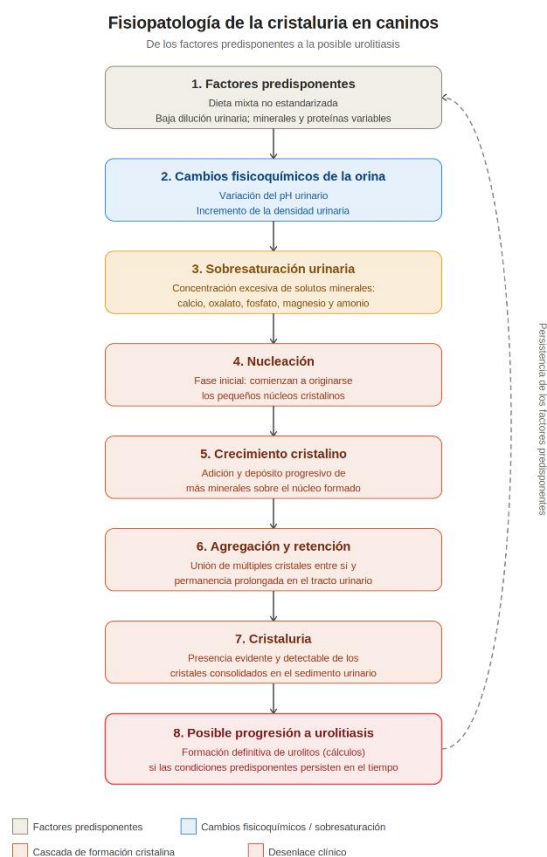


Figura 6: Fisiopatología de la cristalización urinaria

El proceso inicia con la sobresaturación urinaria, seguida de la nucleación, crecimiento y agregación de cristales. Si estas condiciones persisten, la cristaluria puede progresar hacia la formación de urolitos. En este proceso, el pH urinario cumple un papel importante, ya que la estruvita se favorece en orinas neutras o alcalinas, mientras que el oxalato de calcio suele relacionarse con orinas ácidas o neutras. En los animales de refugio, la dieta mixta no estandarizada puede influir en la composición de la orina, debido a variaciones en el aporte de proteínas, calcio, fósforo, magnesio, sodio y otros minerales. Por ello, el consumo de avena, piltrafas, harina, balanceado sin marca definida, arroz y vegetales puede modificar el equilibrio urinario y favorecer la aparición de cristales, especialmente

si se acompaña de cambios en el pH y en la densidad urinaria (Ribeiro y Oliveira, 2024).

2.2.4.1. Cristales de oxalato de calcio

Entre los compuestos de predominio ácido que pueden identificarse en el uroanálisis canino se encuentran los cristales de oxalato de calcio, tanto en su forma monohidratada ($\text{C}_2\text{O}_4\text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}$) como dihidratada ($\text{C}_2\text{O}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Estas estructuras cristalinas se forman predominantemente en un pH urinario ácido a ligeramente neutro, generalmente inferior a 6,5, y se caracterizan por ser insolubles en la orina. Morfológicamente, los cristales dihidratados presentan una forma típica de octaedro o “sobre”, mientras que los monohidratados suelen observarse con una apariencia más alargada (Lulich et al., 2016). Aunque los cristales de oxalato de calcio pueden encontrarse ocasionalmente en orinas normales, su presencia en grandes cantidades adquiere relevancia clínica, ya que puede estar asociada con patologías del tracto urinario, especialmente con la formación de urolitos. Su precipitación no depende exclusivamente de la concentración urinaria de calcio u oxalato, sino de factores que favorecen la acidificación persistente de la orina, así como de posibles alteraciones metabólicas o dietéticas. En este contexto, la evaluación del pH urinario, junto con otros parámetros fisicoquímicos del uroanálisis, resulta fundamental para una correcta interpretación diagnóstica y para la prevención de urolitos relacionados con la cristaluria por oxalato de calcio en caninos (Bartges, 2020).

2.2.4.2. Cristales de ácido úrico

El ácido úrico ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4$) puede presentar una morfología cristalina variable, adoptando formas prismáticas, romboidales, en roseta o fusiformes; esta diversidad estructural puede

dificultar su identificación microscópica, por lo que es necesario realizar un análisis cuidadoso durante el estudio del sedimento urinario. Diversos estudios han señalado que la variabilidad morfológica de los cristales urinarios representa un desafío diagnóstico, especialmente en el análisis microscópico rutinario del uroanálisis (Da Silva et al., 2021).

La formación de cristales de ácido úrico ocurre principalmente en condiciones de pH urinario ácido, generalmente inferior a 5.5, ya que en este medio el ácido úrico presenta baja solubilidad, lo que favorece su precipitación y la formación de cristales o cálculos renales. Por el contrario, cuando el pH de la orina es neutro o alcalino, el ácido úrico aumenta su solubilidad, lo que disminuye significativamente el riesgo de cristalización (McPherson y Pincus, 2022; Bartges, 2020). Asimismo, investigaciones recientes han demostrado que alteraciones metabólicas, dietas hiperproteicas y condiciones que favorecen la acidificación urinaria incrementan la formación de este tipo de cristales en caninos (Kopecny et al., 2021).

2.2.4.3. Cristales de urato

Los uratos amorfos corresponden a sales del ácido úrico, entre las que se incluyen uratos de sodio, potasio, calcio, magnesio y amonio. A diferencia del ácido úrico libre, estas sales se desarrollan predominantemente en medios de pH ácido, donde su solubilidad disminuye de manera significativa, favoreciendo su precipitación en el sedimento urinario. Morfológicamente, pueden cristalizar en forma de agujas finas o estructuras estrelladas; sin embargo, en el examen microscópico suelen observarse como un precipitado amorfo de color amarillo parduzco, característica atribuida a la absorción de pigmentos urinarios,

lo que puede dificultar su diferenciación de otros precipitados no cristalinos (McPherson y Pincus, 2022).

En caninos, la formación de cristales de urato ocurre principalmente cuando el pH urinario se encuentra en rangos ácidos, generalmente entre 5.0 y 6.5, condiciones que reducen la solubilidad del urato y facilitan su precipitación. No obstante, la presencia de estos cristales no debe interpretarse únicamente como una alteración del pH urinario, ya que suele estar asociada a trastornos metabólicos del ácido úrico, particularmente a enfermedades hepáticas o a la presencia de derivaciones portosistémicas. En razas como el Dálmata, esta cristaluria adquiere especial relevancia clínica debido a defectos hereditarios en el transporte hepático del ácido úrico, lo que incrementa su excreción urinaria (Osborne et al., 2009).

Por ello, la correcta identificación de los uratos amorfos en el uroanálisis constituye una herramienta diagnóstica esencial que permite orientar de manera temprana la evaluación clínica, el diagnóstico diferencial y la instauración de un tratamiento adecuado.

En el presente estudio, los cristales clasificados dentro del grupo de uratos deben interpretarse como cristales compatibles con urato de amonio o biurato de amonio cuando la observación microscópica evidenció estructuras amarillo-parduzcas, redondeadas o irregulares, con prolongaciones espiculadas tipo “manzana espinosa”, o agregados amorfos compatibles con sales de urato. Esta identificación se correlacionó con el pH urinario ácido o neutro, la densidad urinaria y el resto del sedimento, debido a que la literatura clínica veterinaria describe que el biurato de amonio puede observarse en orinas

ácidas a neutras y que su presencia se asocia con alteraciones del metabolismo de purinas, razas predispuestas, enfermedad hepática o derivaciones portosistémicas (Van Vertloo, L. 2025).

Desde el punto de vista metodológico, la microscopía permite una identificación morfológica presuntiva sólida, pero no equivale a una confirmación mineralógica absoluta. Si existiera un urolito disponible, la confirmación definitiva de la composición requeriría análisis mineral por espectroscopia infrarroja, difracción de rayos X u otro método especializado (Lulich et al., 2016). En esta investigación, al tratarse de cristaluria y no necesariamente de cálculo recuperado, el término más preciso es “cristales compatibles con urato de amonio”, sustentado por la morfología microscópica y por los parámetros fisicoquímicos del uroanálisis.

2.2.4.4. Cristales de fosfato cálcico

El fosfato cálcico ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) puede presentarse en el sedimento urinario con diversas morfologías, entre las que se incluyen estructuras estelares en forma de rosetas o estrellas, así como configuraciones laminares. En condiciones fisiológicas normales, este compuesto no suele cristalizar; sin embargo, su presencia se asocia con procesos metabólicos patológicos como la hipercalciuria y la hiperfosfaturia, además de alteraciones del sistema urinario, entre ellas la estasis urinaria y las obstrucciones del tracto urinario (Santamaría y Upegui, 2025).

En caninos, la formación de cristales de fosfato de calcio ocurre predominantemente en orina con pH alcalino, generalmente superior a 6.5–7.0, condición que favorece la

disminución de su solubilidad y su posterior precipitación en el sedimento urinario. Entre las principales formas de fosfato de calcio identificadas en el uroanálisis se encuentran la apatita y el fosfato cálcico amorfo, los cuales suelen observarse microscópicamente como estructuras granulares o agregados poco definidos (Westropp y Ling, 2023).

La aparición de estos cristales se relaciona con orinas persistentemente alcalinas, dietas con elevado contenido de calcio o fósforo y con infecciones del tracto urinario ocasionadas por bacterias ureasa-positivas, las cuales incrementan el pH urinario. Asimismo, alteraciones metabólicas que afectan el equilibrio calcio-fósforo pueden contribuir a su formación. Aunque la presencia ocasional de cristales de fosfato de calcio puede carecer de relevancia clínica, su detección persistente reviste importancia diagnóstica debido a su potencial asociación con la urolitiasis, por lo que resulta esencial una interpretación integral del uroanálisis en el contexto clínico del paciente canino. (McPherson y Pincus, 2022).

2.2.4.5. Cristales de estruvita

Los cristales de estruvita, también denominados fosfato triple, están compuestos por fosfato de amonio y magnesio ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) y se forman predominantemente en orinas con pH alcalino. Diversos estudios recientes señalan que constituyen uno de los tipos de cristales más frecuentes en el sedimento urinario de caninos, especialmente en presencia de infecciones del tracto urinario o alteraciones en la dieta (Bartges y Callens, 2022; Westropp y Buffington, 2020). Morfológicamente, presentan una estructura prismática característica, descrita comúnmente como “tapa de ataúd”, lo que facilita su

reconocimiento microscópico (Osborne et al., 2020).

No obstante, investigaciones actuales destacan que estos cristales pueden presentar variaciones en su forma debido a procesos de fragmentación o cambios en las condiciones fisicoquímicas de la orina, adoptando estructuras irregulares que dificultan su identificación (Grauer, 2021). En este sentido, la evaluación microscópica del sedimento urinario constituye una herramienta fundamental para su correcta identificación, permitiendo diferenciar los cristales de estruvita de otros tipos como los de oxalato de calcio o ácido úrico, en función de su morfología, tamaño y disposición en el campo microscópico (Osborne et al., 2020).

En caninos, la presencia de cristales de estruvita adquiere especial relevancia clínica, ya que su formación se encuentra estrechamente relacionada con infecciones del tracto urinario inferior, particularmente aquellas causadas por bacterias productoras de ureasa, como *Staphylococcus* spp. y *Proteus* spp. Estas bacterias hidrolizan la urea en amoníaco, lo que provoca un aumento del pH urinario y genera un entorno favorable para la precipitación de magnesio, amonio y fosfato, promoviendo así la formación de cristales y urolitos de estruvita (Salazar, 2022; Osborne et al., 2009).

Además, factores como la estasis urinaria, la concentración elevada de minerales y determinadas prácticas dietéticas pueden contribuir a su desarrollo. La identificación precisa de estos cristales durante el uroanálisis resulta fundamental, ya que permite establecer asociaciones directas con infecciones urinarias activas, desequilibrios metabólicos y alteraciones del pH urinario, lo que facilita un diagnóstico oportuno y

orienta el manejo clínico y terapéutico adecuado en la práctica veterinaria (McPherson y Pincus, 2022; Westropp y Ling, 2023).

Factores genéticos también desempeñan un papel relevante, ya que ciertas razas muestran una mayor susceptibilidad a su formación; tomo como ejemplo la raza de perro dálmata que han sido descritos como una de las razas con mayor predisposición a alteraciones urinarias (Santamaría y Upegui, 2025).

En los perros de raza Dálmata, existe una predisposición genética bien documentada para la formación de cristales y cálculos de urato (sales de ácido úrico), debido a un defecto heredado en el metabolismo de las purinas que no se observa en la mayoría de las demás razas caninas.

En la mayoría de los perros, el ácido úrico, producto final de la degradación de las purinas, es convertido en el hígado en alantoína, una sustancia más soluble que se elimina fácilmente por la orina. En los dálmatas, se ha descrito una predisposición genética a la formación de urolitos de urato, debido a un defecto en el transporte hepático del ácido úrico que limita su conversión a alantoína, favoreciendo así la excreción de compuestos menos solubles en la orina. Esta condición metabólica, presente en la raza, puede incrementarse por factores fisiológicos como el menor diámetro uretral en machos, lo que aumenta el riesgo de obstrucción urinaria; sin embargo, no todos los individuos desarrollan urolitiasis clínica, lo que evidencia la influencia adicional de factores ambientales y metabólicos (Bannasch et al., 2004; McPherson y Pincus, 2022; Westropp y Ling, 2023).

La predisposición a la urolitiasis en diversas razas caninas varía notablemente según la composición del cristal; razas como el Schnauzer miniatura, Shih Tzu y Cocker Spaniel son frecuentemente citadas por su vulnerabilidad al desarrollo de cálculos de estruvita y oxalato de calcio. Epidemiológicamente, los urólitos de estruvita representan una porción significativa de los casos clínicos reportados, con prevalencias que oscilan entre el 42,3% y el 43,6% del total de diagnósticos (Kopecny et al., 2021).

Este tipo de cristaluria es predominantemente más común en hembras -representando hasta el 64,8% de los casos en algunos estudios- debido a su asociación intrínseca con infecciones del tracto urinario por bacterias productoras de ureasa, las cuales hidrolizan la urea, elevan el pH urinario y facilitan la precipitación mineral (Aké-Chiñas et al., 2021; Boy et al., 2025). Asimismo, el manejo nutricional juega un papel determinante en esta patogénesis; el consumo de dietas con desequilibrios en los niveles de magnesio, fósforo y proteínas, o con una baja calidad nutricional, favorece la sobresaturación de solutos y la alcalinización de la orina, incrementando significativamente el riesgo de formación de estos cristales (Ruiz Castiblanco, 2023; Pires Correia, 2025).

2.2.4.6. Cristales de cistina

Los cristales de cistina se observan en el sedimento urinario generalmente como láminas hexagonales, incoloras y transparentes, y aunque su hallazgo es poco frecuente, posee un alto valor diagnóstico. Su presencia está directamente asociada a la cistinuria canina, un trastorno metabólico congénito caracterizado por un defecto en la reabsorción tubular renal de la cistina y de otros aminoácidos dibásicos, como la lisina, arginina y ornitina.

Esta alteración provoca una excreción excesiva de cistina en la orina, aminoácido que presenta baja solubilidad, especialmente en orinas concentradas y de pH ácido, lo que favorece su cristalización y la posterior formación de urolitos (Stockham y Scott, 2013; Osborne et al., 2009).

Desde el punto de vista clínico, la identificación de cristales de cistina en perros es considerada patognomónica de cistinuria y suele observarse con mayor frecuencia en machos, debido a factores anatómicos que incrementan el riesgo de obstrucción urinaria. Por ello, su detección en el uroanálisis justifica una evaluación clínica integral, orientada a prevenir episodios recurrentes de urolitiasis y posibles complicaciones renales (Westropp y Ling, 2023).

2.2.4.7. Cristales de creatinina

En caninos, los cristales de creatinina son un hallazgo poco frecuente en el sedimento urinario y presentan una morfología rectangular o prismática, similar a la observada en los cristales de ácido úrico; no obstante, se diferencian de estos por su comportamiento en medios anfóteros y por su mayor solubilidad en ambientes ácidos, característica que puede orientar su identificación microscópica, la creatinina es un metabolito endógeno derivado del metabolismo de la creatina y la fosfocreatina muscular, por lo que su producción está directamente relacionada con la masa y la actividad muscular (Stockham y Scott, 2013).

En condiciones fisiológicas, es filtrada por el glomérulo y excretada de manera relativamente constante; sin embargo, en situaciones patológicas como distrofias musculares, miositis difusas, traumatismos musculares o procesos catabólicos intensos, su

liberación puede incrementarse de forma significativa. Cuando la creatinina es excretada en concentraciones elevadas y se combina con condiciones urinarias favorables, como la concentración de la orina o alteraciones del pH, puede precipitar y cristalizar, permitiendo su detección en el uroanálisis. Aunque estos cristales no suelen tener un significado patológico directo a nivel urinario, su identificación reviste importancia clínica en medicina veterinaria, ya que constituye un indicador indirecto de alteraciones musculares o metabólicas subyacentes y debe interpretarse en conjunto con la evaluación clínica del paciente, pruebas bioquímicas séricas y otros hallazgos del examen urinario (Stockham y Scott, 2013; McPherson y Pincus, 2022).

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo, corresponde a un estudio de tipo descriptivo y correlacional, debido a que se fundamenta en la recolección, medición y análisis de datos numéricos relacionados con la presencia de cristaluria en perros, caracterizando la frecuencia de esta condición y su relación con diversos factores de riesgo, tales como la edad, sexo, fenotipo y el tipo de alimentación.

En cuanto al diseño metodológico, la investigación es no experimental, transversal y observacional, dado que las variables de estudio se analizan en su contexto natural, sin manipulación alguna, y la recolección de datos se realiza en un único momento temporal. Por lo tanto, los animales no son sometidos a ningún tipo de intervención terapéutica, limitándose el estudio a la observación y registro de hallazgos clínicos y laboratoriales.

3.2. Población o muestra

La investigación fue realizada en el refugio Patitas Nobles, en el barrio el Calvario en la parroquia de Picaihua en el cantón Ambato provincia de Tungurahua. Esta zona se encuentra a una altitud de 2800 m.s.n.m en la misma habitan un total de 140 animales cuyas edades van desde los 0 a 15 años.

Fórmula para determinar la muestra a realizar

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Donde:

n = tamaño muestral mínimo

N = tamaño de la población (140)

Z = valor crítico para el nivel de confianza (1.96 para 95%)

e = error máximo admisible (0.05)

P = proporción esperada del fenómeno (0.5)

Q=1-P (0.5)

Resolviendo:

$$n = \frac{140 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(140 - 1) \cdot 0.05^2 + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 103$$

$$n = \frac{134.456}{1.3079} \approx 103$$

$$n = 103$$

Al sustituir los valores en la fórmula, se obtuvo un tamaño muestral de 103 caninos. Los animales fueron seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional,

considerando la disponibilidad de los pacientes, la estabilidad clínica y los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Por esta razón, los resultados describen el comportamiento de la población evaluada en el refugio y deben interpretarse dentro de este contexto metodológico.

3.3. Prueba de Hipótesis

Hipótesis nula (H0): No existe asociación estadísticamente significativa entre la presencia de cristaluria y las variables edad, sexo, pH urinario, densidad urinaria, fenotipo y tipo de alimentación en los caninos evaluados.

Hipótesis alternativa (H1): Existe asociación estadísticamente significativa entre la presencia de cristaluria y al menos una de las variables edad, sexo, pH urinario, densidad urinaria, fenotipo o tipo de alimentación en los caninos evaluados.

3.4. Manejo de la Investigación

3.4.1. Ubicación del experimento

La investigación se llevó a cabo en el refugio Patitas Nobles, ubicado en el barrio El Calvario, perteneciente a la parroquia de Picaihua, cantón Ambato, provincia de Tungurahua, Ecuador. Esta zona se caracteriza por una altitud aproximada de 2800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas frescas con promedio de 14°C, localizado en las siguientes coordenadas geográficas: latitud S 1°16'0" y longitud W 78°34'60".

3.4.2. Características de sitio

Clima

La parroquia de Picaihua, donde se llevó a cabo la investigación, presenta condiciones meteorológicas que se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Condiciones meteorológicas del lugar*

Característica	Descripción
Altitud	2800 metros sobre el nivel del mar.
Temperatura	Media anual de 15 °C.
Precipitación anual	632mm.
Clima	Templado frío.
Humedad relativa	75 %.

Nota: condiciones meteorológicas del lugar, (INAMHI, 2023).

3.4.3. Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados en la investigación se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. *Materiales y equipos utilizados en la investigación*

Material/Equipo	Especificaciones/características	Uso en el estudio
Centrífuga	Clínica, capacidad para tubos de 10 mL, velocidad regulable (mínimo 1500 rpm)	Sedimentación de la orina para concentrar cristales y células antes del examen microscópico.
Microscopio	Binocular, con objetivos 10×, 40× y 100× (con aceite de	Identificación morfológica de cristales, leucocitos, hematíes

	inmersión); luz halógena o LED	y otros elementos del sedimento urinario.
Tiras reactivas	VetScan UA (o equivalente), con parámetros: pH, proteínas, glucosa, cetonas, bilirrubina, sangre, leucocitos, nitritos	Evaluación semicuantitativa de las propiedades físicoquímicas de la orina antes del centrifugado.
Placas porta y cubre objetos	Portaobjetos de vidrio de 75×25 mm; cubreobjetos de 22×22 mm	Preparación del sedimento urinario para observación microscópica.
Tubos de ensayo	Tubos cónicos de plástico o vidrio, graduados, de 10 mL, con tapa hermética	Recolección, almacenamiento y centrifugación de las muestras de orina.
Jeringas de 3 mL	Desechables, con aguja hipodérmica calibre 21 G – 25 G (según tamaño del animal)	Obtención de orina por cistocentesis guiada por ecografía.
Guantes	De nitrilo o látex, no estériles (de examen)	Protección del personal y prevención de contaminación cruzada durante la manipulación de muestras.
VetScan (analizador)	Analizador portátil de orina VetScan UA (marca Abaxis / Zoetis)	Lectura automatizada de la tira reactiva, proporcionando valores cuantitativos (pH, proteínas, glucosa, etc.) y reduciendo sesgo de interpretación visual.
Ecógrafo	Portátil, con transductor convexo o microconvexo (frecuencia 5–7,5 MHz)	Guiar la cistocentesis en tiempo real, evaluar pared vesical, tamaño de la vejiga y presencia de litiasis o sedimentos.

Refractómetro	Manual de uso clínico	Medición precisa de la
	veterinario, escala de 1.000 a	densidad urinaria
	1.050; con compensación	(concentración de solutos).
	automática de temperatura	

3.5.Recolección de datos

Material biológico experimental

Los sujetos de estudio estuvieron representados por caninos domésticos (*Canis lupus familiaris*) albergados en el refugio Patitas Nobles, ubicado en la parroquia de Picaihua. Todos los animales incluidos en la muestra (n=103) cumplieron con los siguientes criterios de selección: edad igual o superior a un año, independientemente del sexo o del fenotipo racial.

Obtención de información mediante la anamnesis y el examen clínico general

Previo al inicio del estudio, se realizó un examen clínico general a cada animal con la finalidad de determinar su estado de salud y clasificarlo según edad, sexo, fenotipo y tipo de alimentación. Debido a la naturaleza del centro de acogida, la población estuvo compuesta exclusivamente por animales mestizos, sin predominio de razas puras. Todos los caninos se encontraban sometidos a control reproductivo (machos castrados, hembras esterilizadas), y mantenían una alimentación homogénea proporcionada por el refugio, aspecto que fue registrado para su posterior análisis. Se clasificaron según su edad, una vez realizados un examen físico, evaluando: temperatura (T°), frecuencia cardíaca (FC),

frecuencia respiratoria (FR), tiempo de llenado capilar (TLLC), coloración de las mucosas, linfonódulos reactivos, auscultación torácica, palpación abdominal, pulso femoral, hidratación.

Se excluyeron aquellos animales que presentaban alteraciones evidentes en su estado de salud, enfermedades sistémicas diagnosticadas o condiciones clínicas que pudieran interferir en los resultados del uroanálisis.

3.5.1. Obtención de la muestra de orina

La recolección de las muestras de orina se realizó mediante cistocentesis o micción espontánea, según la condición y el manejo de cada paciente. El método de obtención fue considerado dentro de la interpretación del uroanálisis, debido a que puede influir en la contaminación de la muestra, la presencia de células, bacterias y algunos hallazgos del sedimento urinario. La recolección se efectuó aplicando normas de bioseguridad, rotulación y conservación. Las muestras fueron procesadas en el menor tiempo posible para reducir alteraciones fisicoquímicas o microbiológicas que pudieran modificar la interpretación del pH, la densidad urinaria y el sedimento.

Los datos fueron obtenidos mediante muestras recolectadas en el refugio y examinadas en clínica veterinaria San Vicente ubicada en la ciudad de Ambato

3.5.2. Medición pH urinario

Para la medición del pH urinario se colocó una gota de orina sobre la zona correspondiente de la tira reactiva VetScan UA y se realizó la lectura según las indicaciones del equipo.

Esta tira permite evaluar parámetros físicoquímicos como pH, proteínas, glucosa, cuerpos cetónicos, bilirrubina, urobilinógeno, sangre, leucocitos y nitritos. La densidad urinaria se determinó de forma complementaria mediante refractómetro, debido a que este método ofrece una medición más precisa de la concentración urinaria.

3.5.3. Preparación y centrifugado de la muestra de orina

El restante de la muestra se colocó en un tubo de ensayo con su respectiva cubierta para el proceso de centrifugado. Una vez la orina se colocó en el tubo de ensayo se sometió a 1500 revoluciones por un lapso de 5 minutos.

3.5.4. Interpretación microscópica

Para mejorar la precisión de la interpretación microscópica, se realizaron dos observaciones del sedimento urinario: la primera con objetivo de 10X para el reconocimiento general del campo y la segunda con objetivo de 40X para la identificación morfológica de cristales. Se efectuó un barrido sistemático desde el centro hacia los bordes de la preparación, registrando el tipo de cristal observado.

La identificación microscópica se realizó mediante la observación detallada de la morfología cristalina a 40X, siguiendo los criterios diagnósticos estandarizados. Se consideró compatible con estruvita (fosfato amónico magnésico) la presencia de prismas incoloros de tres a seis lados con extremos oblicuos, con la apariencia clásica de "tapas de ataúd" o "baúles", frecuentemente asociados a un pH urinario alcalino (Aké-Chiñas et al., 2021; Boy et al., 2025). En el caso del oxalato de calcio, se diferenciaron dos formas: el dihidratado, identificado por estructuras octaédricas incoloras con forma de "sobre" o una

"X" en su centro, y el monohidratado, que presentó morfología de "pesas" o "listones de cerca", ambos predominantes en medios ácidos a neutros (Aké-Chiñas et al., 2023). Por su parte, la cistina se identificó mediante la detección de láminas hexagonales, incoloras, planas y delgadas, cuya presencia es patognomónica de defectos en el transporte de aminoácidos (Ribeiro y Oliveira, 2024). Finalmente, el urato de amonio se diagnosticó cuando los cristales presentaron una coloración amarillo-parduzca, morfología esférica o irregular con bordes espiculados típicos de "manzana espinosa" (Pires Correia, 2025). Para disminuir errores de clasificación, cada hallazgo se validó solo si se repetía en más de un campo microscópico y se interpretó en conjunto con el pH urinario obtenido mediante VetScan UA y la densidad urinaria medida por refractómetro, asegurando la concordancia entre el microambiente químico y la precipitación de solutos (Lulich et al., 2016).

3.6. Procesamiento de la información y análisis estadístico

3.6.1. Variables

Para analizar la relación entre la cristaluria y los posibles factores asociados, se definieron variables dependientes e independientes. La presencia de cristales y el tipo de estos fueron consideradas variables dependientes; mientras que edad, sexo, pH urinario, densidad urinaria, fenotipo y alimentación se consideraron variables independientes. No obstante, las variables sin categorías comparables dentro de la muestra, como el fenotipo y la alimentación fueron interpretadas únicamente de manera descriptiva y no como factores asociados mediante prueba estadística.

El estado reproductivo, el fenotipo y el tipo de alimentación fueron incorporados para atender la observación institucional; sin embargo, estas tres condiciones resultaron homogéneas en la muestra. En cuanto al fenotipo, todos los caninos evaluados proceden de una población de refugio de rescate social, con predominio absoluto de mestizaje. De igual manera, el régimen alimenticio fue uniforme para todos los animales, basado en el alimento balanceado proporcionado por el refugio. Esta homogeneidad fenotípica y alimentaria limita el análisis de predisposición racial específica o de comparación entre dietas, al no existir grupos contrastantes dentro de la muestra. No obstante, el predominio de mestizos y la alimentación única no invalidan el estudio, ya que permiten caracterizar clínicamente una población real de refugio y valorar la cristaluria en relación con variables urinarias y de manejo.

Tabla 3. *Variables independientes*

Variable	Tipo	Escala/Categoría	Descripción	Observación metodológica
Edad	Cualitativa ordinal	- Joven (1 – 4 años) - Adulto (4 – 8 años) - Senil (≥ 8 años)	Clasificación etaria según rangos estandarizados en caninos.	Variable con variabilidad esperada; permite análisis de asociación.
Sexo	Cualitativa nominal	- Macho - Hembra	Sexo biológico del canino.	Variable con variabilidad (ambos sexos presentes); permite análisis de asociación.
Fenotipo	Cualitativa nominal	- Mestizo	Todos los caninos evaluados son mestizos, sin presencia de razas puras.	Variable homogénea en la muestra. Solo permite descripción, no comparación estadística entre grupos.
Alimentación	Cualitativa nominal	- Balanceado (croquetas) - Casera (sopa de avena, arrozillo, harina, vegetales) - Mixta	Tipo de dieta suministrada por el refugio.	Si todos los caninos reciben el mismo tipo de alimentación (ej. solo mixta), la variable es homogénea y solo permite descripción.
pH urinario	Cuantitativa	- Ácido (pH < 6.5)	Valor medido con tira	Mantener los mismos puntos de

Densidad urinaria	(original) / Cualitativa ordinal (categorizada)	- Neutro (pH 6.5 – 7.5) - Alcalino (pH > 7.5)	reactiva VetScan UA, luego categorizado.	corte en metodología, resultados y discusión.
	Cuantitativa (original) / Cualitativa ordinal (categorizada)	- Hipostenuria ($\leq$ 1.008) - Isostenuria (1.008 – 1.012) - Hiperestenuria ($\geq$ 1.030)	Concentración urinaria medida con refractómetro.	Verificar consistencia de rangos en todo el documento. Valores entre 1.012 y 1.030 se consideran rango normal (no categorizado).

Nota: Fuente propia

Tabla 4. *Variables dependientes*

Variable	Tipo	Escala / Categorías	Descripción	Observación metodológica
Cristaluria	Cualitativa nominal	- Sí - No	Presencia o ausencia de cristales en el sedimento urinario, identificada mediante microscopía óptica (40×).	Variable dicotómica que permite análisis de asociación con factores de riesgo.
Tipo de cristal	Cualitativa nominal	- Estruvita - Oxalato de calcio monohidratado - Oxalato de calcio dihidratado - Urato (ácido úrico, urato de amonio) - Cistina	Estruvita: formada por fosfato de amonio y magnesio hexahidratado; morfología poliédrica con aspecto de "tapa de ataúd". Oxalato de calcio monohidratado: forma de octaedros o "pesa de reloj"; bordes redondeados. Oxalato de calcio dihidratado: forma de bipirámide o "sobre" (<i>envelope</i>), con bordes nítidos. Urato: incluye ácido úrico, urato de amonio y otras sales de ácido úrico. Morfologías	Esta variable solo aplica cuando Cristaluria = Sí . La identificación se basa en criterios morfológicos y fisicoquímicos (pH, densidad).

Variable	Tipo	Escala / Categorías	Descripción	Observación metodológica
		- Otros	variables: prismas, rombos, rosetas, formas fusiformes o esféricas (en el caso del urato de amonio, típicamente “manzana espinosa”). Cistina: constituida principalmente por cistina; morfología ovalada y lisa, con tonalidades que van del amarillo brillante al rojizo castaño.	

Nota: Fuente propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Prevalencia (%) de cristaluria en caninos

De la totalidad de caninos analizados ($n = 103$), se observó presencia de cristales en el sedimento urinario en 22 animales, lo que representa un 21,36 % de la muestra. Por el contrario, 81 perros (78,64 %) no presentaron cristaluria durante el periodo de estudio (Tabla 5).

Tabla 5. *Prevalencia (%) de cristaluria en caninos*

Cristaluria	Número	Porcentaje (%)
Positivos	22	21.36
Negativos	81	78.64
Total	103	100 %

Nota: Fuente propia

La prevalencia de cristaluria observada en la población de caninos del refugio Patitas Nobles fue del 21,36 % (22/103). Este valor se sitúa en un punto intermedio en comparación con investigaciones previas realizadas en condiciones similares. Tigua (2020) reportó 15 casos positivos en 102 perros evaluados, lo que representa una frecuencia del 14,7%; mientras que Mendoza-López et al. (2019), identificó 40 casos

positivos en una población de 105 caninos, equivalente al 38,1 % de su muestra.

Zambrano Loor (2021), en su investigación desarrollada en Guayaquil - Ecuador, reportó frecuencias en prevalencia que alcanzaban el 38,1 %, mientras que, en estudios de Chacón-Morales, Piña-Paucar y Maridueña-Zavala (2024), donde la recolección de muestras se dio mediante cistocentesis, concluyeron que más del 55 % de perros y gatos asintomáticos presentan cristales en orina. Frente a estos dos polos, la cifra hallada en esta investigación (21,36 %) podría interpretarse como un punto intermedio; sin embargo, el gran abanico de cifras sugiere que la cristaluria está lejos de ser un fenómeno homogéneo en el territorio ecuatoriano.

La variabilidad en las frecuencias reportadas (14,7 %, 21,36 % y 38,1 %) sugiere que la cristaluria no depende exclusivamente de la especie, sino que está modulada por múltiples variables poblacionales y metodológicas. Entre ellas se incluyen: el tipo de alimentación (balanceado comercial, casero o mixto), el grado de hidratación y la calidad del agua, el método de recolección de la muestra (micción espontánea vs. cistocentesis), el tiempo de procesamiento de la orina y los criterios microscópicos empleados para clasificar los cristales.

La alimentación, en este estudio, fue un factor homogéneo y controlado, basado en un único tipo de balanceado proporcionado por el refugio. Esto contrasta notablemente con la diversidad de dietas encontradas en pacientes de clínicas veterinarias particulares (balanceados comerciales de distintas marcas, dietas caseras, mixtas, etc.), situación que inevitablemente introduce una fuente adicional de variabilidad en los resultados publicados.

Aké-Chiñas et al., (2023), indica que la urolitiasis en animales de compañía puede

desarrollarse en cualquier segmento del tracto urinario, aunque con mayor frecuencia se localiza en la vejiga. La cristaluria, por sí misma, no equivale a urolitiasis establecida, pero constituye un marcador de riesgo litogénico que puede preceder a la formación de cálculos. De hecho, diversos autores han descrito que los urolitos pueden originarse en diferentes estructuras del sistema urinario y posteriormente migrar hacia la vejiga o la uretra, donde suelen generar obstrucciones y signos clínicos evidentes (Carrillo-Díaz et al., 2015).

Asimismo, se debe considerar que la etiología de la cristaluria en Ecuador a menudo se ve agravada por infecciones urinarias subyacentes, las cuales modifican el pH y facilitan la precipitación mineral, exigiendo un abordaje diagnóstico integral que combine estudios radiográficos, ultrasonográficos y análisis de laboratorio (Boy et al., 2025). Dicho enfoque es imperativo, dado que la urolitiasis canina se manifiesta frecuentemente con complicaciones sistémicas como azotemia y dolor abdominal agudo que requieren intervención quirúrgica inmediata (Speitzer et al., 2022). Dada la naturaleza multifactorial de esta patología, es fundamental que el clínico veterinario considere la hipersaturación mineral como un proceso dinámico condicionado tanto por la composición de la dieta como por la predisposición genética del paciente (Pires Correia, 2025; Ribeiro y Oliveira, 2024).

4.1.2. Identificación y clasificación de los cristales urinarios presentes en las muestras estudiadas

De los 22 animales positivos que mostraron algún tipo de cristal en el sedimento urinario, la estruvita fue el tipo más frecuente, con 8 registros que representan el 36,36 % de los perros con cristaluria. Le siguieron los cristales de oxalato de calcio,

identificados en 6 caninos (27,27 %). Tanto la cistina como los uratos se observaron en 4 animales cada uno, lo que equivale al 18,18 % de los positivos, respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. *Frecuencia de cristales (%) encontrados en caninos*

Tipo de cristal	Frecuencia	Porcentaje (%)
Cistina	4	18.18
Estruvita	8	36.36
Oxalato de calcio	6	27.27
Uratos	4	18.18
Total	22	100

Nota: Fuente propia.

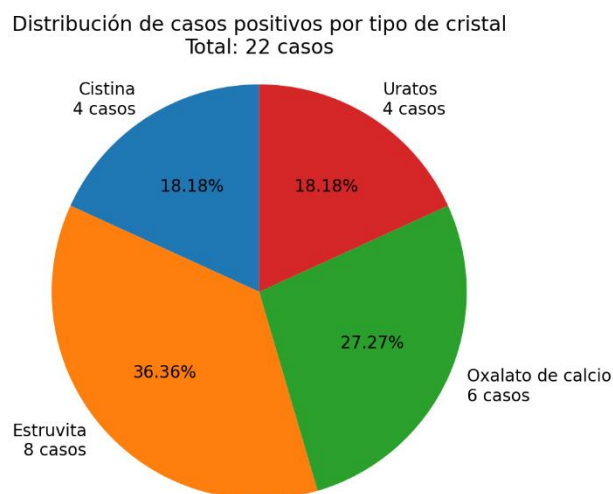


Figura 7: *Frecuencia de cristales (%) encontrados en caninos*

Distribución de cristales por grupo etario

En cuanto a la distribución de los tipos de cristales según la edad (Tabla 7), se observó que ningún canino del grupo etario joven (1 a 4 años) presentó cristaluria,

independientemente del tipo de cristal. En el grupo adulto (4 a 8 años) se identificaron 7 casos positivos, predominando la estruvita (3 casos), seguida del oxalato de calcio (2 casos), mientras que la cistina y los uratos se registraron con un caso cada uno. El grupo senil (≥ 8 años) concentró la mayor frecuencia de cristaluria, con 15 casos: la estruvita fue nuevamente la más común (5 casos), seguida del oxalato de calcio (4 casos), y con 3 casos tanto de cistina como de uratos. En el total general, la estruvita fue el tipo de cristal más frecuente (8 casos, 36,4 % del total de positivos), seguido del oxalato de calcio (6 casos, 27,3 %), mientras que cistina y uratos presentaron 4 casos cada uno (18,2 % respectivamente).

Tabla 7. *Distribución de cristales por grupo etario en caninos*

Grupo Etario	Cistina	Estruvita	Oxalato de calcio	Uratos
Jóvenes	0	0	0	0
Adulto	1	3	2	1
Seniles	3	5	4	3
Total	4	8	6	4

Nota: Fuente propia.

Tabla 8. *Prueba de Chi cuadrado para distribución de cristales por grupo etario en caninos*

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	0,282	3	0,963
Chi Cuadrado MV-G2	0,281	3	0,964

Nota: Fuente propia.

Según los valores reportados en la Tabla 8, el valor de p (0,96) indica que no existe una asociación estadísticamente significativa entre el grupo etario y el tipo de cristal, ya que la probabilidad de que las diferencias observadas se deban al azar es muy alta (96%). Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de independencia.

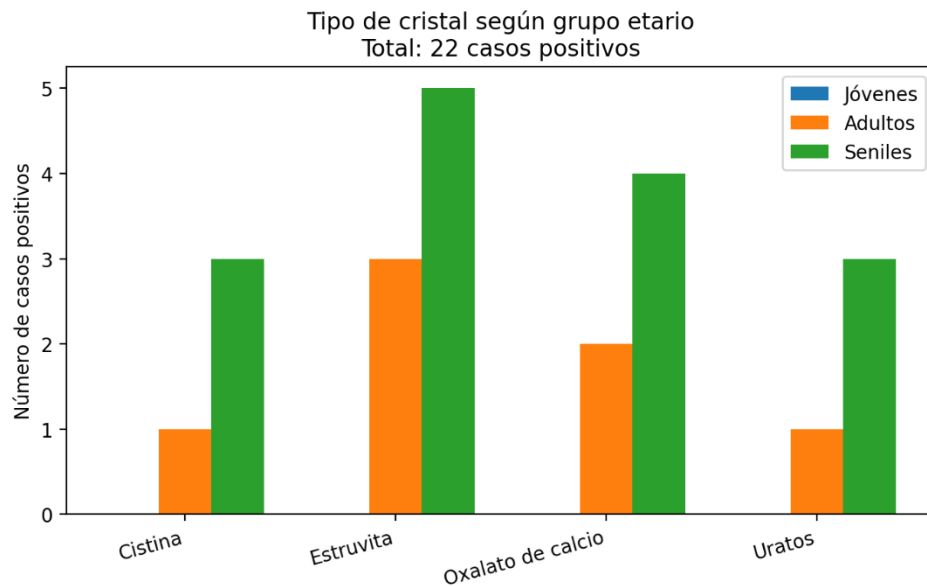


Figura 8: Distribución de cristales por grupo etario en caninos

Estos hallazgos sugieren que la cristaluria en la población estudiada tiende a manifestarse a partir de la edad adulta y se incrementa notablemente en los animales seniles, con la estruvita como el tipo predominante en ambos grupos afectados. Se observa una correlación directa entre el avance de la edad y la presencia de cristales. La ausencia de casos en perros jóvenes (1-4 años) y la concentración del 68,1% de los positivos en el grupo senil (≥ 8 años) sugieren que la cristaluria es un proceso dinámico y acumulativo. Como se menciona en la literatura, la hipersaturación mineral es un proceso condicionado por factores dinámicos como la dieta y la predisposición genética que se manifiestan con mayor frecuencia en etapas avanzadas de la vida (Ribeiro y Oliveira, 2024). Este incremento en pacientes geriátricos puede estar relacionado con una exposición prolongada a factores de riesgo dietéticos o cambios

metabólicos propios de la edad (Boy et al., 2025).

Relación entre el tipo de cristal urinario y el sexo

Tabla 9. *Relación entre el tipo de cristal urinario y el sexo*

Sexo	Tipo de cristal			
	Cistina	Estruvita	Oxalato de calcio	Uratos
Hembras	3	6	4	2
Machos	1	2	2	2
Total	4	8	6	4

Nota: Fuente propia

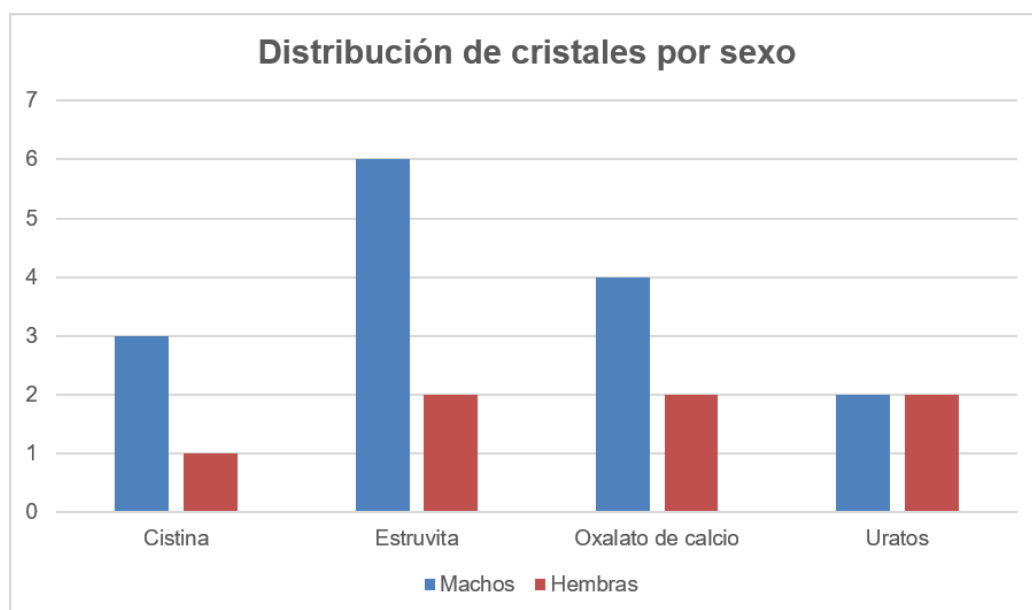


Figura 9: *Relación entre el tipo de cristal urinario y el sexo*

Para la distribución de los cristales hallados por sexo se observa en la Tabla 9 que, de los 4 casos de cistina, 3 correspondieron a hembras y 1 a machos. De los 8 casos de estruvita, 6 se registraron en hembras y 2 en machos. En cuanto al oxalato de calcio, de 6 casos totales, 4 ocurrieron en hembras y 2 en machos. Finalmente, para los uratos,

se identificaron 2 casos en hembras y 2 en machos, siendo el único tipo de cristal con igual distribución entre ambos sexos.

La Tabla 10, prueba de Chi cuadrado para distribución de cristales por sexo, muestra que, en ambos casos, el valor p es superior al nivel de significación convencional de 0,05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de independencia. Esto significa que, en la población estudiada, no existe evidencia estadísticamente significativa de que el sexo influya en el tipo de cristal que desarrollan los caninos.

Tabla 10. *Prueba de Chi cuadrado para distribución de cristales por sexo*

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	0,873	3	0,832
Chi Cuadrado MV-G2	0,841	3	0,840

Nota: Fuente propia

De acuerdo con los datos, las hembras concentran la mayor carga de positividad en tres de los cuatro tipos de cristales: estruvita (75%), cistina (75%) y oxalato de calcio (66,7%). Esta tendencia es particularmente relevante en el caso de la estruvita, donde la relación 6:2 a favor de las hembras coincide con la literatura clínica. Se ha documentado que las hembras presentan una mayor susceptibilidad a las infecciones del tracto urinario debido a una uretra más corta y ancha, lo que facilita la colonización por bacterias productoras de ureasa (como *Staphylococcus spp.*) que alcalinizan el pH y precipitan estos cristales (Ribeiro y Oliveira, 2024).

Este resultado se alinea estrechamente con la investigación de Rosero (2014), donde, el autor evaluó a 96 caninos y reportó que, aunque numéricamente las hembras presentaron una ligera mayor frecuencia de cristales de estruvita (6,25 %) en

comparación con los machos (5,21 %), estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Rosero, concluye que, en las poblaciones caninas de la región interandina, la cristaluria asintomática está más vinculada a la calidad de la dieta y a la alcalinización urinaria resultante que al sexo del animal.

En poblaciones clínicas de México, se ha reportado que el sexo femenino es un factor de riesgo predominante, representando hasta el 58,6 % de los casos de estruvita debido a la mayor incidencia de infecciones urinarias por bacterias productoras de ureasa (Aké-Chiñas et al., 2021; Mendoza-López et al., 2019). Por el contrario, otros autores indican que este tipo de cristaluria es significativamente más frecuente en machos, lo que refuerza la idea de que tu población de refugio se comporta de manera atípica frente a estas tendencias globales (Kopecny et al., 2021).

En cuanto al oxalato de calcio, el hecho de encontrar 4 casos en hembras y solo 2 en machos es un hallazgo que contrasta con diversas revisiones bibliográficas. Tradicionalmente, se considera que los machos tienen una mayor predisposición a los urólitos de oxalato debido a factores metabólicos y hormonales (Pires Correia, 2025). Sin embargo, la mayor frecuencia en hembras en este estudio de Ecuador podría sugerir que, en la población local, factores como la dieta o la baja ingesta de agua -que incrementan la saturación de oxalato y calcio- están superando la predisposición biológica ligada al sexo (Speitzer et al., 2022).

La presencia mayoritaria en hembras (3 de 4 casos) es notable, ya que la cistinuria suele asociarse a defectos hereditarios en el transporte de aminoácidos renales que, en ciertas razas, tienen un componente ligado al sexo o mayor expresión en machos (Pires Correia, 2025). Este resultado refuerza la necesidad de realizar estudios genéticos o de

linaje en los pacientes detectados. La distribución igualitaria (2 machos y 2 hembras) sugiere que este tipo de cristaluria es menos dependiente del sexo y más vinculada a factores metabólicos sistémicos o predisposición racial (como fallos en el metabolismo de las purinas) que afectan a ambos géneros por igual (Ribeiro y Oliveira, 2024; Speitzer et al., 2022).

La detección de estos cristales en hembras, aunque su uretra facilite la expulsión mecánica de pequeños sedimentos, no debe subestimarse. La presencia persistente de cristales de cistina y oxalato de calcio en hembras adultas y seniles representa un riesgo alto de formación de cálculos que no pueden disolverse médicamente, lo que eventualmente conduce a cuadros de cistitis crónica y hematuria (Boy et al., 2025).

4.1.3. Relación entre los parámetros urinarios con la presencia de cristalurias

Relación del tipo de densidad urinaria con el tipo de cristal

La **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** presenta la distribución de los 22 caninos con cristaluria positiva según el tipo de densidad urinaria (hiperestenuria o isostenuria) para cada tipo de cristal identificado. No se registraron casos de hipostenuria en esta muestra. En los cristales de cistina, para los 4 hallazgos, 3 se presentaron en animales con hiperestenuria y 1 en isostenuria; para la estruvita, de los 8 casos, 5 se asociaron a hiperestenuria y 3 a isostenuria; por otro lado, el oxalato de calcio mostró 4 casos con hiperestenuria y 2 con isostenuria de los 6 casos observados; y, finalmente para los uratos, de 4 casos, se distribuyeron equitativamente: 2 en hiperestenuria y 2 en isostenuria.

Tabla 11. *Relación del tipo de densidad urinaria con el tipo de cristal*

Tipo de cristal	Tipo de densidad	
	Hiperestenuria	Isostenuria
Cistina	3	1
Estruvita	5	3
Oxalato de calcio	4	2
Uratos	2	2

Nota: Fuente propia

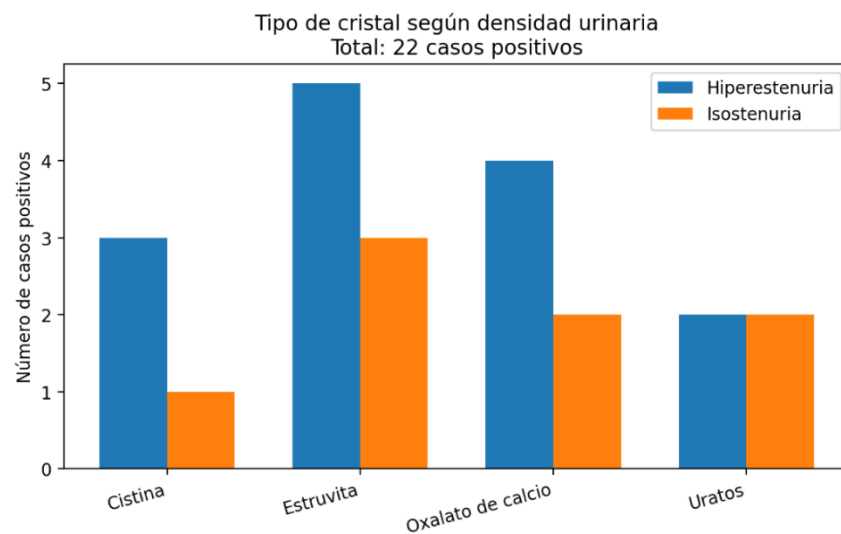


Figura 10: *Relación del tipo de densidad urinaria con el tipo de cristal*

Tabla 12. *Prueba de Chi cuadrado para la relación del tipo de densidad urinaria con el tipo de cristal*

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	0,68	3	0,87

Nota: Fuente propia

En la Tabla 12, el valor de p (0,87) indica que no existe una asociación estadísticamente significativa entre el tipo de cristal y el tipo de densidad urinaria, ya que la probabilidad de que las diferencias observadas se deban al azar es alta (87%). Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de independencia.

En términos generales, la hiperestenuria fue el hallazgo más frecuente, presente en 14 de los 22 animales con cristaluria (63,6 %), mientras que la isostenuria se observó en los 8 casos restantes (36,4 %). Esta tendencia sugiere que la orina concentrada (hiperestenuria) podría favorecer la precipitación de cristales, especialmente de cistina, estruvita y oxalato de calcio. En cambio, los uratos mostraron una distribución más equilibrada entre ambos tipos de densidad, pero debe interpretarse como una observación descriptiva y no como una relación estadísticamente comprobada.

La relación entre la densidad urinaria y la formación de cristales observada en este estudio sugiere que la concentración de solutos es un factor facilitador, aunque no determinante por sí solo, de la cristaluria. En el análisis de los cristales de estruvita, se registró una mayor frecuencia en muestras con densidad elevada, sumando cinco casos de hiperestenuria frente a tres de isostenuria. Un patrón similar se presentó en los cristales de oxalato de calcio, con cuatro casos en hiperestenuria y dos en isostenuria. Estos hallazgos coinciden con las características clínicas descritas en la literatura, donde se reporta que densidades urinarias ≥ 1.025 para estruvita (Aké-Chiñas et al., 2021) y ≥ 1.030 para oxalato de calcio (Aké-Chiñas et al., 2023) son factores de riesgo predominantes que favorecen la sobresaturación mineral.

Esta tendencia guarda una estrecha relación con lo reportado por Tigua (2020), quien identificó una mayor presencia de estruvita en condiciones de hiperestenuria (seis

casos frente a dos en isostenuria) y observó que cristales como el oxalato de calcio y la cistina se presentaron exclusivamente en muestras con alta densidad. Por el contrario, los uratos en este estudio mostraron una distribución equitativa (dos casos en cada condición), lo que sugiere que su precipitación es menos dependiente de la concentración urinaria y podría estar más vinculada a factores metabólicos sistémicos o variaciones dietéticas (Ruiz Castiblanco, 2023).

Desde una perspectiva fisiopatológica, la concentración de cristales en muestras hiperestenúricas es lógica, ya que una orina concentrada reduce la distancia intermolecular de los solutos, facilitando la nucleación y el crecimiento del cristal (Batista et al., 2020). Sin embargo, la falta de asociación estadística significativa en esta investigación ($p = 0,87$) refuerza el carácter multifactorial de la patología. Como señalan diversos autores, la cristaluria no depende únicamente de la densidad, sino de una interacción compleja entre el pH urinario, la solubilidad de los minerales y la estasis urinaria (Ayala-Cruz et al., 2019).

Es por lo que, a pesar de que la hiperestenuria actúa como un factor que potencia la sobresaturación, la interpretación clínica debe ser integral. La presencia de cristales tanto en orinas concentradas como diluidas -especialmente en el caso de los uratos- indica que el diagnóstico debe considerar la morfología microscópica y el contexto clínico del paciente para evitar atribuciones causales simplistas y abordar la enfermedad desde su complejidad dietética y metabólica (Boy et al., 2025; Ruiz Castiblanco, 2023).

Relación del pH con el tipo de cristal

La **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** muestra la relación entre el

tipo de cristal identificado en los 22 caninos con cristalurina positiva y el pH urinario, clasificado en tres categorías: ácido (< 6,5), neutro (6,5 – 7,5) y alcalino (> 7,5). Para la cistina de los 4 casos identificados todos los cristales se presentaron en orina alcalina; por el contrario, la presencia de estruvita (8 casos) predominó en pH neutro con 5 casos, seguido de pH alcalino con 3 casos; en el caso del oxalato de calcio de los 6 hallazgos, se distribuyó principalmente en pH ácido (3 casos), luego en pH neutro (2 casos) y solo un caso en pH alcalino; finalmente los 4 casos de uratos se presentaron en pH ácido con 2 casos y neutro con 2 casos.

Tabla 13. *Relación del pH con el tipo de cristal*

Tipo de cristal	Tipo de pH		
	Ácido	Alcalino	Neutro
Cistina	0	4	0
Estruvita	0	3	5
Oxalato de calcio	3	1	2
Uratos	2	0	2

Nota: Fuente propia.

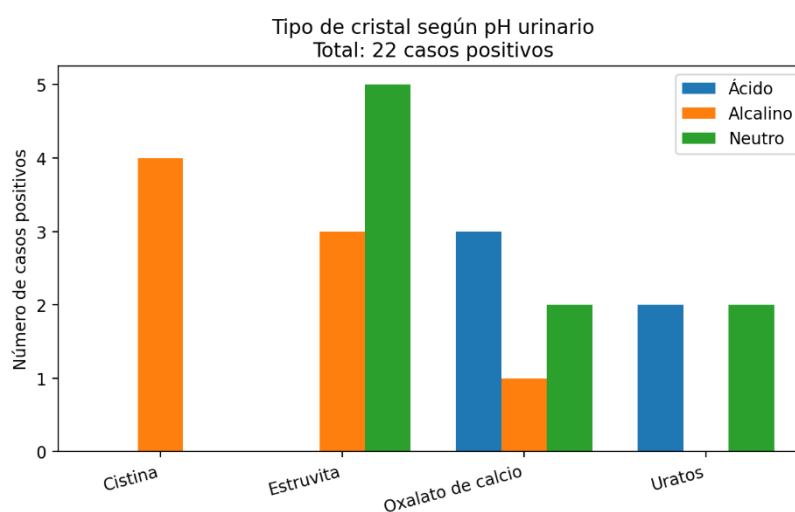


Figura 11: *Relación del pH con el tipo de cristal*

El análisis de Chi-cuadrado de Pearson mostró un valor de 11,63 con 6 grados de libertad y un valor de $p = 0,07$. Este resultado indica que no existe una asociación estadísticamente significativa entre el tipo de cristal y el tipo de pH urinario (ácido, alcalino y neutro), dado que el valor de p es mayor a 0,05. Sin embargo, se evidencia una tendencia a la asociación entre las variables.

Tabla 14. *Prueba de Chi cuadrado para la relación del pH con el tipo de cristal*

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	11,63	6	0,07

Nota: Fuente propia.

En conjunto, estos hallazgos reflejan las condiciones de solubilidad típicas de cada tipo de cristal: la cistina y la estruvita se asocian a pH alcalino o neutro, mientras que el oxalato de calcio y los uratos prefieren medios ácidos o neutros. La ausencia de cristales de cistina y estruvita en orina ácida, así como la ausencia de uratos en orina alcalina, es coherente con la fisiopatología descrita en la literatura. Esta información es útil para orientar el manejo dietético y la prevención de recurrencias en poblaciones de refugio.

La relación entre el pH urinario y la tipología de los cristales observada en este estudio ofrece una perspectiva valiosa sobre el ambiente químico necesario para la precipitación mineral, aunque presenta hallazgos que desafían los paradigmas clásicos de la urología veterinaria. Los resultados muestran que la estruvita predominó en pH neutro (5 casos) y alcalino (3 casos). Fisiopatológicamente, la solubilidad de la

estruvita disminuye significativamente a medida que el pH aumenta, especialmente por encima de 7,0 (Ribeiro y Oliveira, 2024). La presencia de estos 8 casos en rangos no ácidos concuerda con la literatura, que asocia estos cristales con la presencia de bacterias productoras de ureasa (como *Staphylococcus spp.*), las cuales hidrolizan la urea, liberan amoníaco y elevan el pH urinario, facilitando la precipitación mineral (Boy et al., 2025; Pires Correia, 2025).

De los 6 hallazgos de oxalato de calcio, el 50% ocurrió en pH ácido y el 33,3% en neutro, este comportamiento es consistente con los reportes que indican que el oxalato de calcio tiende a formarse en orinas ácidas o levemente neutras. Cabe destacar que el oxalato de calcio es relativamente independiente de las variaciones del pH para su precipitación inicial en comparación con otros minerales, lo que explica por qué se encontró incluso un caso en orina alcalina, sugiriendo que la sobresaturación de calcio y oxalato fue el factor determinante en ese individuo (Aké-Chiñas et al., 2023; Pires Correia, 2025).

Un hallazgo atípico en este estudio es que los 4 casos de cistina se presentaron exclusivamente en orina alcalina ($> 7,5$). Tradicionalmente, la cistina es menos soluble en medios ácidos, y el tratamiento estándar consiste en la alcalinización de la orina para aumentar su solubilidad (Pires Correia, 2025). El hallazgo de estos cristales en pH alcalino sugiere una excreción masiva del aminoácido (cistinuria severa) que supera la capacidad de solubilización del medio básico, o bien la influencia de factores dietéticos específicos que alteran la dinámica de saturación en la población local (Ruiz Castiblanco, 2023).

La distribución equitativa de los uratos entre pH ácido (2 casos) y neutro (2 casos)

refleja su comportamiento habitual, dado que los cristales de urato amónico suelen precipitar en orinas ácidas o neutras, y su presencia puede estar vinculada a predisposiciones raciales o alteraciones metabólicas en el manejo de las purinas (Speitzer et al., 2022).

La variabilidad del pH observada en la Tabla 13 refuerza que el manejo de la cristaluria debe ser individualizado. El uso de dietas comerciales secas puede influir significativamente en el pH final de la orina; si estas dietas no están equilibradas, pueden favorecer la formación de cristales incluso en animales sin patologías previas. La coexistencia de cristales de estruvita en pH neutro sugiere que incluso cambios leves hacia la neutralidad pueden iniciar la nucleación mineral en animales susceptibles (Boy et al., 2025).

Caracterización de los parámetros bioquímicos urinarios en la población de estudio

Una vez analizada la prevalencia general de cristaluria y su distribución según variables demográficas y urinarias, se procedió a caracterizar los parámetros bioquímicos evaluados mediante el analizador VETSCAN en la población de estudio. Estos parámetros -leucocitos (LEU), cuerpos cetónicos (KET), glucosa (GLU) y proteínas (PRO)- resultan de particular relevancia, ya que permiten aproximarse a procesos inflamatorios, metabólicos y de integridad glomerular que podrían estar asociados o no a la presencia de cristales. A continuación, se presentan los hallazgos obtenidos en los 22 caninos con cristaluria positiva, dado que constituyen el subgrupo de mayor interés clínico para explorar posibles relaciones entre la cristaluria y otras alteraciones del sedimento.

Leucocitos en orina

En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, se observa que la mayoría de los caninos (68,2 %) no se detectaron leucocitos en orina. La leucocituria leve (70 cell/ μ L) se observó en tres animales (13,6 %), mientras que la moderada (125 cell/ μ L) estuvo presente en cuatro de ellos (18,2 %); no se registraron valores severos (>125 cell/ μ L). La presencia de leucocitos sugiere inflamación del tracto urinario, aunque no necesariamente infección.

Tabla 15. *Leucocitos en orina*

LEU (Cell/μL)	Número de casos	Porcentaje
0 (negativo)	15	68.2 %
70 (leve)	3	13.6 %
125 (moderado)	4	18.2 %
Total	22	100%

Nota: Elaboración propia.

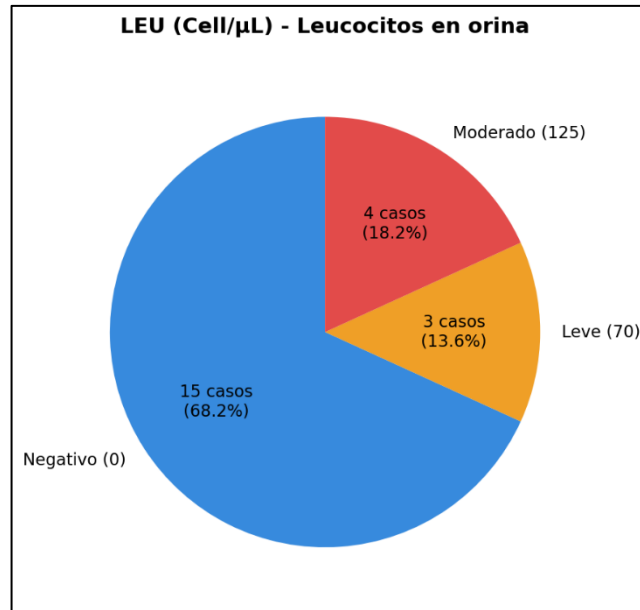


Figura 12: *Leucocitos en orina*

Cuerpos cetónicos

Tabla 16. *Cuerpos cetónicos*

KET (mg/dL)	Número de casos	Porcentaje
0 (negativo)	21	95.5 %
5 (positivo)	1	4.5 %
Total	22	100%

Nota: Fuente propia

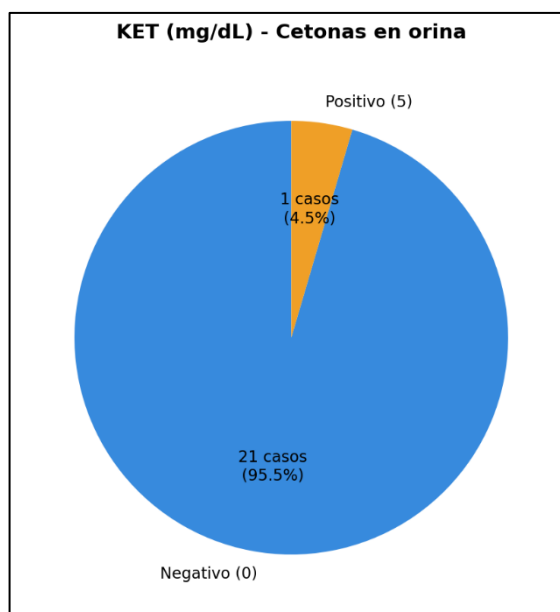


Figura 13: Cuerpos cetónicos

La cetonuria fue un hallazgo excepcional, solo un individuo presentó 5 mg/dL de cuerpos cetónicos, lo que representa el 4,5 % de la muestra. Los restantes 21 animales (95,5 %) no mostraron cetonas (

Cuerpos *cetónicos*

Tabla 16). Este resultado indica que, en esta población de refugio, los estados cetósicos no son frecuentes.

Glucosa en orina

Tabla 17. *Glucosa en orina*

GLU (mg/dL)	Número de casos	Porcentaje
0 (negativo)	20	90.9 %
250 (positivo)	2	9.1 %

GLU (mg/dL)	Número de casos	Porcentaje
Total	22	100%

Nota: Fuente propia

En la La cetonuria fue un hallazgo excepcional, solo un individuo presentó 5 mg/dL de cuerpos cetónicos, lo que representa el 4,5 % de la muestra. Los restantes 21 animales (95,5 %) no mostraron cetonas (

Cuerpos *cetónicos*

Tabla 16). Este resultado indica que, en esta población de refugio, los estados cetósicos no son frecuentes.

Glucosa en orina

Tabla 17 se evidencia que se detectó glucosuria en dos animales (9,1 %), ambos con un valor de 250 mg/dL, en ambos casos, la glucosuria se acompañó de proteinuria, leucocituria y hematuria, lo que orienta a diabetes mellitus complicada con infección urinaria. Los 20 caninos restantes (90,9 %) no presentaron glucosa en orina.

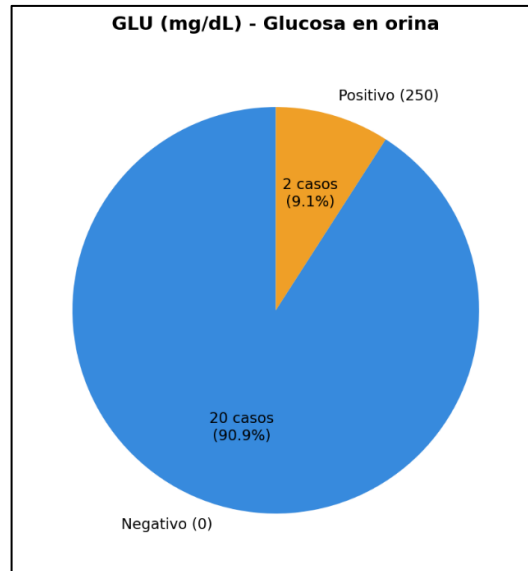


Figura 14: Glucosa en orina

Proteínas en orina

Tabla 18. *Proteínas en orina*

PRO (mg/dL)	Número de casos	Porcentaje
<15 (negativo / traza)	4	18.2 %
15 (traza positiva)	3	13.6 %
30 (leve)	4	18.2 %
100 (moderado)	3	13.6 %
≥300 (severa)	8	36.4 %
Total	22	100%

Nota: Fuente propia

La proteinuria, se observa en la

Proteínas *en orina*

Tabla 18, en donde se indica que fue el parámetro con mayor frecuencia de anormalidades, el 36,4 % de los animales presentó proteinuria severa (≥ 300 mg/dL), mientras que el 18,2 % mostró proteinuria leve (30 mg/dL) y otro 18,2 % fue negativo o con trazas mínimas. La proteinuria moderada (100 mg/dL) se observó en el 13,6 % y la traza positiva (15 mg/dL) en otro 13,6 %. En conjunto, el 68,2 % de los caninos tuvo proteinuria clínicamente relevante (≥ 30 mg/dL), lo que destaca la importancia de vigilar este parámetro en poblaciones de refugio.

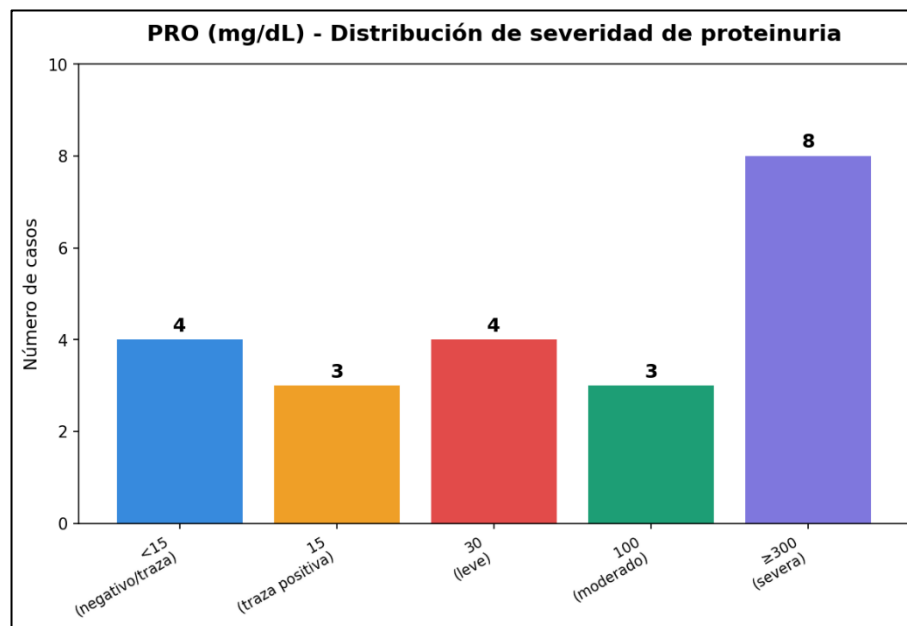


Figura 15: *Proteínas en orina*

La detección de leucocituria en el 31,8 % de los caninos (sumando los casos leves y moderados) es un indicador clínico de inflamación o infección en el tracto urinario. En el contexto de la cristaluria, este hallazgo es particularmente relevante para los casos de estruvita, ya que este mineral suele precipitar ante la presencia de bacterias productoras de ureasa que generan una respuesta inflamatoria leucocitaria (Boy et al.,

2025). La ausencia de leucocituria severa en la muestra sugiere que, aunque existe un proceso inflamatorio activo en casi un tercio de la población, este podría encontrarse en una etapa crónica o subclínica, común en animales de refugio con infecciones persistentes, pero no agudas (Speitzer et al., 2022).

La glucosuria detectada en el 9,1 % de los animales (250 mg/dL), al presentarse de forma concomitante con hematuria, proteinuria y leucocituria, sugiere fuertemente cuadros de Diabetes Mellitus complicados con infecciones del tracto urinario secundarias. La hiperglucemia persistente favorece la proliferación bacteriana en la vejiga, lo que a su vez altera el microambiente urinario y facilita la formación de cristales (Speitzer et al., 2022). Por otro lado, la baja incidencia de cetonuria (4,5 %) indica que, a pesar de las condiciones de refugio, la mayoría de los animales mantienen un estado metabólico energético estable, sin entrar en procesos de catabolismo severo o cetoacidosis diabética descompensada (Ribeiro y Oliveira, 2024).

El hallazgo más alarmante es la proteinuria, presente de forma relevante en el 68,2 % de los caninos, con un 36,4 % de casos en rangos severos (≥ 300 mg/dL). Este parámetro puede tener dos orígenes principales en esta población: a), origen post-renal, donde la inflamación y el daño mecánico es causado por los cristales y la posible infección (respaldada por la leucocituria) provocando exudación de proteínas hacia la orina (Pires Correia, 2025); b), origen renal/dietético, aquí el uso de dietas mixtas no estandarizadas con proteínas de baja digestibilidad o desequilibrios minerales en el refugio puede sobrecargar la función glomerular o causar inflamación renal (Batista et al., 2020).

La proteinuria persistente no solo es un marcador de enfermedad, sino también un

factor que contribuye a la progresión del daño renal crónico. En caninos con cristaluria de oxalato de calcio, la proteinuria suele acompañar el daño tisular crónico debido a la naturaleza abrasiva de los cristales (Aké-Chiñas et al., 2023; Pires Correia, 2025). Los resultados demuestran que la población estudiada presenta una alta carga de morbilidad urinaria. La combinación de una elevada prevalencia de proteinuria con casos de glucosuria y leucocituria confirma que la cristaluria en estos perros de refugio no es un hallazgo aislado, sino que forma parte de un complejo síndrome urinario influenciado por la dieta, posibles enfermedades metabólicas y una inflamación crónica del tracto urinario que predispone la formación de urolitiasis obstructiva (Ruiz Castiblanco, 2023).

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó una prevalencia de cristaluria del 21,36 % en los caninos evaluados del refugio Patitas Nobles, lo que evidencia que aproximadamente una quinta parte de la muestra presentó algún tipo de cristal urinario. Este hallazgo resalta la utilidad del uroanálisis como herramienta de detección temprana y monitoreo preventivo de alteraciones urinarias en perros de refugio.

Se identificó y clasificó los cristales urinarios, donde los cristales de estruvita constituyeron el tipo más frecuente, seguidos por oxalato de calcio, cistina y uratos. Desde el análisis descriptivo, se observó mayor frecuencia de cristaluria en caninos seniles y en hembras; sin embargo, estas variables deben interpretarse con cautela, ya que la significancia estadística depende de la consistencia de los valores p reportados y de la disponibilidad de tablas completas con casos positivos y negativos.

Se analizó los parámetros urinarios y los factores de manejo de caninos, donde, el pH urinario mostró una tendencia de relación con el tipo de cristal, especialmente por la presencia de estruvita en medios neutros y alcalinos, y de oxalato de calcio y uratos en medios ácidos o neutros. No obstante, la prueba estadística reportó $p = 0,07$, por lo que no se puede afirmar una asociación significativa al nivel de 0,05. La densidad urinaria tampoco presentó asociación significativa con el tipo de cristal ($p = 0,87$). En cuanto a la alimentación y el fenotipo, no fue posible establecer asociación estadística debido

a la falta de grupos comparables dentro de la muestra.

Se identificó mediante la observación microscópica, forma, color y patrón de presentación; mientras que el pH urinario, la densidad y el sedimento aportaron soporte complementario. No obstante, la confirmación mineralógica absoluta requiere análisis especializado del material cristalino o del urolito si este se recupera.

Se analizó que el estado reproductivo, al ser incorporado como variable clínica de caracterización, ningún animal estaba entero para establecer comparación estadística. En consecuencia, esta variable se interpreta de forma descriptiva y no permite afirmar asociación con la presencia de cristaluria.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda implementar programas periódicos de evaluación clínica y uroanálisis en los caninos del refugio Patitas Nobles, con énfasis en animales seniles y en aquellos que presenten antecedentes o signos compatibles con alteraciones urinarias. Esta medida contribuirá a la detección temprana de cristaluria, urolitiasis e infecciones del tracto urinario.

Asimismo, se sugiere establecer planes nutricionales supervisados por un médico veterinario, ajustados a la edad, condición corporal, estado de salud y resultados del uroanálisis de cada animal. Se recomienda evitar dietas no estandarizadas o con exceso de minerales sin control profesional, debido a su posible influencia en el pH urinario y en la concentración de solutos.

Por otra parte, se recomienda garantizar el acceso permanente a agua potable fresca y limpia, promoviendo una adecuada hidratación en los caninos. Esto permitirá favorecer

la dilución urinaria, disminuir la concentración de solutos y reducir el riesgo de precipitación cristalina, especialmente en animales con antecedentes de cristaluria.

Además, se sugiere fortalecer los registros clínicos y laboratoriales dentro del refugio, mediante la creación de bases de datos sistematizadas que incluyan información sobre resultados de uroanálisis, historial médico, tipo de alimentación y tratamientos aplicados. De esta manera, se facilitará el seguimiento individual de los pacientes y se optimizará la toma de decisiones clínicas.

Fomentar la capacitación continua del personal encargado del cuidado de los animales, en temas relacionados con manejo sanitario, nutrición, prevención de enfermedades urinarias y detección temprana de signos clínicos. Asimismo, se sugiere promover futuras investigaciones longitudinales que permitan evaluar la evolución de la cristaluria a largo plazo y la efectividad de las estrategias preventivas implementadas.

Se recomienda que los casos con cristales compatibles con urato de amonio sean sometidos a seguimiento clínico individual, incluyendo repetición de uroanálisis, medición seriada de pH y densidad urinaria, evaluación hepática básica cuando el médico veterinario lo considere pertinente, y estudios de imagen si existen signos urinarios. Esta conducta permitiría diferenciar cristaluria transitoria de un riesgo persistente de urolitiasis o de alteraciones metabólicas asociadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aké-Chiñas, M. A., Mendoza-López, C., Del Ángel-Caraza, J., Quijano, I. A., Rodríguez, C., y Barbosa, M. (2021). Urolitiasis por estruvita en perros: características epidemiológicas y clínicas en México. *Revista MVZ Córdoba*, 26(1), e1900.

Aké-Chiñas, M. A., Mendoza-López, C., Del Ángel-Caraza, J., Quijano, I. A., Rodríguez, C., y Barbosa, M. (2023). Factores demográficos y características clínicas en perros con urolitiasis de oxalato de calcio. *Revista MVZ Córdoba*, 28(2), e3050. <https://doi.org/10.21897/rmvz.3050>

Ayala-Cruz, D. F., Constantino-Castro, K. A., Castro-Lara, K., et al. (2019). Prevalencia de urolitos en perros y gatos en Irapuato, Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(2), 456–468.

Bannasch, D. L., Ling, G. V., Bea, J., y Famula, T. R. (2004). Inheritance of urinary calculi in the Dalmatian. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18(4), 483–487. <https://doi.org/10.1892/0891-6640>

Bartges, J. W. (2020). Nutritional management of urinary stones. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 50(3), 613–630. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.01.003>

Bartges, J. W., y Callens, A. J. (2022). Urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 52(1), 173–191.

Batista, A. B., Morais, L. C., Silva, W. C., y Reis, A. S. B. (2020). Urolitíase

obstrutiva em ovino: Relato de caso. Enciclopédia Biosfera.

https://doi.org/10.18677/EnciBio_2020D38

Boy, M. L. M., Bastos, B. F., Bobány, D. de M., et al. (2025). Urolitíase por estruvita em cão: Relato de caso. En Centro Universitário Serra dos Órgãos (Ed.), Anais da XXXIII Jornada Científica da Medicina Veterinária. Editora UNIFESO.

Carrillo-Díaz, M., et al. (2015). Urolitiasis en perros y gatos: Aspectos clínicos y terapéuticos. Revista de Ciencias Veterinarias, 33, 45–58.

Chacón-Morales, M., Piña-Paucar, A., y Maridueña-Zavala, M. I. (2024). Análisis de situaciones de salud veterinaria en animales domésticos. Revista Repique, 6(2), 59–73. <https://doi.org/10.31876/repique.v6i2.273>

Chumbi Jadán, J. M., y Lima Tenecela, M. del R. (2020). Prevalencia e identificación microscópica de urolitos en caninos del área urbana de Cuenca (Tesis de grado). Universidad de Cuenca. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Da Silva, V. C., Oliveira, M. C., y Costa, L. A. (2021). Urolithiasis in dogs: Pathophysiology and risk factors. Pesquisa Veterinária Brasileira, 41, e06789.

Eneque, C. (2017). Efecto del tipo de alimentación sobre la presencia y tipos de cristales urinarios en perros (Tesis de grado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Fossum, T. W. (2019). Cirugía en pequeños animales (5.^a ed.). Elsevier.

Grauer, G. F. (2021). Urinalysis interpretation in dogs and cats. Journal of the

American Animal Hospital Association, 57(4), 181–193.

<https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7112>

Hall, J. E., Guyton, A. C., y Hall, M. E. (2021). Tratado de fisiología médica (14.^a ed.). Elsevier.

Kopecný, L., Palm, C. A., Segev, G., y Westropp, J. L. (2021). Urolithiasis in dogs: Evaluation of trends in urolith composition (2006–2018). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35(3), 1406–1415. <https://doi.org/10.1111/jvim.16104>

Lulich, J. P., Berent, A. C., Adams, L. G., et al. (2016). ACVIM consensus recommendations on uroliths. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(5), 1564–1574.

McPherson, R. A., y Pincus, M. R. (2022). Henry's clinical diagnosis and management by laboratory methods (24th ed.). Elsevier.

Mendoza-López, C. I., Del-Angel-Caraza, J., Aké-Chiñas, M. A., Quijano-Hernández, I. A., y Barbosa-Mireles, M. A. (2019). Epidemiology of urolithiasis in dogs from Guadalajara City, Mexico. *Veterinaria México OA*, 6(1). <https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2019.1.585>

Osborne, C. A., Lulich, J. P., Kruger, J. M., Ulrich, L. K., y Koehler, L. A. (2009). Canine and feline urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America*, 39(1), 65–96.

Osborne, C. A., Lulich, J. P., Ulrich, L. K., y Bird, K. A. (2020) Detection and interpretation of crystalluria. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal*

Practice, 26, 369-391.

Pires Correia, A. R. (2025). Urolitíase em cães [Tesis de maestría, Universidade de Évora]. Repositório Digital de Publicações Científicas.
<http://hdl.handle.net/10174/39652>

Ribeiro, R. R., y Oliveira, I. M. (2024). Urolithiasis in small animals: Review. *Veterinary Sciences*, 7(3), 123.

Rosero Gómez, G. P. (2014). Determinación de la presencia de cristales de estruvita en caninos asintomáticos y su relación con el tipo de dieta, en el Distrito Metropolitano de Quito [Trabajo de titulación, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Digital UCE.
<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/fd2fcdd0-8533-4e6a-a24b-1cae4745911e/full>

Ruiz Castiblanco, L. T. (2023). Relationship of different commercial dry diets with the presence of crystals in the urine in dogs and cats; [Trabajo de grado, Fundación Universitaria Agraria de Colombia]. Repositorio Institucional Uniagraria.
<http://hdl.handle.net/20.500.14489/330>

Salazar, F. (2022). Uroanálisis en medicina veterinaria. Editorial Médica Panamericana.

Santamaría, A., y Upegui, J. (2025). Urolitiasis en caninos: diagnóstico y manejo. Universidad Cooperativa de Colombia.

Speitzer, A., Øgelund, E., Billen, F., et al. (2022). ECVIM-CA Congress

proceedings.

Stockham, S. L., y Scott, M. A. (2013). Fundamentals of veterinary clinical pathology (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Tigua Toala, J. E. (2020). Determinación de la presencia de cristaluria en perros atendidos en la clínica veterinaria “Hospital de Mascotas” [Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador]. Centro de Información Agraria. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TIGUA%20TOALA%20JEFFERSON%20EFR EN.pdf>

Van Vertloo, L. (2025). Urolithiasis in dogs. MSD Veterinary Manual. <https://www.msdivetmanual.com/urinary-system/urolithiasis-in-small-animals/urolithiasis-in-dogs>

Westropp, J. L., y Buffington, C. A. T. (2020). Lower urinary tract disorders. *Veterinary Clinics of North America*, 50(2), 321–345.

Westropp, J. L., y Ling, G. V. (2023). UTI and struvite urolithiasis in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 37, 12–25.

Zambrano Loor, N. A. (2021). Determinación de la presencia de cristaluria en perros atendidos en Animalopolis hospital clínica veterinaria [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZAMBRANO%20LOOR%20NARCISA.pdf>

Zamora, M., y Osorio, V. (2015). Hallazgos clínicos y uroanálisis en caninos con patología urinaria. Universidad UNAN-León.

ANEXOS



Anexo 1: Obtención de muestra por medio de cistocentesis



Anexo 2: Selección de perros en el albergue “Patitas nobles”



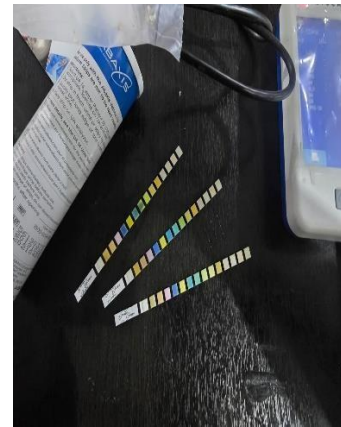
Anexo 3: Uroanálisis mediante vetscam UR



Anexo 4: Materiales y equipos para Uroanálisis



Anexo 5: Analisis de orina



Anexo 6: Tirillas de estudio



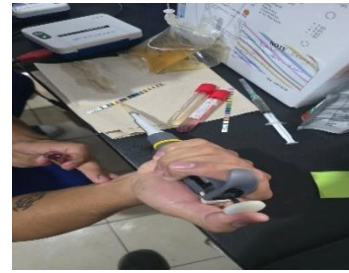
Anexo 7: Identificacion de tipo de cristal



Anexo 8: Resultado de exámenes.



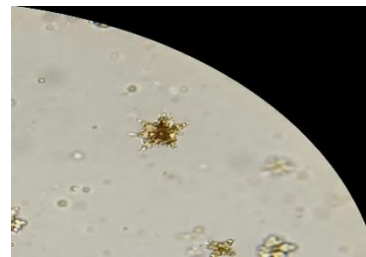
Anexo 9: Muestras de orina



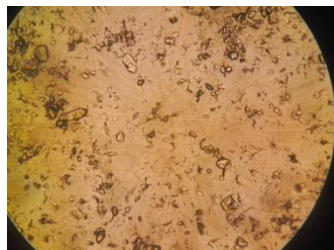
Anexo 10: Preparacion tiras reactivas



Anexo 11: Estruvita



Anexo 12: Urato



Anexo 13: Oxalato



Anexo 14: Cistina

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA

Número de muestra.....

Fecha de Toma de la muestra.....

Fecha de procesamiento.....

DATOS DE LA MASCOTA

Nombre de la Mascota.....

Especie..... Raza.....

Sexo..... Edad.....

ANAMNESIS:

.....
.....

Tipo de alimentación:

Balanceado ☐

Dieta casera ☐

Mixta ☐

¿Ha presentado infección de vías urinarias en el pasado?

Si ☐ No ☐

Anexo 15: Ficha clínica

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Número de muestra..... Nombre de mascota.....

ANÁLISIS FÍSICO:

Color	
Transparencia	

ANÁLISIS QUÍMICO

Densidad		1,013 – 1,030
TIRAS REACTIVAS		
	Resultados	Rangos normales
pH		5,5 - 6,5
Proteínas		Neg. - +
Leucocitos		Neg.
Nitritos		Neg.
Cuerpos cetónicos		Neg.
Bilirrubinas		Neg. - +
Urobilinógeno		Neg.
Glucosa		Neg.
Sangre	Eritrocitos	Neg. - +
	Hemoglobina	Neg.

ANÁLISIS MICROSCÓPICO:

			Normal / campo			Normal / campo
Células	rojas		0 – 3	Cilindros		0 – 1
	blancas		0 – 3	Cristales		Neg.
	epiteliales		0 – 1			
Bacterias			Neg.			

Anexo 16: Ficha Clínica