

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**PRESENCIA DE CRISTALURIA EN UROANÁLISIS DE CANINOS ATENDIDOS EN EL
HOSPITAL ESCUELA VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA (HEV-UNAG), CATACAMAS, OLANCHO.**

POR:

DIANA KAROLINA ZELAYA PINEDA

INFORME FINAL DE TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

AGOSTO, 2026

**PRESENCIA DE CRISTALURIA EN UROANÁLISIS DE CANINOS ATENDIDOS EN EL
HOSPITAL ESCUELA VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA (HEV-UNAG), CATACAMAS, OLANCHO.**

POR:

DIANA KAROLINA ZELAYA PINEDA

M.Sc. LADY MEJÍA BELLO

Asesor principal

M.Sc. HELEN ESTEFANY MARTINEZ

PhD. JESSICA SHELEBY ELIAS

Asesores secundarios

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

AGOSTO, 2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, **a mis padres, Yamila Pineda y Arlinton Echeverría**, quienes hicieron posible que llegara hasta este momento. Gracias el sacrificio, por cada esfuerzo realizado para brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y por confiar en mí. Este logro también es de ustedes, porque cada paso que he dado ha sido posible gracias a su amor y dedicación.

A mi hermana Marggie, por su cariño, compañía y el apoyo brindado durante este proceso y **a mi sobrinito Carlos**, por ser una parte fundamental de mi vida y llenarla de alegría.

A mis abuelos Digna y Reinaldo, y a mis tíos Karla, Cinthia y Alex, por acompañarme con su cariño, consejos y palabras de motivación. Gracias por cada muestra de apoyo y por los valores que han aportado a mi formación como persona y profesional.

A mi prima Marifer, mi compañera de vida y mi casi hermana. Gracias por ser mi cómplice desde la infancia, por aquellas tardes jugando a las muñecas, por nuestras pijamadas, por conocerme como pocas personas lo hacen, por escucharme, comprenderme y apoyarme siempre.

A mis mascotas Minnie, Nube y Chocolate, por acompañarme durante estos seis años, por ser mi compañía en las noches de estudio y por formar parte de mi aprendizaje como veterinaria, acompañándome en mis prácticas académicas, aunque no siempre fue de su agrado, me permitieron aprender junto a ellos.

Y a mi papá Ramón Zelaya, quien desde pequeña creyó en mi vocación y me llamó “la veterinaria de la casa”. Gracias por ser una de las primeras personas en creer en este sueño, por enseñarme que las metas se alcanzan con esfuerzo. Espero que, desde el cielo, puedas sentirte orgulloso de la persona y profesional en la que me he convertido.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesoras de tesis, M.Sc. Lady Mejía, M.Sc. Helen Martínez y PhD. Jessica Sheleby Elías, por acompañarme durante el desarrollo de este trabajo y brindarme su invaluable apoyo, orientación y conocimientos. Gracias por su paciencia, dedicación y por cada consejo que contribuyó a enriquecer esta investigación.

Al equipo del Hospital Escuela Veterinario de la UNAG (HEV-UNAG), por el apoyo, colaboración y disposición brindada durante el desarrollo de este trabajo. Gracias por hacer de este espacio un lugar de aprendizaje, crecimiento y formación profesional, y por cada muestra de amabilidad y acompañamiento a lo largo de esta etapa.

A la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), mi alma mater, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme como médica veterinaria, proporcionándome las herramientas necesarias para mi crecimiento académico y profesional. A cada uno de mis docentes, gracias por compartir sus conocimientos, por su dedicación en la enseñanza y por contribuir a mi formación durante estos años.

Finalmente, con mucho cariño, agradezco **a mis compañeras del cuarto #80: Pamela, Alicia, Carmen, Hellen y Lisseth,** quienes fueron una parte fundamental de esta etapa universitaria. Gracias por convertirse en mi familia lejos de casa, por acompañarme en los momentos de alegría y cansancio, y por brindarme motivos para continuar adelante incluso en los días más difíciles. Gracias por las risas y cada experiencia compartida que hicieron de estos años una etapa inolvidable de mi vida.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	8
ÍNDICE DE ANEXOS	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. OBJETIVOS.....	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos.....	12
III. HIPÓTESIS	13
Planteamiento del problema	13
Hipótesis	13
Hipótesis nula.....	14
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	15
4.1. Antecedentes	15
4.2. Sistema Urinario	18
4.2.1. Anatomía del sistema urinario.....	18
4.2.2. Anatomía de los riñones	19
4.2.3. Anatomía del uréter.....	19
4.2.4. Anatomía de la vejiga urinaria	20
4.2.5. Anatomía de la uretra	20
4.3. Fisiología del sistema urinario.....	21
4.3.1. Función de los riñones	21
4.4. Urolitiasis vesical	22
4.4.1. Etiología	22
4.4.2. Patogenia.....	23
4.4.3. Tipos Específicos de Urolitos.....	24
4.5. Predisposición y factores de riesgo	30
4.5.1. Edad.....	30
4.5.2. Sexo.....	30
4.5.3. Raza	31
4.5.4. Alimentación.....	31
4.6. Infecciones del Tracto Urinario (ITU).....	31
4.7. Métodos de diagnóstico	32

4.7.1. Diagnóstico por uroanálisis.....	32
4.7.2. Análisis físico de orina.....	32
4.7.3. Análisis químico de orina.....	34
4.7.4. Análisis microscópico de orina.....	37
V. MATERIALES Y MÉTODOS	38
5.1. Lugar de estudio	38
5.2. Tipo de estudio	39
5.3. Duración de la investigación.....	39
5.4. Población de estudio.....	39
5.5. Tamaño de la muestra.....	40
5.5.1. Factores de inclusión	40
5.5.2. Factores de exclusión.....	40
5.6. Diseño metodológico	41
5.6.1. Etapa 1: Selección de la muestra.....	41
5.6.2. Etapa 2: Recolección de la muestra	41
5.6.3. Etapa 3: Procesamiento de la muestra.....	42
5.6.4. Etapa 4: Urocultivo	43
5.6.5. Etapa 5: Análisis de factores de riesgo.....	44
5.6.6. Etapa 6: Análisis estadístico.....	44
5.7. Consideraciones éticas.....	44
5.8. Operacionalización de las variables	45
5.9 Materiales y equipo	47
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
6.1. Examen físico de la orina.....	49
6.2. Examen químico de la orina.	49
6.4. Tipos de cristales urinarios identificados.....	50
6.5. Predisposición y factores de riesgo	52
VII. CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES.....	62
VIII. BIBLIOGRAFÍAS	63
IX. ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.	45
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de cristales de estruvita	25
Figura 2. Morfología de cristales de oxalato de calcio	26
Figura 3. Morfología de cristales de urato de amonio	27
Figura 4. Morfología de cristales de cistina.....	28
Figura 5. Morfología de cristales de fosfato cálcico.....	29
Figura 6. Vista satelital del Hospital Escuela Veterinario de la Universidad Nacional de Agricultura (HEV-UNAG).	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Frecuencia en la presencia de cristales en la orina de caninos evaluados.	48
Gráfico 2. Frecuencia en los tipos de cristales encontrados.	51
Gráfico 3. Frecuencia de cristaluria con respecto al sexo.....	52
Gráfico 4. Frecuencia de cristaluria respecto a la edad.....	54
Gráfico 5. Frecuencia de cristaluria respecto al tipo de alimentación.	55
Gráfico 6. Frecuencia de cristaluria con respecto a la raza.....	57
Gráfico 7. Frecuencia de cristaluria con respecto al estado reproductivo.	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha clínica para recolección de datos.....	67
Anexo 2 Prueba de chi-cuadrado del sexo con respecto a la presencia de cristaluria.	68
Anexo 3 Prueba de chi-cuadrado de la edad con respecto a la presencia de cristaluria.	68
Anexo 4 . Pruebas de chi-cuadrado de la dieta con respecto a la presencia de cristaluria.	68
Anexo 5 Pruebas de chi-cuadrado de la raza con respecto a la presencia de cristaluria.....	69
Anexo 6 Pruebas de chi-cuadrado de la condición reproductiva con respecto a la presencia de cristaluria.....	69
Anexo 7. Frecuencia del color de la orina en examen físico de caninos evaluados.	70
Anexo 8. Frecuencia del aspecto de la orina en examen físico de caninos evaluados.	70
Anexo 9. Frecuencia de sangre en tira reactiva de orina en caninos evaluados.	71
Anexo 10. Frecuencia de leucocitos en tira reactiva de orina en caninos evaluados.....	71
Anexo 11. Frecuencia de proteínas en tira reactiva de orina en caninos evaluados.	72
Anexo 12. Frecuencia de pH urinario en tira reactiva de orina en caninos evaluados.	72
Anexo 13. Frecuencia en la gravedad específica en orina de caninos evaluados.	73
Anexo 14. Recolección de muestra mediante cistocentesis ecoguiada.....	74
Anexo 15. Paciente con presencia de cristales en vejiga.	74
Anexo 16. Muestra de orina en tubo cónico.	74
Anexo 17. Muestra de orina en refractómetro.	74
Anexo 18. Muestra de orina en prueba de tira reactiva de orina.	75
Anexo 19. Cristales de estruvita en sedimento urinario (40x).....	75
Anexo 20. Mezcla entre cristales de bilirrubina y estruvita (10x).....	75
Anexo 21. Cristales de oxalato de calcio monohidratado (arriba) y dihidritado (abajo) (10x). ...	75

I. INTRODUCCIÓN

Las afecciones del sistema urinario en caninos comprenden un conjunto de alteraciones que comprometen la funcionalidad de los riñones, uréteres, vejiga y uretra, generando desde cambios leves en la micción hasta cuadros clínicos severos que pueden poner en riesgo la vida del animal.

Entre algunas de estas afecciones se encuentran la cristaluria y la urolitiasis, las cuales consisten en la presencia de cristales minerales en la orina y la posterior formación de cálculos o urolitos dentro del tracto urinario, respectivamente. Estas condiciones suelen desarrollarse de forma progresiva y están estrechamente relacionadas con diferentes tipos de factores como el pH urinario, la dieta, el consumo de agua, la raza, la edad, el sexo y la condición corporal del paciente (Talavera, 2010).

La cristaluria por sí sola no siempre indica enfermedad, pero puede ser un signo temprano de un desequilibrio urinario que, de persistir, favorece la precipitación y agregación de minerales hasta conformar urolitos clínicamente significativos. Estos pueden localizarse principalmente en la vejiga urinaria y, en casos más severos, generar obstrucción uretral, hematuria, disuria, polaquiuria, dolor al orinar y hasta insuficiencia renal si no se trata con tiempo (Suarez y Santamarina, 2010).

El urianálisis es una herramienta diagnóstica esencial en la evaluación de trastornos urinarios, ya que permite analizar las características físicas, químicas y microscópicas de la muestra. A través de este examen, se pueden identificar alteraciones como cambios en la densidad urinaria, pH, presencia de proteínas, sangre, bacterias o cristales, brindando información sobre el estado funcional del sistema urinario y la posible etiología del problema (Tecles y Ceron, 2010).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar las características físico-químicas y microscópicas de la orina de caninos con afecciones urinarias atendidos en el Hospital Escuela Veterinario de la Universidad Nacional de Agricultura (HEV-UNAG), con el fin de identificar los tipos de cristales presentes, así como los factores asociados que puedan influir en su aparición. Este análisis busca aportar información relevante para la prevención, diagnóstico y manejo clínico de las enfermedades del tracto urinario en la especie canina.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

1. Determinar la presencia de cristaluria en uroanálisis de caninos atendidos en el Hospital Escuela Veterinario de la Universidad Nacional de Agricultura (HEV-UNAG), Catacamas, Olancho.

Objetivos específicos

1. Evaluar las características físico-químicas y microscópicas de la orina en caninos atendidos en el HEV-UNAG, como base para la identificación de cristaluria.
2. Identificar los tipos de cristales urinarios presentes en las muestras analizadas mediante el uroanálisis.
3. Analizar la relación entre la presencia de cristaluria y factores predisponentes como edad, sexo, raza, tipo de alimentación y condición reproductiva (esterilización o castración).

III. HIPÓTESIS

Planteamiento del problema

La urolitiasis es una enfermedad caracterizada por la formación de cálculos o piedras en el tracto urinario, siendo más frecuente su aparición en las vías urinarias bajas. Esta condición se presenta con relativa frecuencia en la población canina de la ciudad, afectando tanto a machos como a hembras, y puede estar asociada con diversos factores predisponentes. Entre ellos destacan el pH urinario, la dieta, la raza, la edad y la condición reproductiva, los cuales influyen en la formación y tipo de cristales presentes en la orina. Dado que la cristaluria constituye una etapa inicial en el desarrollo de urolitos, resulta fundamental identificar los tipos de cristales urinarios y analizar su relación con dichos factores, para comprender mejor su papel en la etiología de la urolitiasis y contribuir a un diagnóstico y manejo más efectivo en los caninos atendidos en el Hospital Escuela Veterinario de la Universidad Nacional de Agricultura (HEV-UNAG).

Hipótesis

Los factores fisiológicos y de manejo, como el pH urinario, la raza, la edad, el sexo, tipo de alimentación, y la condición reproductiva influyen de manera significativa en la aparición y tipo de cristales urinarios.

Hipótesis nula

No existe relación significativa entre la presencia ni el tipo de cristales urinarios con los factores como el pH urinario, raza, edad, sexo, tipo de alimentación y condición reproductiva.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Antecedentes

En Honduras, Ponce (2025) evaluó la incidencia de urolitiasis y cristaluria en una muestra de 15 caninos con sintomatología clínica compatible atendidos en una clínica veterinaria de Tegucigalpa durante un período de seis meses. El estudio reportó una incidencia del 47% de casos positivos a urolitiasis y cristaluria mediante diagnósticos ecográficos y microscópicos.

Al evaluar el sedimento microscópico de los pacientes positivos, se identificó que el cristal más frecuente fue el oxalato de calcio con un 71% (5 casos), seguido por la estruvita con un 29% (2 casos). En cuanto a las variables epidemiológicas asociadas, la mayor prevalencia se presentó en machos (57%) y en caninos mayores de siete años (72%), manifestando predisposición en razas de talla pequeña como el Schnauzer (43% del total de positivos). Respecto a la nutrición, el 57% de los pacientes afectados consumía una dieta de tipo mixta (alimento comercial combinado con comida casera).

Finalmente, el uroanálisis de estos casos positivos evidenció alteraciones constantes como proteinuria, hematuria, leucocituria y pH predominantemente ácido, siendo la infección del tracto urinario (ITU) la patología asociada con mayor prevalencia (57% de los pacientes positivos).

En Guatemala, Muralles (2021) realizó un estudio en el Hospital Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de Guatemala, con el objetivo de caracterizar a los pacientes diagnosticados con urolitiasis durante el período comprendido entre febrero de 2015 y noviembre de 2017.

Para ello, se recopilaron datos relacionados con el diagnóstico, especie, raza, edad, sexo, tipo de alimentación y signos clínicos asociados, con el propósito de determinar la existencia de asociaciones entre estos factores y la presentación de la enfermedad. Los resultados mostraron que el 69 % de las muestras evaluadas fueron positivas a urolitiasis. Asimismo, el 83 % de los pacientes pertenecía a una raza definida, el 61 % correspondió a machos y el 57 % fueron animales adultos. En cuanto al tipo de alimentación, predominó el consumo de concentrado comercial (78 %), seguido de alimentación casera (20 %). Entre los signos clínicos más frecuentes se identificaron la hematuria (73 %), la disuria (65 %), la estranguria (32 %) y la polaquiuria (30 %).

Mediante un análisis de regresión logística se determinó que la hematuria, la disuria y la polaquiuria fueron factores significativamente asociados con la presencia de urolitiasis, incrementando la probabilidad de presentar esta enfermedad.

Ramírez y Ruiz (2015) realizaron un estudio en Nicaragua con el objetivo de describir la presentación de cristaluria y los factores asociados a la formación de cristales urinarios en caninos.

La investigación incluyó 20 casos clínicos, en los cuales se evaluó la relación de la cristaluria con variables como raza, sexo, edad, dieta, pH urinario y presencia de bacteriuria. Los resultados evidenciaron que los cristales de oxalato de calcio fueron los más frecuentes, representando el 55 % (11/20) de los casos, seguidos por los cristales de estruvita con un 35 % (7/20). Asimismo, el 95 % de las muestras presentó bacteriuria asociada a cristaluria, observándose estos hallazgos tanto en machos como en hembras mayores de un año.

Los autores concluyeron que la cristaluria puede presentarse en diferentes grupos etarios y que ninguna raza mostró predisposición específica para la formación de cristales de oxalato de calcio o estruvita.

Osorio (2021) realizó una investigación descriptiva, con el objetivo de evaluar las características físicas, químicas y microscópicas de la orina en 37 caninos mayores de cinco años, clínicamente sanos, atendidos en consultorios veterinarios del distrito de Cajamarca, Perú.

Para el análisis de las muestras se emplearon refractómetro, tiras reactivas y microscopio. Los resultados evidenciaron alteraciones en diversos parámetros urinarios, incluyendo color, densidad, pH, proteínas, glucosa, bilirrubina, cetonas, urobilinógeno, nitritos, leucocitos y sangre. En el análisis microscópico se identificó la presencia de cristales de estruvita (13.5 %), oxalato de calcio (10.8 %), uratos amorfos (5.4 %) y fosfatos amorfos (2.7 %). Además, mediante la prueba de Chi-cuadrado se determinó que la edad influyó significativamente en la presentación de patologías renales ($p = 0.033$).

En Ecuador, Lema y Toapanta (2026) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar los cristales urinarios en 40 caninos machos clínicamente sanos de diferentes edades y razas. El estudio buscó identificar los tipos de cristales urinarios según el tipo de alimentación, caracterizarlos de acuerdo con la edad y la raza, y relacionar su presencia con los parámetros bioquímicos séricos y urinarios.

Las muestras de orina fueron obtenidas mediante sondaje uretral para realizar el análisis físico-químico y microscópico del sedimento urinario, mientras que las muestras de sangre se utilizaron para determinar las concentraciones séricas de urea y creatinina mediante métodos espectrofotométricos. Los resultados evidenciaron la presencia de cristaluria en el 50 % de los caninos evaluados, siendo los cristales de estruvita (27.5 %) los de mayor frecuencia, seguidos por los cristales de urato (15 %) y oxalato de calcio (10 %). Asimismo, la cristaluria se presentó con mayor frecuencia en caninos adultos y geriátricos, así como en aquellos alimentados con dietas caseras y mixtas.

Sin embargo, los valores séricos de urea y creatinina permanecieron dentro de los rangos fisiológicos, concluyendo que la cristaluria puede presentarse en caninos clínicamente sanos sin evidenciar alteraciones renales detectables mediante los parámetros bioquímicos séricos evaluados.

Aguilar y Méndez (2010) realizaron una investigación en el Centro de Control Canino de Morelia, Michoacán, México, con el objetivo de determinar los tipos de urolitos y cristales urinarios presentes en caninos de diferentes edades, pesos y sexos.

Para ello, se analizaron 100 muestras de orina obtenidas mediante cistocentesis, las cuales fueron evaluadas mediante urianálisis. Los resultados evidenciaron que los caninos mayores de un año presentaron mayor predisposición a la presencia de bacteriuria y cristaluria, observándose una relación entre la presencia de bacterias, la densidad urinaria y las variaciones del pH urinario. Asimismo, se identificó que los cristales de estruvita fueron los más frecuentes, principalmente en animales mayores de un año y con presencia de bacteriuria, además de observarse una mayor presentación en machos.

Los autores determinaron una asociación entre la formación de cristales de estruvita y valores de pH neutro y alcalino, mientras que los cristales de oxalato de calcio estuvieron relacionados con pH ácido.

4.2. Sistema Urinario

4.2.1. Anatomía del sistema urinario

El aparato urinario está conformado por los riñones, uréteres, vejiga urinaria y uretra. Como parte del aparato excretor, estos órganos desempeñan un papel fundamental en la regulación del metabolismo. Entre sus funciones se incluye la eliminación de sustancias ajenas al organismo, así como de compuestos fisiológicos que representan productos finales del metabolismo. Además, participan activamente en la regulación del contenido salino e hídrico del cuerpo, ajustando la excreción de agua y electrolitos según sea necesario. De esta manera, contribuyen al mantenimiento de la presión osmótica y del equilibrio hídrico general del organismo.

Estos procesos de regulación se llevan a cabo mediante la filtración de grandes volúmenes de plasma sanguíneo y pequeñas moléculas a través del glomérulo. Posteriormente, las cantidades necesarias de cada sustancia son ajustadas por mecanismos de reabsorción y secreción activa. A través de estos procesos se forma finalmente la orina (Lamping y García, 1996).

4.2.2. Anatomía de los riñones

Los riñones son los órganos encargados de producir la orina. Tienen un color rojo parduzco y se ubican contra la pared dorsal del abdomen, colocándose de forma casi simétrica a ambos lados de la columna vertebral en la mayoría de los animales. Su función principal es regular el equilibrio de agua y sales del organismo, además de eliminar del torrente sanguíneo diversas sustancias de desecho o ajenas al cuerpo. A través de ellos circula constantemente una gran cantidad de sangre.

El aporte sanguíneo renal proviene de las arterias renales, ramas de gran calibre que se originan directamente de la aorta abdominal. Estas ingresan por el hilio renal, donde se dividen en arterias interlobares y posteriormente en arterias arcuatas o asciformes, las cuales emiten ramas corticales y medulares que irrigan las distintas zonas del parénquima renal (Sisson y Grossman, 1975).

4.2.3. Anatomía del uréter

Los uréteres son órganos tubulares alargados que transportan la orina desde los riñones hasta la vejiga urinaria. Cada uréter penetra de forma oblicua la pared de la vejiga, recorriendo una corta distancia entre sus capas musculares y mucosas antes de abrirse cerca del cuello vesical.

Cuando la vejiga se llena de orina, sus paredes se distienden, generando una presión que comprime las terminaciones de los uréteres. Este mecanismo evita el reflujo urinario hacia los riñones y asegura el flujo unidireccional de la orina (Lamping y García, 1996).

Su estructura histológica está compuesta por tres capas musculares dispuestas de manera entrecruzada: una capa interna, una capa media circular y una capa longitudinal externa, cuya contracción coordinada genera los movimientos peristálticos responsables de impulsar la orina desde la pelvis renal hacia la vejiga (Colville y Bassert, 2001).

4.2.4. Anatomía de la vejiga urinaria

La vejiga urinaria es un órgano impar con forma de pera que actúa como reservorio, donde se acumula la orina antes de ser expulsada al exterior. Se localiza en el fondo de la cavidad pélvica, por encima de los huesos púbicos del coxal. Cuando se encuentra llena, puede extenderse hacia la cavidad abdominal.

Anatómicamente, en la vejiga se distinguen tres partes: cuerpo, vértice y cuello. La mucosa interna es de color rosado a blanquecino; la capa muscular es más gruesa y está compuesta por fibras lisas dispuestas en varias direcciones. En la región del cuello, las fibras musculares circulares forman un esfínter vesical que controla la salida de la orina. El vértice y el cuerpo están cubiertos por una capa serosa, mientras que el cuello está revestido por tejido conjuntivo y adventicia (Lamping y García, 1996).

4.2.5. Anatomía de la uretra

La uretra constituye la continuación del cuello de la vejiga urinaria y es el conducto que comunica este órgano con el exterior, permitiendo la expulsión de la orina durante la micción. Está rodeada por el músculo uretral, cuya contracción voluntaria participa en el control del flujo urinario.

En la hembra, la uretra se extiende por la superficie ventral de la vagina. En el punto donde ambas estructuras se aproximan, se forma una pequeña depresión denominada divertículo uretral, la cual se abre al vestíbulo vaginal. En el macho, la uretra se prolonga hasta el órgano copulador, formando parte del aparato urogenital, ya que cumple funciones tanto urinarias como reproductivas (Lamping y García, 1996).

4.3. Fisiología del sistema urinario

4.3.1. Función de los riñones

Los riñones desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la homeostasis corporal, al regular el equilibrio ácido-base, la composición iónica y el volumen de los líquidos corporales, además de participar en la producción de hormonas esenciales. Estos órganos se encargan de filtrar la sangre para eliminar los desechos metabólicos, al tiempo que recuperan sustancias indispensables como agua, proteínas y electrolitos. Asimismo, poseen la capacidad de detectar variaciones en los niveles de agua y solutos, ajustando los índices de reabsorción o secreción según las necesidades fisiológicas (Colville y Bassert, 2001).

Los principales procesos mediante los cuales los riñones ayudan a mantener la homeostasis incluyen (Colville y Bassert, 2001):

→ Filtración, reabsorción y secreción sanguínea:

La sangre es filtrada en los riñones, devolviendo al torrente circulatorio las sustancias útiles (reabsorbidas) y eliminando los productos de desecho, que se secretan hacia el líquido que finalmente se convertirá en orina. Estos procesos se explican con mayor detalle más adelante en el capítulo.

→ Regulación del equilibrio de líquidos:

El volumen de orina producido depende de la cantidad de agua que contiene, lo cual contribuye a mantener la cantidad adecuada de líquido corporal necesaria para un ambiente interno saludable. Cuando el organismo posee un exceso de agua, se produce una mayor cantidad de orina (diuresis). En cambio, si el cuerpo necesita conservar agua, el volumen urinario disminuye, pudiendo presentarse una eliminación escasa (oliguria) o incluso nula (anuria). La cantidad de agua presente en la orina está regulada principalmente por las hormonas antidiurética (ADH) y aldosterona.

→ Regulación del equilibrio ácido–base:

Los riñones contribuyen al mantenimiento de la homeostasis ácido–base mediante la eliminación de iones hidrógeno (ácidos) y bicarbonato (básicos) de la sangre, excretándolos en la orina. Gracias a este mecanismo, el pH sanguíneo puede mantenerse dentro de los rangos fisiológicos adecuados.

→ Producción hormonal:

Los riñones están estrechamente relacionados con el sistema endocrino, ya que participan en la producción y acción de hormonas que regulan diversas funciones corporales.

4.4. Urolitiasis vesical

4.4.1. Etiología

La orina normalmente contiene productos de desecho disueltos en agua. Algunos de estos compuestos son apenas solubles y, bajo ciertas condiciones, pueden precipitarse y formar cristales. Esto no representa un problema si los cristales se eliminan rápidamente a través del sistema urinario; sin embargo, cuando su tiempo de tránsito es prolongado, pueden unirse entre sí y formar agregados conocidos como urolitos, cálculos urinarios o piedras urinarias (Colville y Bassert, 2001).

La urolitiasis es un trastorno común del tracto urinario en perros y gatos. Los signos clínicos varían según la ubicación del urolito. En los casos que afectan el tracto urinario inferior, los propietarios suelen observar signos como polaquiuria (micciones frecuentes y de pequeño volumen), estranguria (dificultad o esfuerzo al orinar), disuria (dolor durante la micción) y hematuria (presencia de sangre en la orina), los cuales indican una posible alteración en la vejiga o la uretra.

Por otro lado, los animales con urolitos en el tracto urinario superior pueden presentar signos clínicos más variables, como hematuria o manifestaciones compatibles con una lesión renal aguda secundaria a una obstrucción ureteral. En algunos casos, la ureterolitiasis puede detectarse de manera incidental, sin mostrar síntomas clínicos evidentes (Nelson y Couto, 2019).

4.4.2. Patogenia

Los mecanismos que intervienen en la formación de los urolitos en perros y gatos no se comprenden completamente. No obstante, se reconocen tres factores principales que contribuyen a su desarrollo (Brown, 2013):

- **La matriz o núcleo:** la presencia de un núcleo proteico o inorgánico puede servir como punto de inicio para la formación del cálculo.

- **Los inhibidores de la cristalización:** en algunos animales afectados, los compuestos orgánicos e inorgánicos encargados de evitar la cristalización pueden ser ineficaces o estar ausentes.

- **Los factores que favorecen la precipitación:** la interacción compleja entre los solutos urinarios y ciertos componentes químicos puede generar condiciones propicias para la formación de cristales.

4.4.3. Tipos Específicos de Urolitos

La formación de urolitos en los animales es un proceso multifactorial que depende de la interacción entre factores fisiológicos, dietéticos, infecciosos y genéticos. Cada tipo de cálculo presenta una composición química particular, lo que determina su origen, las condiciones urinarias que favorecen su desarrollo y las estrategias terapéuticas más adecuadas (Stevenson y Rutgers 2016).

-Urolitos de Estruvita

Los cálculos de estruvita son uno de los tipos de urolitos más comunes en los perros. Su formación requiere una sobresaturación urinaria de fosfato amónico magnésico, aunque también intervienen diversos factores como infecciones del tracto urinario (ITU), pH urinario alcalino, alimentación inadecuada y predisposición genética.

En la mayoría de los casos caninos, los urolitos de estruvita se asocian con ITU causadas por bacterias productoras de ureasa, principalmente *Staphylococcus intermedius* y, en menor medida, especies de *Proteus*. La ureasa descompone la urea, liberando amoníaco y elevando el pH urinario,

lo que genera un entorno favorable para la precipitación de cristales de estruvita. A menudo, estos cálculos contienen pequeñas proporciones de otros minerales, como fosfato cálcico o, más raramente, urato amónico (Stevenson y Rutgers 2016).

Son cristales prismáticos e incoloros, generalmente de tres a seis caras. Presentan una forma característica de “tapa de ataúd”, aunque cuando la precipitación ocurre de manera rápida pueden observarse variaciones morfológicas, como formas trapezoidales, cruciformes, en helecho o prismas incompletos. Su aparición se asocia principalmente con orinas de pH alcalino (7–9) (Arauz et al. 2020).



Figura 1. Morfología de cristales de estruvita

-Urolitos de Oxalato Cálcico

La urolitiasis por oxalato cálcico se produce cuando la orina se encuentra sobresaturada en calcio y oxalato, habitualmente asociada a calciuria elevada. Un factor importante es la hiperabsorción intestinal de calcio, condición que incrementa tanto los niveles séricos de calcio como la disponibilidad de oxalato para su absorción intestinal, elevando el riesgo de hiperoxaluria.

La relación entre la absorción intestinal de calcio y ácido oxálico tiene gran relevancia clínica, ya que una disminución del calcio intestinal puede aumentar la absorción de oxalato, perpetuando la

litogénesis. Además, la alimentación influye de forma significativa en el desarrollo de este tipo de cálculos, particularmente en dietas que alteran el equilibrio entre calcio, oxalato y pH urinario (Stevenson y Rutgers 2016).

De forma octaédrica, semejante a un sobre de carta, e incoloros. Corresponden al tipo dihidrato más común, aunque pueden observarse también otras variantes. Su presencia es típica en orinas ácidas, aunque también puede presentarse en orinas neutras o ligeramente alcalinas (Arauz et al. 2020).



Figura 2. Morfología de cristales de oxalato de calcio

-Urolitos de Urato de amonio

El ácido úrico es un subproducto del metabolismo de las purinas. En la mayoría de los perros, el hígado convierte este compuesto en alantoína, una sustancia muy soluble que se elimina fácilmente por los riñones. Los perros con shunts portosistémicos congénitos o adquiridos también son susceptibles a desarrollar cálculos de urato, debido a una menor capacidad hepática para metabolizar el ácido úrico y el amoníaco.

En razas no dálmatas, la urolitiasis por urato puede tener predisposición hereditaria, como se ha observado en el Bulldog Inglés. Factores dietéticos, como dietas ricas en purinas (vísceras, carnes rojas) o un bajo consumo de agua, así como un pH urinario ácido, pueden agravar la litogénesis de urato (Stevenson y Rutgers 2016).

Cristales de color amarillo a marrón, generalmente redondeados y con espículas finas e irregulares, aunque algunos pueden carecer de ellas. Son los únicos cristales de uratos que pueden encontrarse en orinas alcalinas. Su observación debe realizarse dentro de los primeros 15 minutos tras la recolección, ya que tienden a disolverse o fragmentarse fácilmente, conservando en ocasiones solo su contorno redondeado (Arauz et al. 2020).



Figura 3. Morfología de cristales de urato de amonio

-Urolitos de Cistina

Los cálculos de cistina se asocian con una enfermedad metabólica hereditaria conocida como cistinuria, caracterizada por una deficiente reabsorción renal de cistina y otros aminoácidos en el

túbulo proximal. Como resultado, la cistina se acumula en la orina, y al ser poco soluble en pH fisiológico (5.5–7.0), tiende a precipitar y formar cálculos.

Esta alteración se observa principalmente en machos adultos, y aunque no todos los perros cistinúricos desarrollan urolitos, la combinación de factores genéticos y condiciones urinarias específicas puede desencadenar la enfermedad. Se ha documentado en más de 60 razas con patrones de herencia variables, lo que evidencia su heterogeneidad genética (Stevenson y Rutgers 2016).

Son cristales de gran valor diagnóstico, pues su presencia siempre se considera patológica. Tienen forma de láminas hexagonales, incolores y transparentes, con bordes bien definidos. Se asocian con cistinuria congénita y la formación de cálculos de cistina (Arauz et al. 2020).

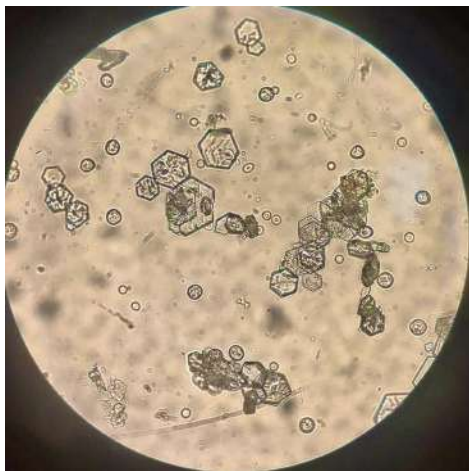


Figura 4. Morfología de cristales de cistina.

-Otros Tipos de Urolitos

Los urolitos de fosfato cálcico son poco comunes como componente único, pero suelen encontrarse mezclados con estruvita u oxalato cálcico. Su aparición se asocia con trastornos metabólicos o con dietas ricas en calcio y fósforo. Estos cristales pueden actuar como núcleos de cristalización para otros minerales, facilitando la formación de cálculos mixtos.



Figura 5. Morfología de cristales de fosfato cálcico.

Cristales de tamaño relativamente grande que pueden adoptar formas variadas, como rosetas, estrellas o agujas. También pueden presentarse en láminas delgadas (Arauz et al. 2020).

La urolitiasis por sílice, menos frecuente, se ha vinculado con el consumo de alimentos que contienen formas absorbibles de sílice, como algunos ingredientes vegetales o subproductos ricos en fibra y salvado.

Finalmente, los urolitos compuestos presentan un núcleo de un mineral y capas externas de otro, formándose en etapas sucesivas conforme cambian las condiciones urinarias o infecciosas. Por ejemplo, un cálculo preexistente puede predisponer al desarrollo de una ITU, que a su vez propicie

la precipitación secundaria de estruvita, generando así una estructura mineral mixta (Stevenson y Rutgers 2016).

4.5. Predisposición y factores de riesgo

4.5.1. Edad

La edad promedio de los perros afectados es de aproximadamente 7 años, con un rango que va desde menos de un año hasta 18 años, siendo más frecuente entre los 4 y 10 años. Esto sugiere que la enfermedad suele aparecer en animales adultos, aunque puede presentarse en cualquier etapa de la vida (Hesse y Neiger 2009, Ling 2001).

4.5.2. Sexo

El sexo del animal influye significativamente en la predisposición y presentación de la urolitiasis. Los machos presentan una mayor prevalencia de cálculos con una relación aproximada de 1,8:1 en comparación con las hembras. Esta diferencia se explica, en parte, por la anatomía uretral: la uretra masculina, estrecha y atravesada por el os penis, favorece la retención de los urolitos, aumentando la probabilidad de obstrucción. En contraste, la uretra femenina es más corta y ancha, lo que facilita la eliminación de los cálculos y reduce el riesgo de obstrucción; sin embargo, esta característica aumenta la susceptibilidad de las perras a infecciones del tracto urinario, un factor que puede contribuir indirectamente a la formación de urolitos (Hesse y Neiger 2009, Stevenson y Rutgers 2016, Ling 2001).

4.5.3. Raza

Se observa una mayor predisposición en razas pequeñas como Yorkshire Terriers, Poodles, Cocker Spaniels, Shih Tzus y Pekingeses, mientras que razas grandes como el Pastor Alemán presentan menor incidencia. La mayor susceptibilidad en perros pequeños podría estar relacionada con un menor volumen urinario y un menor número de micciones, lo que favorece la sobresaturación de minerales. Además, ciertas razas presentan predisposiciones específicas a tipos concretos de cálculos; por ejemplo, los dálmatas muestran tendencia a desarrollar cálculos de urato, lo que indica un componente genético asociado al sexo y a la raza (Hesse y Neiger 2009, Stevenson y Rutgers 2016).

4.5.4. Alimentación

La composición de la dieta, incluyendo humedad, proteína y sodio, influye directamente en la concentración y saturación de solutos en la orina. Dietas con bajo contenido de humedad y alto contenido proteico favorecen la formación de urolitos de oxalato de calcio, mientras que un incremento moderado de sodio y humedad ha demostrado reducir el riesgo en razas predispuestas (Hesse y Neiger, 2009, Stevenson y Rutgers 2016).

4.6. Infecciones del Tracto Urinario (ITU)

Las infecciones del tracto urinario (ITU) constituyen una de las causas más relevantes de alteraciones en el sistema urinario de los perros, y su impacto puede ir más allá de una simple inflamación o presencia de bacterias. Uno de los efectos más importantes de las ITU crónicas o mal tratadas es su papel como factor predisponente para el desarrollo de urolitiasis, especialmente de urolitos de estruvita (Stevenson y Rutgers 2016).

4.7. Métodos de diagnóstico

4.7.1. Diagnóstico por uroanálisis

El uroanálisis constituye una herramienta fundamental, económica y de fácil realización, para la evaluación del estado urinario, metabólico y renal del paciente, proporcionando información relevante en casos de enfermedad sistémica o cuando se sospecha afección del aparato urinario. Este análisis se divide en tres componentes principales: examen físico de la orina, análisis químico y estudio del sedimento urinario, permitiendo la detección de alteraciones asociadas a patologías urinarias, renales, metabólicas u otras condiciones sistémicas. Para garantizar la precisión de los resultados, es esencial obtener una muestra de orina de calidad, que puede recogerse mediante micción espontánea, cateterización uretral o, preferentemente, cistocentesis, ya que esta técnica minimiza la contaminación con secreciones uretrales o genitales, es de fácil ejecución y generalmente bien tolerada por perros y gatos (Barrera y Duque, 2021).

4.7.2. Análisis físico de orina

Consiste en valorar la apariencia de la orina, su turbidez y densidad. Las dos primeras se realizan visualmente y la tercera mediante refractometría. El color del correspondiente cuadrado de la tira de orina nunca debe utilizarse para reemplazar la determinación de la densidad urinaria (Barrera y Duque, 2021).

-Densidad urinaria

La densidad se determina habitualmente mediante refractometría, un método indirecto basado en el índice de refracción de la orina, que mide el grado en que las ondas de luz se desvían al atravesar los solutos presentes en la muestra. (lectura = 1.000).

En animales sanos, la densidad urinaria presenta variaciones según el estado de hidratación, la dieta y la actividad física. En perros, los valores normales oscilan aproximadamente entre 1.015 y 1.045, mientras que en gatos se sitúan entre 1.035 y 1.065. En condiciones normales, la densidad de la orina suele ser superior a 1.030 en perros y superior a 1.035 en gatos, reflejando la capacidad renal de concentrar el ultrafiltrado glomerular y mantener el equilibrio hídrico del organismo (Barrera y Duque, 2021).

-Color

El color de la orina debe evaluarse observando la muestra en un recipiente transparente sobre un fondo blanco, con buena iluminación. El color urinario varía considerablemente entre animales sanos y aquellos con procesos patológicos, y se encuentra influenciado por el estado de hidratación del paciente. Asimismo, pueden producirse cambios de color durante el almacenamiento de la muestra debido a procesos oxidativos, por lo que se recomienda registrar el color utilizando orina fresca. Las variaciones anormales de color pueden describirse a lo largo de un espectro que incluye: amarillo oscuro (ámbar), rosa, rojo, color vino tinto, marrón rojizo, marrón oscuro, naranja-marrón, negro, amarillo-marrón, amarillo-verde, verde, verde-azulado, blanco (tizoso o lechoso) y transparente. (Chew y Schenck, 2023).

-Aspecto (Turbidez)

La claridad de la orina se evalúa como un continuo que va desde la transparencia completa hasta la turbidez total. La muestra debe observarse en un recipiente transparente, sostenida frente a una fuente de luz y sobre un fondo blanco, para asegurar una correcta interpretación. Los términos

empleados para describir la claridad son categorías como clara, ligeramente turbia, turbia, muy turbia y lechosa, que reflejan cantidades progresivamente mayores de partículas en la orina. Una forma práctica de evaluar la claridad consiste en observar la facilidad con la que se puede leer un texto a través de la muestra: en la orina clara la impresión se ve nítida, mientras que en la orina turbia la lectura se dificulta o resulta imposible (Chew y Schenck, 2023).

-Olor

La evaluación del olor urinario no forma parte rutinaria del uroanálisis, aunque los olores inusuales pueden registrarse. La orina normal presenta un olor ligero, atribuido a la presencia de aminas alifáticas volátiles, cuya intensidad varía entre individuos y se relaciona parcialmente con el grado de concentración de la orina y la dieta. Los olores anormales son más frecuentes y suelen ser amoniacaes, resultantes de la liberación de amoníaco durante el metabolismo de la urea por bacterias productoras de ureasa, asociadas a infecciones urinarias o contaminación bacteriana de la muestra. La degradación bacteriana de proteínas (putrefacción) o la descamación de tejido necrótico también puede generar un olor fétido. En ocasiones, se puede detectar un aroma dulce característico de la presencia de cuerpos cetónicos en animales diabéticos (Chew y Schenck, 2023).

4.7.3. Análisis químico de orina

El análisis químico de la orina se realiza mediante tiras reactivas, las cuales fueron desarrolladas principalmente para medicina humana, por lo que algunas almohadillas pueden no ser completamente confiables en medicina veterinaria.

-pH

El pH urinario refleja el equilibrio ácido-base y está influido por factores como la dieta, las variaciones diurnas y ciertas enfermedades. En condiciones normales, se encuentra entre 6,0 y 7,5 en perros y gatos. Una disminución del pH puede asociarse con dietas ricas en proteínas animales, administración de acidificantes urinarios, acidosis metabólica o respiratoria, estados catabólicos,

diarrea severa, fiebre, vómitos intensos o ayuno prolongado. Por el contrario, un pH elevado puede ser indicativo de infección del tracto urinario por bacterias productoras de ureasa, dietas ricas en cereales o vegetales, ingestión reciente de carne, administración de alcalinizantes de la orina, alcalosis respiratoria o acidosis tubular renal (Barrera y Duque, 2021).

-Proteína

La orina normal contiene pequeñas cantidades de proteínas, generalmente no detectables mediante técnicas rutinarias de laboratorio. Por ello, la evaluación de la proteinuria debe realizarse siempre considerando simultáneamente la densidad urinaria, la historia clínica, el examen físico y el análisis del sedimento urinario. Una proteinuria moderada a severa con sedimento normal sugiere enfermedad glomerular (por ejemplo, glomerulonefritis o amiloidosis glomerular), mientras que proteinuria de mediana a moderada acompañada de sedimento activo indica inflamación del tracto urinario inferior o del tracto genital (Barrera y Duque, 2021).

-Glucosa

La glucosa es una molécula de pequeño tamaño que atraviesa libremente el glomérulo hacia el ultrafiltrado glomerular, siendo posteriormente casi completamente reabsorbida en los túbulos proximales. Su presencia en la orina de perros y gatos no es normal. La glucosuria puede aparecer cuando la concentración sanguínea de glucosa supera el umbral renal (aproximadamente 180 mg/dl). Por lo tanto, la detección de glucosa urinaria debe interpretarse siempre en el contexto de los niveles de glucosa en sangre (Barrera y Duque, 2021).

-Cuerpos cetónicos

Las cetonas normalmente no se encuentran en la orina de perros y gatos. La presencia de cetonas en la orina puede deberse a un ayuno prolongado, dietas bajas en carbohidratos, fiebre, hipoglucemia persistente, trastornos del almacenamiento de glucógeno o cetoacidosis diabética. Niveles elevados de cetonas, especialmente cuando se acompañan de letargia y vómitos, sugieren cetoacidosis y requieren una evaluación inmediata de glucosa y gases en sangre, así como del equilibrio ácido-base del paciente (Barrera y Duque, 2021).

-Sangre

La tira reactiva urinaria es altamente sensible a la hemoglobina, detectándola a partir de 0,03 mg/dl, aunque no distingue entre eritrocitos, hemoglobina libre o mioglobina, mostrando mayor sensibilidad frente a la hemoglobina que a los eritrocitos intactos. La reacción con hemoglobina produce cambios difusos en el color de la almohadilla, mientras que los eritrocitos intactos generan pequeñas manchas visibles. Entre sus causas incluyen traumatismos, coagulopatías, administración de fármacos, urolitiasis, neoplasias, procesos inflamatorios, quistes, infartos renales, glomerulonefritis, infecciones parasitarias o leptospirosis (Barrera y Duque, 2021).

-Bilirrubina

La bilirrubina constituye un marcador más indicativo de enfermedad hepática que urinaria. Se trata de un producto del metabolismo del grupo hemo por el sistema reticuloendotelial, que es transportado al hígado, conjugado con ácido glucurónico y excretado a través de la bilis. Solo la bilirrubina conjugada, soluble en agua, puede filtrarse libremente por los glomérulos. La tira reactiva urinaria detecta principalmente esta forma conjugada y su presencia en la orina puede indicar hemólisis, hepatopatías u obstrucción biliar (Barrera y Duque, 2021).

-Urobilinógeno

Los valores normales de urobilinógeno en la orina oscilan entre 0,1 y 1,0 unidades de Ehrlich. Su valor diagnóstico es limitado y, por tanto, debe interpretarse con precaución. Este compuesto se produce por la acción bacteriana sobre la bilirrubina conjugada en el intestino, y su aumento en la orina puede estar asociado a hemorragias o lesiones hepáticas (Barrera y Duque, 2021).

-Nitritos

Los nitritos normalmente no están presentes en la orina de perros y gatos. Aunque en medicina humana la reducción de nitratos a nitritos por bacterias nitrito-reductasas (generalmente gramnegativas) puede indicar infección urinaria, esta asociación no se ha observado de manera consistente en especies animales. Por lo tanto, la detección de nitritos en la orina mediante tiras

reactivas no se considera un parámetro confiable en medicina veterinaria y su interpretación clínica es limitada (Barrera y Duque, 2021).

-Leucocitos

Detectan procesos infecciosos mediante la liberación de indoxyl por la esterasas de leucocitos. La prueba está diseñada para humanos y es poco sensible en perros, por lo que la evaluación de leucocitos se realiza preferentemente mediante el sedimento urinario (Barrera y Duque, 2021).

4.7.4. Análisis microscópico de orina

El análisis microscópico del sedimento urinario debe realizarse como parte integral de un examen completo de la orina, especialmente en animales enfermos o en aquellos que presentan alteraciones en el color o la claridad de la muestra, hallazgos anormales en las pruebas químicas de tiras reactivas o densidad urinaria inferior a la esperada, o signos clínicos relevantes. Este análisis permite identificar un aumento de glóbulos rojos y blancos, células epiteliales, cilindros, cristales, agentes infecciosos (bacterias y hongos) y parásitos, incluyendo huevos o larvas de especies como *Capillaria plica*, *Diectophyma renale* y *Dirofilaria immitis*. Dado que las tiras reactivas no detectan estos elementos, la evaluación microscópica resulta indispensable para una interpretación completa y precisa del estado urinario, y se recomienda su realización preferentemente en el laboratorio interno para asegurar resultados confiables (Chew y Schenck, 2023).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Hospital Escuela Veterinario de la Universidad Nacional de Agricultura (HEV-UNAG), ubicado en Catacamas, Olancho, Honduras. Las muestras de orina se procesaron en el laboratorio clínico del HEV-UNAG, equipado para análisis físico, químico y microscópico de orina.

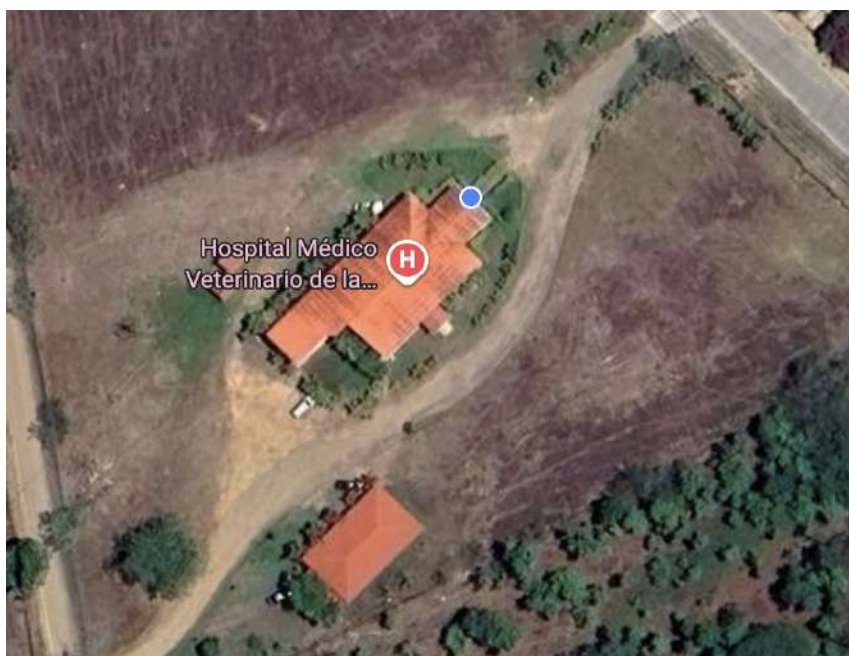


Figura 6. Vista satelital del Hospital Escuela Veterinario de la Universidad Nacional de Agricultura (HEV-UNAG).

5.2. Tipo de estudio

El presente trabajo corresponde a un estudio descriptivo de corte transversal, cuyo objetivo es determinar la presencia y tipo de cristales urinarios en caninos **con afecciones del tracto urinario** que vengan a consulta, relacionándolos con factores como la edad, raza, sexo, tipo de alimentación y estado reproductivo.

5.3. Duración de la investigación

La investigación se desarrolló durante un período comprendido entre los meses de diciembre del 2025 y agosto del año 2026, tiempo en el cual se realizó la toma de muestras, análisis de laboratorio y procesamiento de datos.

5.4. Población de estudio

La población está constituida por caninos que asistieron al servicio clínico del Hospital Escuela Veterinario de la Universidad Nacional de Agricultura (HEV-UNAG), Catacamas, Olancho, durante el período establecido para la investigación.

Estos animales acudieron por diferentes motivos de consulta general o preventiva, siempre que sea posible obtener una muestra de orina para su análisis. Se incluyeron pacientes independientemente de su raza o sexo, con el fin de representar la población canina atendida de forma habitual en el hospital veterinario.

5.5. Tamaño de la muestra

Fueron incluidos en el estudio 80 caninos seleccionados por conveniencia, de acuerdo con la disponibilidad de pacientes que asistan al HEV-UNAG durante el tiempo de estudio y que cumplan con los criterios de inclusión establecidos.

5.5.1. Factores de inclusión

Se incluyeron caninos de cualquier raza y sexo, mayores de seis meses, cuyos propietarios otorguen su consentimiento para la toma de muestra y participación en el estudio.

5.5.2. Factores de exclusión

Se excluyeron del estudio los caninos menores de seis meses. También se descartaron los animales que presenten la vejiga vacía al momento de la recolección, impidiendo la obtención de la muestra de orina, así como las hembras gestantes, los animales en estado crítico o que presentaron condiciones clínicas que comprometan su bienestar durante el procedimiento.

5.6. Diseño metodológico

5.6.1. Etapa 1: Selección de la muestra

Durante el período de estudio, se evaluaron 80 caninos que acudieron a servicio clínico. A cada paciente se le elaboró una ficha clínica individual, donde se registraron los datos proporcionados por el propietario, tales como nombre, edad, raza, sexo, tipo de alimentación, antecedentes médicos relevantes y hábitos de consumo de agua.

Se procedió a realizar una evaluación clínica general, registrando constantes fisiológicas (temperatura corporal, frecuencia cardíaca y respiratoria, color de mucosas, tiempo de llenado capilar y palpación de ganglios linfáticos), con el fin de determinar el estado general del animal previo a la toma de muestra.

5.6.2. Etapa 2: Recolección de la muestra

-Se procede a la obtención de una muestra de orina de cada canino seleccionado, con un volumen aproximado de 5 a 10 ml, utilizando el método de cistocentesis ecoguiada, con el fin de garantizar una muestra estéril y representativa del contenido vesical.

-Se coloca al paciente en decúbito dorsal o lateral, según su tamaño, temperamento y grado de colaboración, procurando minimizar el estrés mediante una contención física adecuada. Se realiza una tricotomía del área abdominal caudal, correspondiente a la región vesical, y posteriormente se efectúa la desinfección del sitio de punción empleando una solución antiséptica.

-Se utiliza el equipo de ultrasonografía para localizar la vejiga urinaria y determinar el punto de punción más apropiado. Una vez identificado, se introduce una aguja estéril calibre 21G x 1.5 pulgadas, acoplada a una jeringa estéril de 5 a 10 ml, realizando una aspiración lenta y cuidadosa hasta obtener el volumen requerido.

-Se transfiere la muestra obtenida a un tubo estéril debidamente rotulado, identificando cada muestra con un código único que corresponde al paciente, registrando además la fecha, hora y método de recolección.

-Se procede al traslado inmediato de las muestras al laboratorio clínico veterinario, dentro de un periodo no mayor a 30 minutos tras la obtención. Durante el transporte, las muestras se mantienen a temperatura ambiente controlada (20–25 °C) y protegidas de la luz solar directa. En caso de requerirse mayor tiempo de conservación, se almacenan temporalmente en refrigeración (4 °C) para evitar alteraciones físico-químicas o proliferación bacteriana.

5.6.3. Etapa 3: Procesamiento de la muestra

Se procede al procesamiento de las muestras de orina en el laboratorio clínico veterinario del HEV-UNAG, siguiendo las etapas establecidas para el uroanálisis, que comprende los análisis físico, químico y microscópico.

-En primer lugar, se realiza el análisis físico, evaluando parámetros como el color, aspecto o transparencia, olor, y densidad urinaria, esta última determinada mediante el refractómetro.

-Se lleva a cabo el análisis químico, empleando tiras reactivas comerciales, las cuales se sumergen brevemente en la muestra y se comparan con la escala colorimétrica del fabricante. En esta etapa se registran parámetros como pH, proteínas, glucosa, cuerpos cetónicos, bilirrubina, sangre oculta y nitritos, entre otros.

-Una vez finalizado el examen químico, se realiza el análisis microscópico del sedimento urinario. Para ello, se centrifugan 5 ml de orina a 1,500–2,000 rpm durante 5 minutos, se descarta el sobrenadante y se coloca una gota del sedimento en un portaobjetos, cubriéndola con cubreobjetos. La observación se efectúa bajo microscopio óptico en los aumentos de 10x y 40x, identificando y cuantificando los elementos formes presentes.

-Durante esta observación se registran la presencia y cantidad aproximada de células epiteliales, leucocitos, eritrocitos, cilindros, bacterias y cristales urinarios. Los cristales se clasifican de acuerdo con su morfología característica (por ejemplo, estruvita, oxalato de calcio, urato, cistina o fosfatos amorfos), y se anotan los resultados en la ficha correspondiente del paciente.

5.6.4. Etapa 4: Urocultivo

Se realiza el aislamiento bacteriano cultivando la muestra dentro de las dos horas posteriores a su recepción. Se toman 20 µl de orina previamente homogenizada y se inoculan por rayado

convencional en placas de Petri con agar de sangre de carnero al 5% (ASC) y agar MacConkey, para posteriormente incubarlas a 37°C durante 18–24 horas.

5.6.5. Etapa 5: Análisis de factores de riesgo

Se recopilaron los datos epidemiológicos de cada paciente para analizar la relación entre factores como edad, sexo, raza y manejo de los caninos. Se utilizaron una tabla de datos de Excel para facilitar el análisis.

5.6.6. Etapa 6: Análisis estadístico

Los datos obtenidos se registraron y organizaron en una base de datos digital mediante Microsoft Excel. Se realizó el análisis estadístico utilizando el programa SPSS versión 16.0, empleando la prueba de Chi cuadrado para evaluar la asociación entre las variables categóricas, como presencia y tipo de cristales, pH urinario, raza, edad, condición reproductiva y tipo de alimentación. Se considera que los resultados presentan significancia estadística cuando el valor de p es menor o igual a 0.05 ($p \leq 0.05$).

5.7. Consideraciones éticas

La investigación se rigió bajo los principios éticos establecidos por la Universidad Nacional de Agricultura, garantizando el bienestar animal y la confidencialidad de los propietarios. Todos los

procedimientos fueron realizados por personal veterinario calificado, procurando minimizar el estrés y el dolor en los pacientes.

5.8. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

Variable	Método de recolección	Tipo y clasificación	Escala
Examen químico de orina	Uroanálisis	Variable independiente. ○ Densidad ○ pH	Cuantitativa nominal; Determinada por los valores del examen químico de la orina.
Examen químico de orina	Uroanálisis	Variable independiente. ○ Nitritos ○ Leucocitos ○ Proteína ○ Glucosa ○ Cetonas ○ Urobilinógeno ○ Bilirrubina ○ Hemoglobina	Cualitativa nominal; Determinada por los valores del examen químico de la orina.
Examen físico de orina	Uroanálisis	Variable independiente. ○ Color ○ Olor ○ Aspecto	Cualitativa nominal; Determinada por los valores del examen físico de la orina.
Raza	Mediante ficha clínica	Variable dependiente. Resultado: ○ Razas muy pequeñas: hasta 4 kg ○ Razas pequeñas: 5 a 10 kg ○ Razas medianas: 11 a 25 kg	Cualitativa ordinal; agrupación basada en características biológicas.

		○ Razas grandes: 26 a 44 kg ○ Razas muy grandes: más de 45 kg	
Sexo	Mediante ficha clínica	Variable independiente. ○ Hembra ○ Macho	Cualitativa nominal; agrupación basada en características biológicas.
Edad	Mediante ficha clínica	Variable independiente. ○ Joven: 6 meses –2 años ○ Adulto: 3–6 años ○ Geriátrico: >7 años	Cuantitativa; agrupación basada en el tiempo de vida.
Tipo de alimentación	Mediante ficha clínica	Variable independiente: ○ Alimentación casera ○ Alimentación balanceada	Cualitativa nominal; agrupación basada en alimento que consume a diario.
Estado reproductivo	Mediante ficha clínica	Variable independiente. ○ Entero ○ Esterilizado	Cualitativa nominal; agrupación basada en el estado reproductivo.
Presencia de cristales	Uroanálisis	Variable dependiente. Resultado: ○ Presencia ○ Ausencia	Cualitativa dicotómica; existen dos posibles resultados a la prueba.

5.9 Materiales y equipo

Recursos humanos:

- Estudiante investigador.
- Médicos veterinarios clínicos del Hospital Escuela Veterinario de la UNAG.
- Técnico del laboratorio de microbiología.

Recursos de laboratorio:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| -Guantes desechables | -Portaobjetos |
| -Alcohol | -Cubreobjetos |
| -Algodón | -Microscopio |
| -Jeringas estériles de 5 a 10 ml | -Tiras reactivas de orina |
| -Agujas 22G | -Centrífuga |
| -Tubos cónicos estériles | |
| -Muestra de orina | |

Recursos para recolección de datos:

- Ficha clínica
- Lápices
- Marcador
- Tablero

Recursos para el análisis de resultados:

- Computadora
- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- SPSS

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como propósito determinar la presencia de cristaluria en caninos atendidos en el Hospital Escuela Veterinario de la Universidad Nacional de Agricultura (HEV-UNAG), mediante la evaluación física, química y microscópica de la orina, así como analizar su posible relación con factores de riesgo como el sexo, la edad, el tipo de dieta, la raza y el estado reproductivo.

Frecuencia en la presencia de cristales en la orina de caninos evaluados.

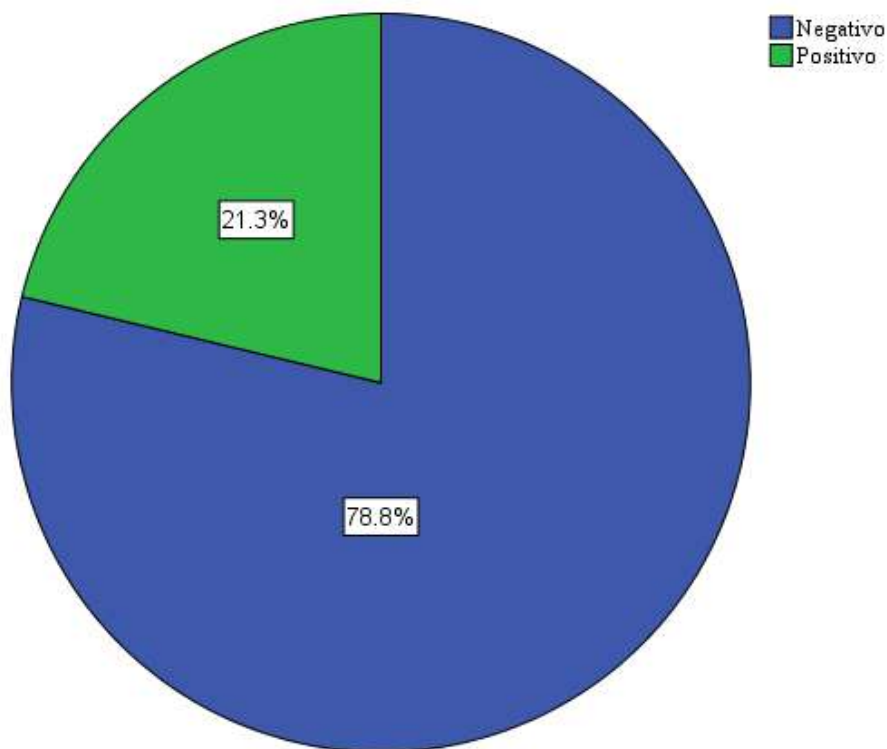


Gráfico 1. Frecuencia en la presencia de cristales en la orina de caninos evaluados.

Mediante la evaluación microscópica del sedimento urinario (Gráfico 1) se determinó que el 62.50 % (50/80) de los caninos evaluados no presentó cristales urinarios, mientras que el 37.50 % (30/80) resultó positivo a cristaluria.

6.1. Examen físico de la orina.

El examen físico de las muestras de orina mostró que el color (Anexo 7) amarillo pálido fue el más frecuente, presentándose en el 41.25 % (33/80) de los caninos evaluados, seguido del amarillo oscuro con un 31.25 % (25/80) y del color ámbar con un 27.50 % (22/80).

En cuanto al aspecto (Anexo 8), predominó la orina clara en el 56.25 % (45/80) de las muestras, seguida de la orina turbia en el 41.25 % (33/80), mientras que únicamente el 2.50 % (2/80) presentó un aspecto muy turbio.

6.2. Examen químico de la orina.

En la evaluación química mediante tira reactiva, la determinación de leucocitos (Anexo 10) evidenció resultados negativos en el 47.50 % (38/80) de las muestras. Asimismo, el 37.50 % (30/80) presentó trazas (+25 leucocitos/ μ L), el 8.75 % (7/80) mostró una cantidad escasa (++75 leucocitos/ μ L) y el 6.25 % (5/80) registró una cantidad moderada (+++125 leucocitos/ μ L).

En cuanto a la presencia de sangre en orina (Anexo 9), el 75.00 % (60/80) de las muestras resultó negativo, mientras que el 13.75 % (11/80) presentó trazas, el 1.25 % (1/80) una cantidad escasa, el 5.00 % (4/80) una cantidad moderada y el 5.00 % (4/80) una cantidad abundante.

En la determinación de proteínas (Anexo 11) mediante tira reactiva, el 18.75 % (15/80) de las muestras presentó un resultado negativo. Asimismo, el 12.50 % (10/80) evidenció trazas, el

23.75 % (19/80) presentó una cruz (+), el 27.50 % (22/80) dos cruces (++), el 7.50 % (6/80) tres cruces (+++) y el 10.00 % (8/80) cuatro cruces (++++).

En relación con el pH urinario (Anexo 12), el 51.25 % (41/80) de las muestras presentó un pH ácido, el 21.25 % (17/80) un pH neutro y el 27.50 % (22/80) un pH alcalino.

La gravedad específica urinaria (Anexo 13), determinada mediante reflectometría, mostró un predominio de muestras con orina mínimamente concentrada (1.020 – 1.030), las cuales representaron el 45.00% (36/80) del total. Por otra parte, el 27.50 % (22/80) presentó hiperestenuria (>1.040), mientras que la hipostenuria (<1.000) y la isostenuria (1.010) se observaron en el 13.75 % (11/80) de las muestras, respectivamente.

6.4. Tipos de cristales urinarios identificados

Frecuencia en los tipos de cristales encontrados.

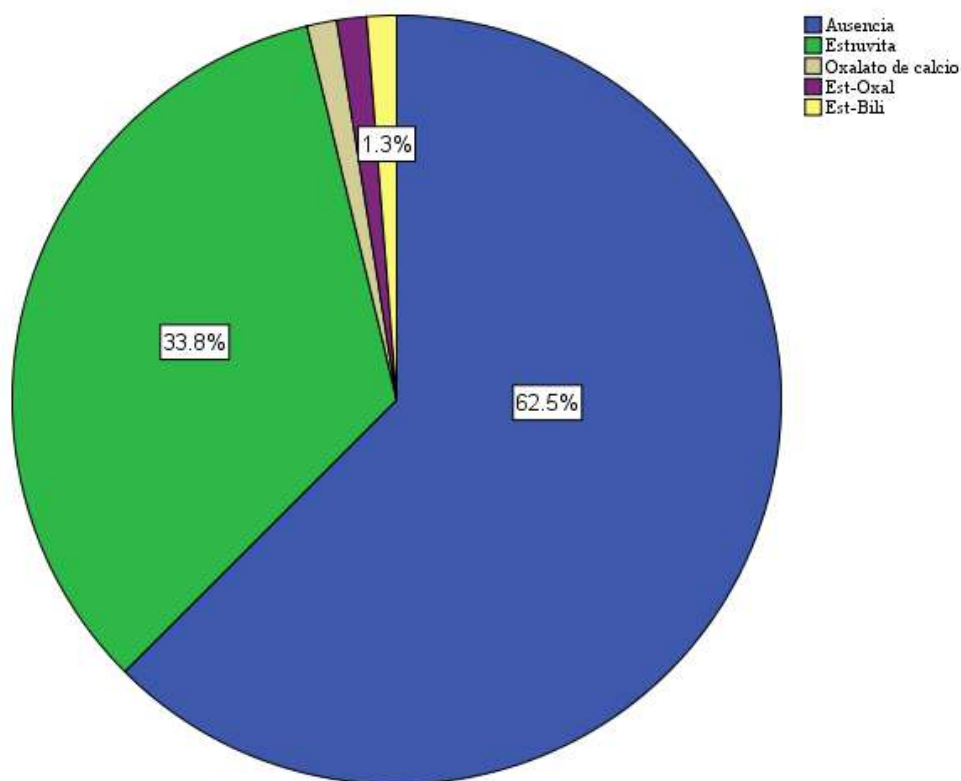


Gráfico 2. Frecuencia en los tipos de cristales encontrados.

A partir de la evaluación de 80 muestras de orina, se identificó cristaluria en el 33.75 % (27/80) de los caninos, siendo la estruvita el tipo de cristal predominante, seguidos por los cristales de oxalato de calcio. En menor frecuencia, los cristales mixtos de estruvita - oxalato de calcio y los cristales mixtos de estruvita - bilirrubina (Gráfico 2). La predominancia de cristales de estruvita coincide con lo reportado por Tigua (2020), quien, al evaluar 90 muestras de orina de caninos, identificó a la estruvita como el tipo de cristal urinario más frecuente, seguida por los cristales de oxalato de calcio, entre otros.

De manera similar, Del Angel-Caraza et al. (2010), al analizar la composición mineral de urolitos obtenidos de caninos atendidos, encontraron que los urolitos de estruvita fueron los más frecuentes, seguidos por los de oxalato de calcio. Aunque este último estudio evaluó cálculos urinarios y no

cristaluria, la similitud en la predominancia de la estruvita demuestra la importancia de este mineral como uno de los hallazgos más comunes en las alteraciones del tracto urinario inferior de los caninos.

6.5. Predisposición y factores de riesgo

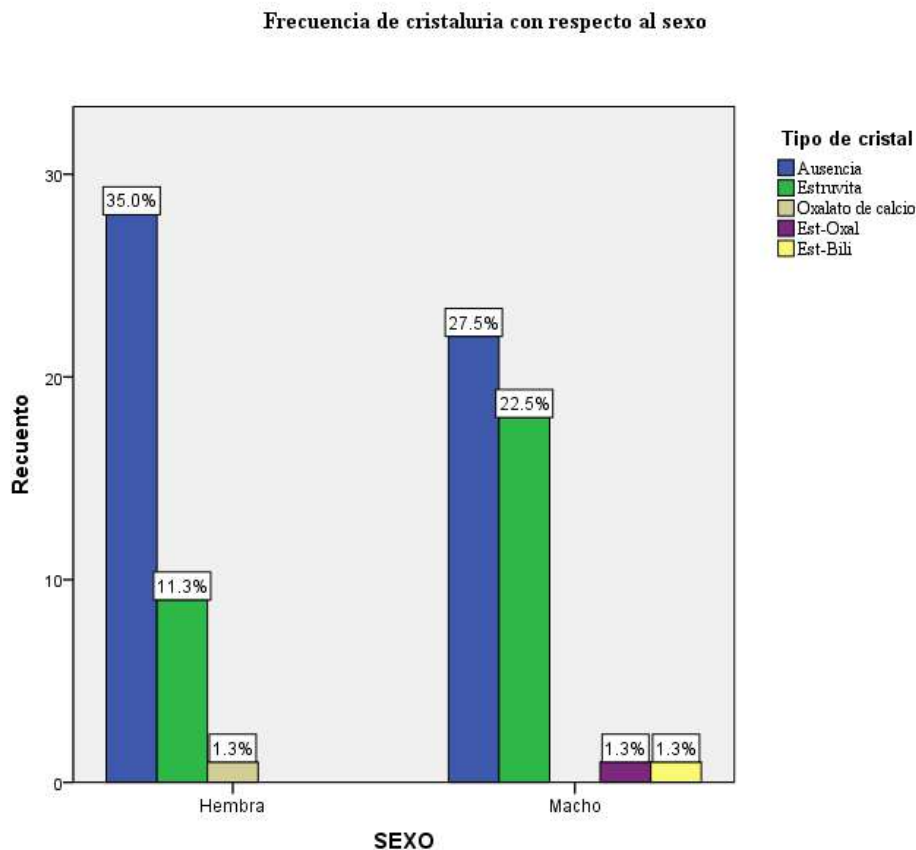


Gráfico 3. Frecuencia de cristaluria con respecto al sexo.

La ausencia de cristaluria fue más frecuente tanto en hembras como en machos (Gráfico 3); sin embargo, la presencia de cristales urinarios se observó en mayor proporción en los machos. En ambos sexos, los cristales de estruvita constituyeron el tipo predominante, identificándose en el 22.50 % (18/80) de los machos y en el 11.25 % (9/80) de las hembras. Por otra parte, los cristales

de oxalato de calcio y los cristales mixtos se registraron únicamente en casos aislados, representando el 1.25 % (1/80) cada uno.

Se observó una mayor frecuencia de cristaluria en los machos en comparación con las hembras; sin embargo, esta diferencia no presentó una asociación estadísticamente significativa según la prueba de Chi-cuadrado ($p = 0.16$), considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (Anexo 2).

Esto coincide con lo reportado por Tigua (2020), quien identificó una mayor frecuencia de cristaluria en machos respecto a hembras dentro de su población evaluada. De igual manera, Ruiz (2021) encontró una mayor proporción de cristales de estruvita en machos, representando la mayoría de los casos positivos en comparación con las hembras.

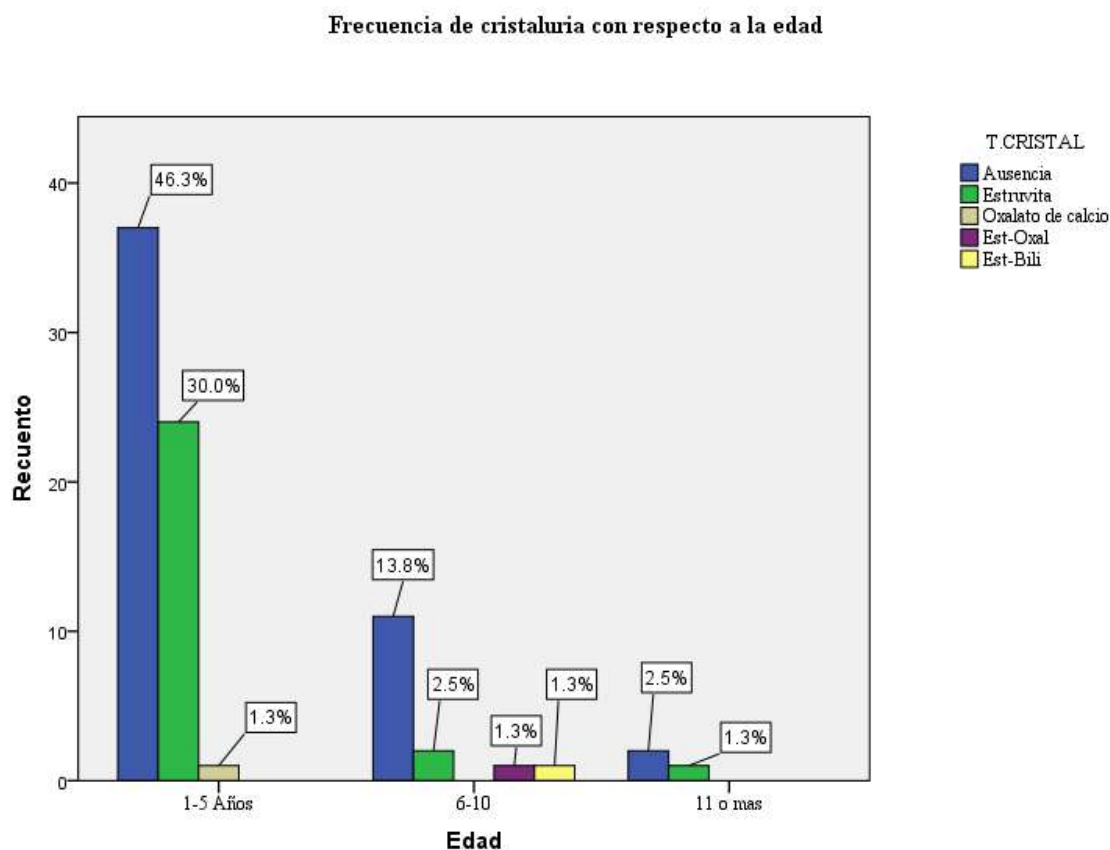


Gráfico 4. Frecuencia de cristaluria respecto a la edad

La mayor frecuencia de cristaluria se observó en los caninos de 1 a 5 años de edad (Gráfico 4). Dentro de este grupo, los cristales de estruvita constituyeron el tipo de cristal predominante (30.00 %; 24/80), mientras que el 46.25 % (37/80) de los animales no presentó cristaluria.

En el grupo de 6 a 10 años, se registraron 11 caninos sin presencia de cristales (13.75 %) y 2 con cristaluria por estruvita (2.50 %). En los caninos de 11 años o más se observaron las menores frecuencias, con 2 individuos sin cristaluria (2.50 %) y 1 con presencia de estruvita (1.25 %).

La prueba de Chi-cuadrado no evidenció una asociación estadísticamente significativa ($p = 0.168$), utilizando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (Anexo 3), entre la asociación de la edad y la presencia de cristaluria.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Ruiz (2021), quien identificó una mayor presentación de cristales de estruvita en caninos con edades comprendidas entre 1 y 5 años. De manera similar, Ramírez y Ruiz (2015) señalaron que la cristaluria puede manifestarse en diferentes etapas de vida, aunque observaron una mayor presentación de cristales de estruvita principalmente en animales jóvenes (1 a 3 años).

Frecuencia de cristaluria con respecto al tipo de alimentación

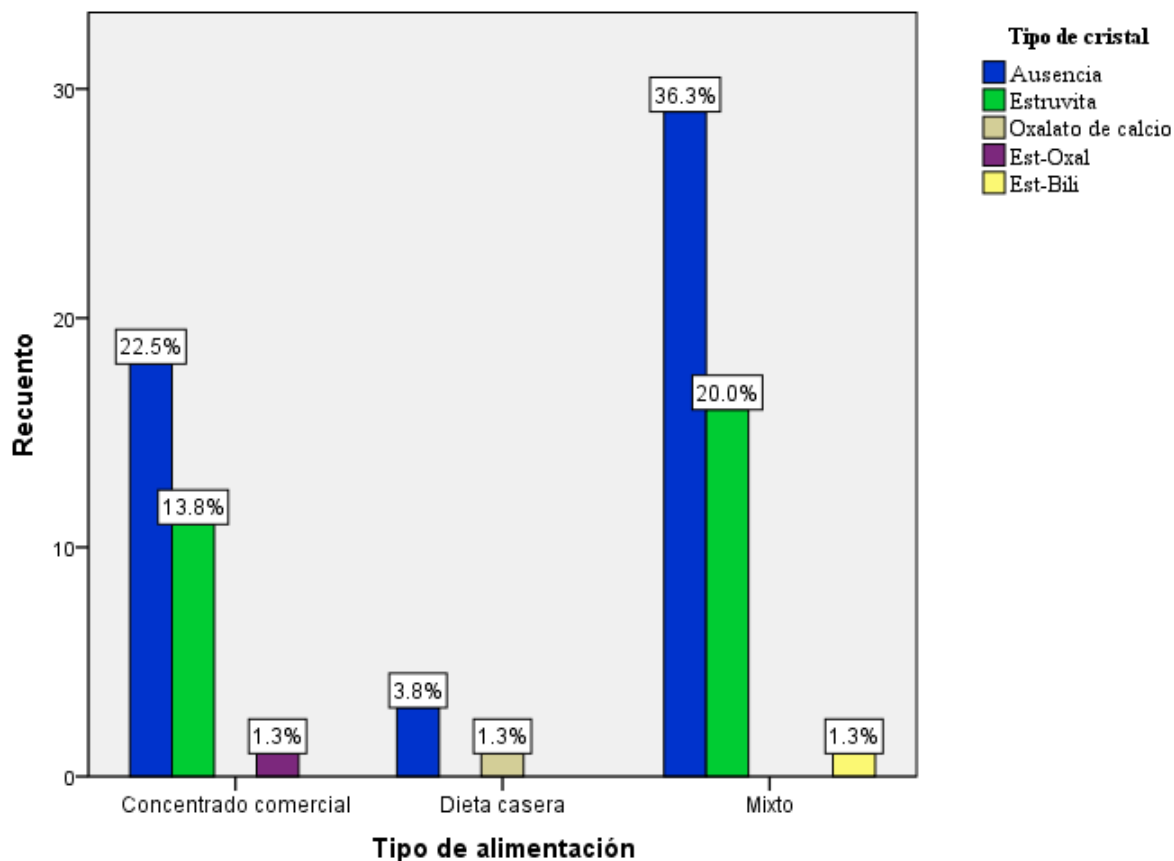


Gráfico 5. Frecuencia de cristaluria respecto al tipo de alimentación.

Con respecto al tipo de alimentación, se observó una mayor frecuencia de cristaluria en los caninos que recibían una dieta mixta (concentrado comercial y alimentación casera). En este grupo se registró un 36.25 % (29/80) sin presencia de cristales urinarios y un 20.00 % (16/80) con cristaluria, predominando los cristales de estruvita (Gráfico 5).

En los caninos alimentados exclusivamente con concentrado comercial se identificó un 22.50 % (18/80) sin cristaluria y un 13.75 % (11/80) con presencia de cristales de estruvita. Por otro lado,

los animales con alimentación exclusivamente casera presentaron las menores frecuencias, con un 3.75 % (3/80) sin cristales y un 1.25 % (1/80) con cristaluria por oxalato de calcio.

De acuerdo con la prueba de Chi-cuadrado (Anexo 4), no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el tipo de dieta y la presencia de cristaluria ($p = 0.50$), considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Esto coincide con lo reportado por Ponce (2025), quien identificó una mayor proporción de pacientes con cristaluria y urolitiasis entre aquellos que combinaban alimento comercial con comida casera. Según el autor, este tipo de alimentación podría favorecer alteraciones en la composición urinaria debido a variaciones en el aporte de minerales y nutrientes. Estos resultados difieren de lo descrito por Ricaurte (2018), quien encontró una mayor frecuencia de animales alimentados con dietas balanceadas, seguidos por aquellos con alimentación mixta y casera.

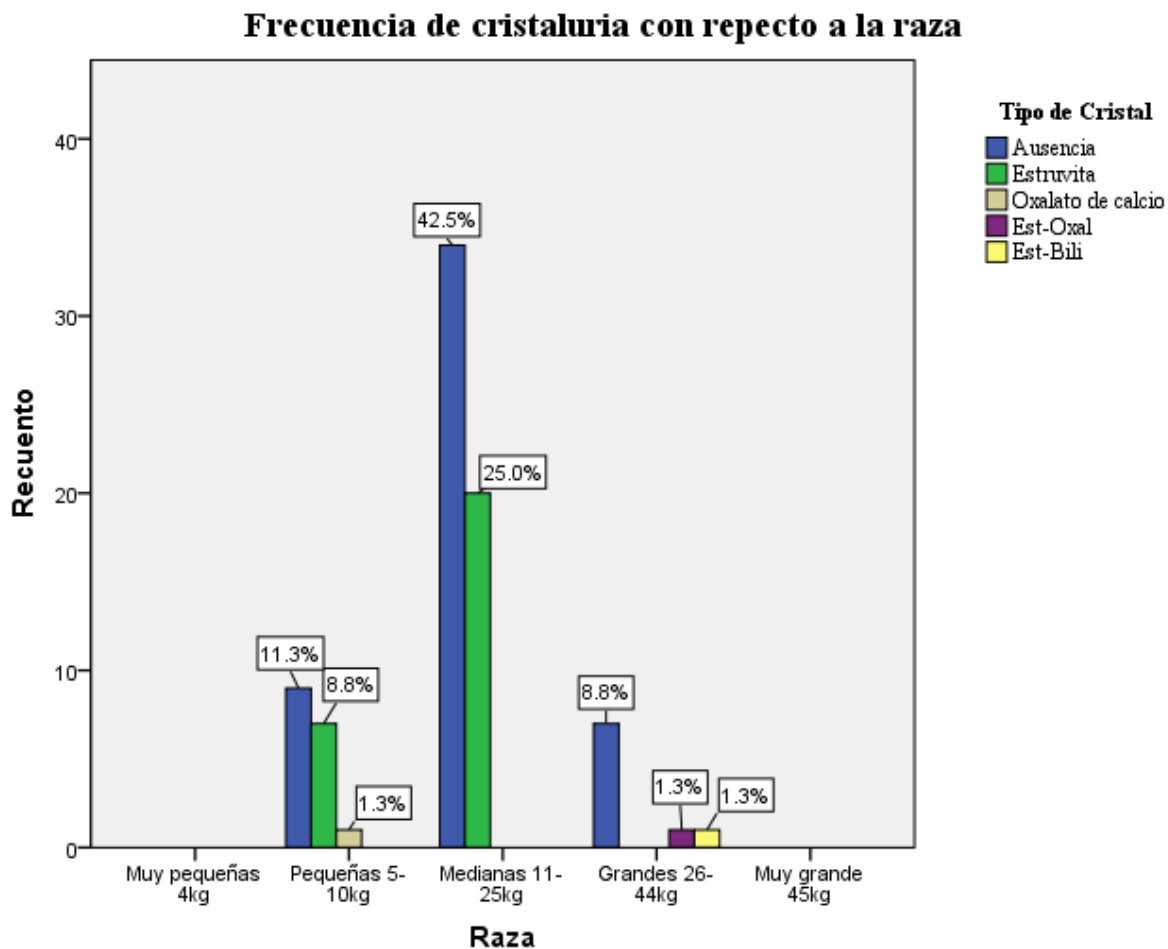


Gráfico 6. Frecuencia de cristaluria con respecto a la raza.

La distribución de la cristaluria según el fenotipo racial (Gráfico 6) mostró que los caninos de razas medianas (11–25 kg) representaron la mayor proporción de la población evaluada, registrándose un 42.50 % (34/80) sin presencia de cristales urinarios y un 25.00 % (20/80) con cristaluria por estruvita. En las razas pequeñas (5–10 kg) se identificó un 11.25 % (9/80) sin cristaluria, un 8.75 % (7/80) con cristales de estruvita y un 1.25 % (1/80) con presencia de oxalato de calcio.

En el grupo correspondiente a las razas grandes (26–44 kg), se observó un 8.75 % (7/80) sin presencia de cristales urinarios, mientras que un 1.25 % (1/80) presentó cristales mixtos de estruvita y oxalato de calcio, y otro 1.25 % (1/80) evidenció la combinación de cristales de estruvita y bilirrubina. No se registraron caninos pertenecientes a las categorías de razas muy pequeñas (≤ 4 kg) ni de razas muy grandes (≥ 45 kg).

De acuerdo con la prueba de Chi-cuadrado, sí se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el fenotipo racial y la presencia de cristaluria, lo que sugiere que esta característica podría estar relacionada con la presentación de alteraciones en la composición urinaria dentro de la población evaluada (Anexo 5).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Ayala et al. (2019), quienes, al evaluar la relación entre la talla y la presencia de cristaluria, observaron una mayor proporción de casos en caninos de talla mediana, seguida por los de talla pequeña y grande. Esto difiere con los resultados de Moscoso (2019), que reportó una mayor frecuencia de cristaluria en caninos de razas pequeñas como Shih Tzu, Schnauzer, Cocker Spaniel, maltés, Pekinés y Poodle.

Frecuencia de cristaluria con respecto al estado reproductivo

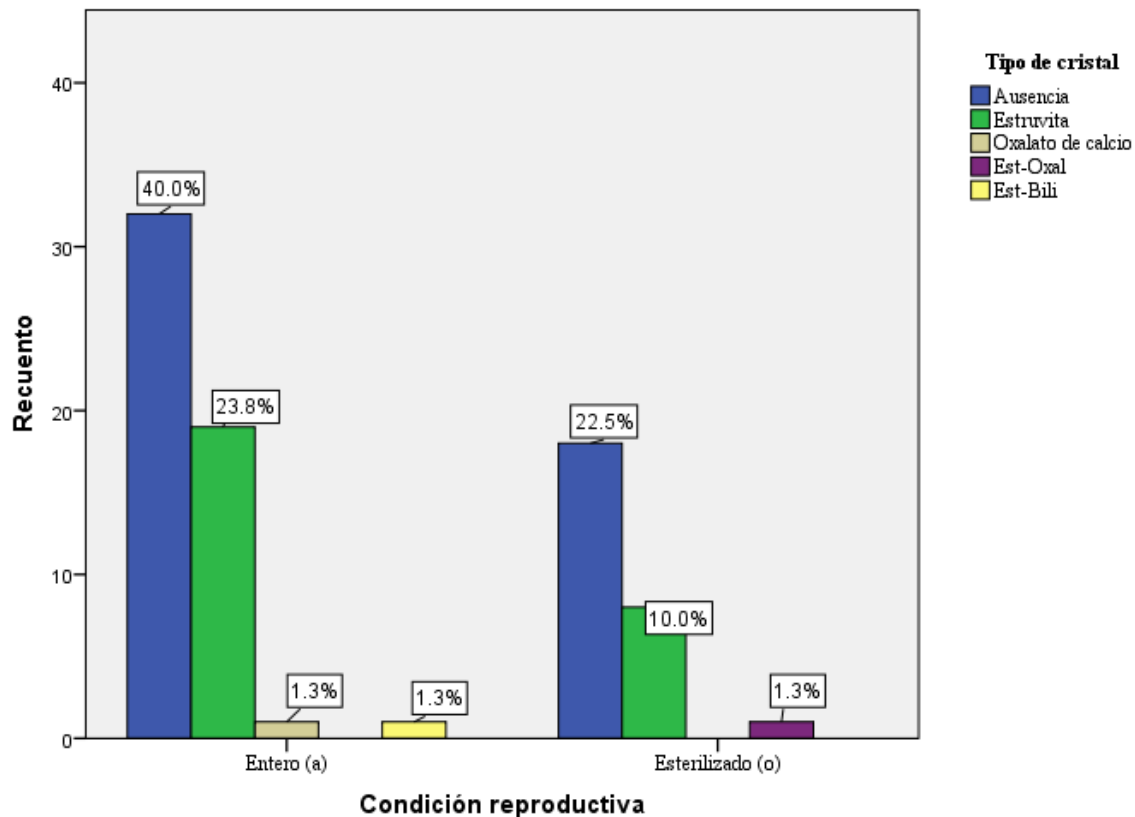


Gráfico 7. Frecuencia de cristaluria con respecto al estado reproductivo.

En relación con el estado reproductivo (Gráfico 7), se observó una mayor proporción de caninos enteros dentro de la población evaluada. En este grupo, la ausencia de cristales urinarios fue el hallazgo más frecuente, representando un 40.00 % (32/80) de los individuos, seguido por la presencia de cristales de estruvita con un 23.75 % (19/80). Asimismo, se identificaron casos aislados de oxalato de calcio y cristales mixtos de estruvita con bilirrubina, ambos con una frecuencia de 1.25 % (1/80).

En los caninos esterilizados/castrados, se registró un 22.50 % (18/80) sin presencia de cristales urinarios, mientras que un 10.00 % (8/80) presentó cristaluria por estruvita. Además, se observó un caso de cristales mixtos de estruvita y oxalato de calcio, correspondiente al 1.25 % (1/80) de la población evaluada.

De acuerdo con la prueba de Chi-cuadrado (Anexo 6), no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el estado reproductivo y la presencia de cristaluria ($p = 0.50$), considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Esto coincide con lo reportado por Lozano (2020), quien identificó una mayor frecuencia de cristales urinarios en caninos que no había sido afectada su condición reproductiva en comparación con aquellos castrados. Asimismo, en los pacientes con presencia de cristales asociados a urolitos, observó una mayor proporción de animales enteros. De manera similar, Ricaurte (2018) reportó una mayor representación de animales enteros dentro de la población evaluada.

VII. CONCLUSIONES

Posterior al análisis de los resultados podemos concluir que:

- De las 80 muestras de orina de caninos atendidos en el HEV-UNAG, se determinó que la cristaluria presentó una frecuencia moderada en los caninos. La estruvita constituyó el principal tipo de cristal urinario identificado entre los positivos, mientras que el oxalato de calcio y las mezclas entre cristales se observaron con menor frecuencia.
- La mayor frecuencia de cristaluria se observó en caninos de tamaño racial mediano, seguida por los de tamaño pequeño y grande; asimismo, se identificó una mayor presentación de casos en animales de 1 a 5 años, machos, con alimentación mixta y condición reproductiva entera.
- La evaluación de los factores asociados evidenció que el fenotipo racial fue la única variable que presentó una asociación estadísticamente significativa con la presencia de cristaluria. El sexo, la edad, el tipo de alimentación y la condición reproductiva no mostraron una asociación significativa con la presencia de cristales urinarios dentro de la población evaluada.
- Se rechaza parcialmente la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis nula para la mayoría de los factores evaluados dentro de la población estudiada.

RECOMENDACIONES

- Considerar la evaluación de factores urinarios complementarios como pH, densidad urinaria, hidratación, consumo de agua y composición dietética en futuros estudios, con el fin de comprender mejor los mecanismos asociados a la formación de cristales urinarios en la población canina.
- Realizar estudios posteriores que incluyan la identificación bacteriana en muestras con crecimiento positivo y analizar la bacteriuria con la formación y presencia de cristales.
- Fortalecer la educación a los propietarios sobre la importancia de los controles urinarios preventivos, debido a que la cristaluria puede presentarse sin signos clínicos evidentes.
- Implementar en el HEV-UNAG registros clínicos más detallados en los pacientes sometidos a uroanálisis, con el objetivo de contar con información más completa para futuras evaluaciones.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

1. Arauz, M. S.; et al. 2020. Atlas de orina: análisis de orina e interpretación de los resultados en caninos, felinos y equinos (en línea). La Plata, Arg., Universidad Nacional de La Plata. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/129690/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Aguilar, J.; Méndez, C. 2010. Identificación de urolitiasis y cristaluria en perros muestreados del Centro de Control Canino de Morelia, Michoacán (en línea). Morelia, Mich., Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/12859/FMVZ-L-2010-0404.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Ayala, D.; Constantino, K.; Castro, K.; Baca, O.; Arredondo, M. 2019. Prevalencia de urolitos en perros y gatos en Irapuato, Guanajuato (en línea). Jóvenes en la Ciencia 5. XXV Verano de la Ciencia. ISSN 2395-9797.
4. Barrera, J.; Duque, M. 2021. Patología médica veterinaria: enfermedades del aparato urinario en el perro y en el gato (en línea). Universidad de Extremadura, España. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://dehesa.unex.es/server/api/core/bitstreams/da535b15-e4ac-4b98-bf33-32ae1ccbdc81/content>
5. Brown, S. 2013. Urolitiasis en pequeños animales (en línea). En: Manual Merck Veterinario. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://www.msdivetmanual.com/es/aparato-urinario/enfermedades-no-infecciosas-del-aparato-urinario-en-peque%C3%B1os-animales/urolitiasis-en-peque%C3%B1os-animales>
6. Chew, D. J.; Schenck, P. A. 2023. Urinalysis in the Dog and Cat (en línea). Capítulos 4, 5 y 6. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/10c0dBdkMcabf2dcTt_09RkuhLc1v-iAf/view?usp=sharing

7. Colville, T.; Basset, D. 2001. Clinical Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians (en línea). Capítulo 18, p. 465. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/2048/1/74%2C2016.pdf.pdf>
8. Cortadellas, O.; Talavera, J.; Bayón, A.; Fernández del Palacio, M. J. 2010. Manual de nefrología y urología clínica canina y felina (en línea). Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/12Tx2Mvyrys7zLSFf-m-bAEIxyWz8veXj/view>
9. Del Angel-Caraza. 2010. Composition of lower urinary tract stones in canines in Mexico City (en línea). Urological Research 38(3):201-204. Consultado 21 oct. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00240-009-0248-7>
10. Hesse, D.; Neiger, R. 2009. Urinary Stones in Small Animal Medicine (en línea). Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1ivZZWHTFH_LHRL9PO6YUYCyipop0vdrZ/view?usp=sharing
11. Lamping, C.; García, J. 1996. Anatomía y fisiología de los animales domésticos (en línea). Managua, Nic., Universidad Nacional Agraria. p. 150-152. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/2806/1/nl40l238.pdf>
12. Lema, J.; Toapanta, D. 2026. Evaluación de cristales urinarios y su relación con la bioquímica sérica y urinaria en caninos (en línea). Guaranda, Ec., Universidad Estatal de Bolívar. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6012b5b1-6b0b-43c1-b98a-42741ef07d7a/content>
13. Ling, G. V.; Norris, C. R.; Franti, C. E.; Eisele, P. H.; Johnson, D. L.; Ruby, A. L.; Jang, S. S. 2001. Interrelations of organism prevalence, specimen collection method, and host age, sex, and breed among 8,354 canine urinary tract infections (1969–1995) (en línea). Journal of Veterinary Internal Medicine 15(4):341-347. Consultado 21 oct. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2001.tb02327.x>
14. Lozano, M. 2020. Presencia de cristales y urolitos en perros asintomáticos que asisten al Centro Integral Veterinario (en línea). Guayaquil, Ec., Universidad Agraria del Ecuador. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <http://181.198.35.98/Archivos/LOZANO%20PAZMI%C3%91O%20MARCOS%20STEVEN.pdf>

15. Moscoso, E. 2018. Prevalencia de cristaluria y urolitiasis en caninos asintomáticos de la urbanización Zárate, Lima, durante el período febrero a junio, 2017 (en línea). Lima, Perú, Universidad Alas Peruanas. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/6022/Tesis_Prevalencia%20Cristaluria_Urolitiasis_Caninos_Asintomaticos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. Muralles, R. 2021. Caracterización clínica y epidemiológica de pacientes caninos con urolitiasis en el Hospital Veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en el período de febrero 2015 a noviembre 2017 (en línea). Ciudad de Guatemala, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15899/1/Tesis%20Med.%20Vet.%20Rogelio%20Augusto%20Muralles%20Oscal%20actualizacion.pdf>
17. Nelson, R. W.; Couto, C. G. 2019. Small Animal Internal Medicine. Capítulo 43: Urolithiasis (en línea). 6ª ed. Arizona Open Textbooks, Estados Unidos. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://opentextbooks.library.arizona.edu/app/uploads/sites/149/2021/11/Small-Animal-Internal-Medicine-Ch.-43-Urolithiasis.pdf>
18. Osorio, E. 2021. Evaluación de las características físicas, químicas y microscópicas de la orina de caninos (Canis lupus familiaris) mayores de cinco años clínicamente sanos (en línea). Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/server/api/core/bitstreams/216d3baa-2e17-48cb-b9d4-6a1eb3b62055/content>
19. Ponce, A. 2025. Incidencia de urolitiasis y cristaluria en caninos (Canis lupus familiaris) en Cannes Veterinaria, Tegucigalpa, Honduras, 2024 (en línea). Estelí, Nic., Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <http://repositorio.unflep.edu.ni/145/1/D0031-2025.pdf>
20. Ramírez, B.; Ruiz, C. 2015. Identificación de urolitiasis o cristaluria en caninos en la ciudad de León, Nicaragua, 2014-2015 (en línea). León, Nic., Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4089/1/229276.pdf>
21. Ricaurte, A. 2018. Presencia de urolitiasis en perros diagnosticados mediante ecografía en la Clínica Veterinaria Dr. Pet de la ciudad de Guayaquil (en línea). Guayaquil, Ec.,

- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10323/1/T-UCSG-PRE-TEC-CMV-40.pdf>
22. Ruiz, P. 2021. Identificación de cristaluria, bacteriuria y resistencia bacteriana según análisis de orina en perros muestreados en el municipio de León, Nicaragua (en línea). León, Nic., Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/8254/1/245696.pdf>
23. Sisson, S.; Grossman, J. D. 1975. Anatomía de los animales domésticos. Capítulo 9, p. 145-149 (en línea). Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1J_ZOpkZWNjqwL7GYIHChAHKJPf9GLrw1/view?usp=sharing
24. Stevenson, A.; Rutgers, C. 2010. Manejo nutricional de la urolitiasis canina (en línea). Revista Royal Canin. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://vetacademy.royalcanin.es/wp-content/uploads/2019/11/Cap-9-Manejo-nutricional-de-la-urolitiasis-canina.pdf>
25. Suárez, M.; Santamarina, G. (2010). Tratamiento de la urolitiasis en el perro. En O. Cortadellas (Ed.), Manual de nefrología y urología clínica canina y felina (Cap. 19). Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/12Tx2Mvyrys7zLSFf-m-bAEIxyWz8veXj/view>
26. Talavera J. (2010). Trastornos de la Micción. En O. Cortadellas (Ed.), Manual de nefrología y urología clínica canina y felina (Cap. 3). Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/12Tx2Mvyrys7zLSFf-m-bAEIxyWz8veXj/view>
27. Tecles F.; Cerón J. (2010). Urianálisis. En O. Cortadellas (Ed.), Manual de nefrología y urología clínica canina y felina (Cap. 7). Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/12Tx2Mvyrys7zLSFf-m-bAEIxyWz8veXj/view>
28. Tigua, J. 2020. Determinación de la presencia de cristaluria en perros atendidos en la clínica veterinaria "Hospetal de Mascotas" (en línea). Guayaquil, Ec., Universidad Agraria del Ecuador. Consultado 21 oct. 2025. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TIGUA%20TOALA%20JEFFERSON%20EFREN.pdf>

IX. ANEXOS



EXAMEN GENERAL DE ORINA



DATOS GENERALES

Nombre del propietario:		No. de teléfono:
Nombre del animal:	Especie:	Canino
Raza:	Sexo:	☐ Macho ☐ Hembra
Edad:	Peso (kg):	
Color de pelaje:	Condición reproductiva:	☐ Entero ☐ Castrado/Esterilizada
Dieta/Tipo de alimentación:		

EXAMEN FÍSICO Y QUÍMICO DE ORINA

Examen Físico		Examen Químico	Valor de referencia
Color:		Leucocitos:	Negativo
Aspecto / Transparencia:		Nitritos:	Negativo
Volumen:		Urobilinógeno:	Normal (3.2 - 16)
Densidad (Refractómetro):		Proteínas:	Negativo – Trazas (±)
		pH:	5.5 – 7.0
		Sangre:	Negativo
		Gravedad Específica:	1.015 – 1.045
		Cetonas:	Negativo
		Bilirrubina:	Negativo
		Glucosa:	Negativo

EXAMEN MICROSCÓPICO DE SEDIMENTO URINARIO

Elemento	Presencia	Observaciones
Células epiteliales:		
Cilindros:		
Mucus:		
Leucocitos:		
Eritrocitos:		
Bacterias / Levaduras:		
Cristales:		
☐ Estruvita		
☐ Oxalato de calcio		
☐ Bilirrubina		
☐ Urato		
☐ Cistina		
☐ Otros:		

Anexo 1. Ficha clínica para recolección de datos.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	6.536 ^a	4	.163
Razón de verosimilitud	7.739	4	.102
Asociación lineal por lineal	3.240	1	.072
N de casos válidos	80		

a. 6 casillas (60.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .34.

Anexo 2 Prueba de chi-cuadrado del sexo con respecto a la presencia de cristaluria.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	11.631 ^a	8	.168
Razón de verosimilitud	10.402	8	.238
Asociación lineal por lineal	1.703	1	.192
N de casos válidos	80		

a. 6 casillas (60.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .34.

Anexo 3 Prueba de chi-cuadrado de la edad con respecto a la presencia de cristaluria.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	3.300 ^a	4	.509
Razón de verosimilitud	4.141	4	.387
Asociación lineal por lineal	.001	1	.977
N de casos válidos	80		

a. 6 casillas (60.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .34.

Anexo 4 . Pruebas de chi-cuadrado de la dieta con respecto a la presencia de cristaluria.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	23.558 ^a	8	.003
Razón de verosimilitud	18.915	8	.015
Asociación lineal por lineal	2.830	1	.092
N de casos válidos	80		

a. 10 casillas (66.7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .11.

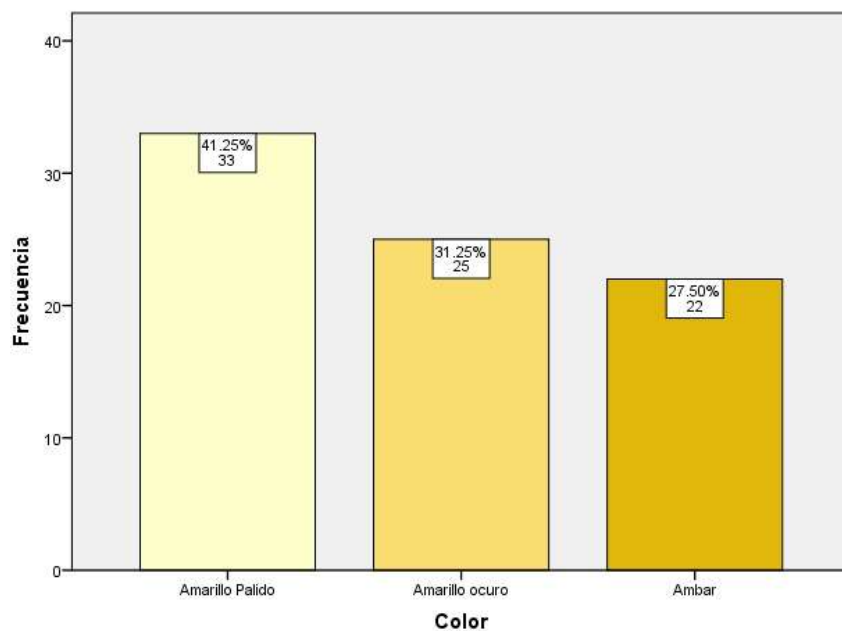
Anexo 5 Pruebas de chi-cuadrado de la raza con respecto a la presencia de cristaluria.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	3.300 ^a	4	.509
Razón de verosimilitud	4.141	4	.387
Asociación lineal por lineal	.001	1	.977
N de casos válidos	80		

a. 6 casillas (60.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .34.

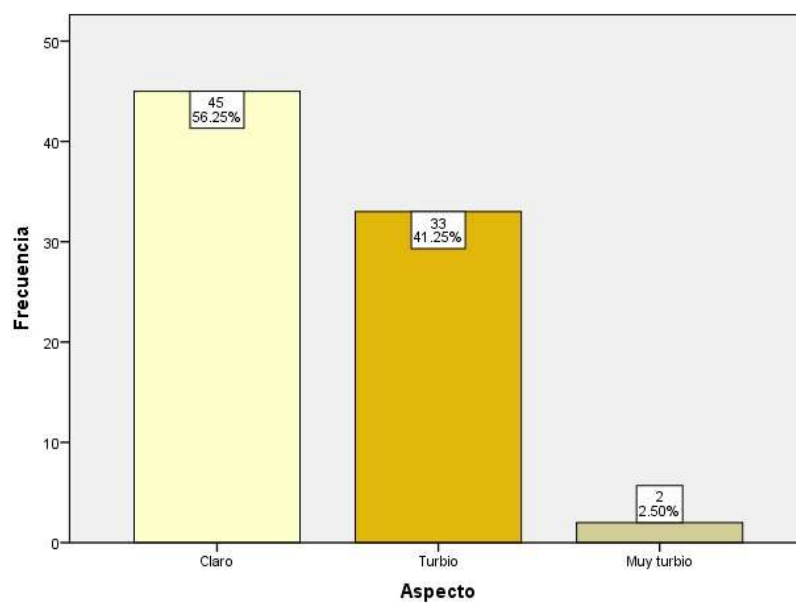
Anexo 6 Pruebas de chi-cuadrado de la condición reproductiva con respecto a la presencia de cristaluria.

Frecuencia de color en examen físico de orina en caninos evaluados



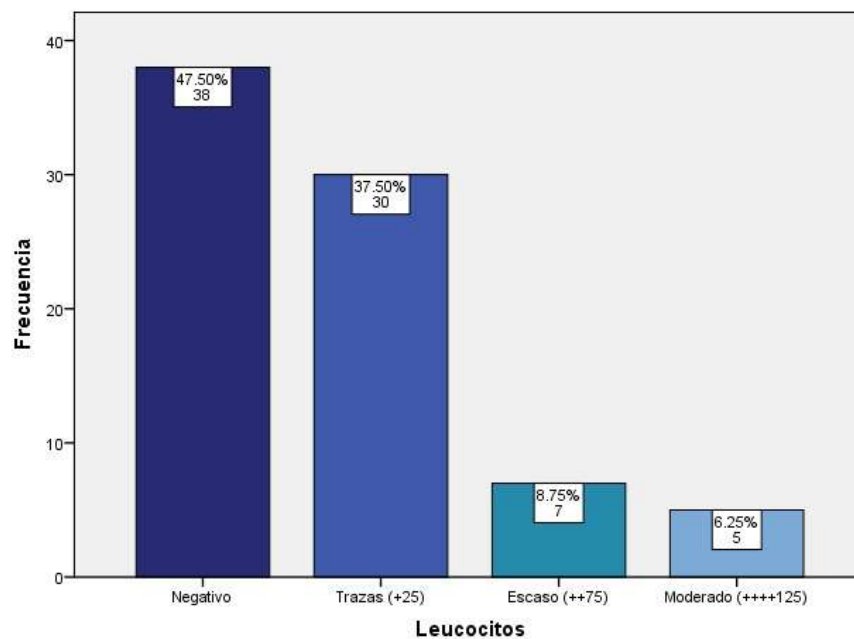
Anexo 7. Frecuencia del color de la orina en examen físico de caninos evaluados.

Frecuencia de Aspecto en examen físico de orina en caninos evaluados



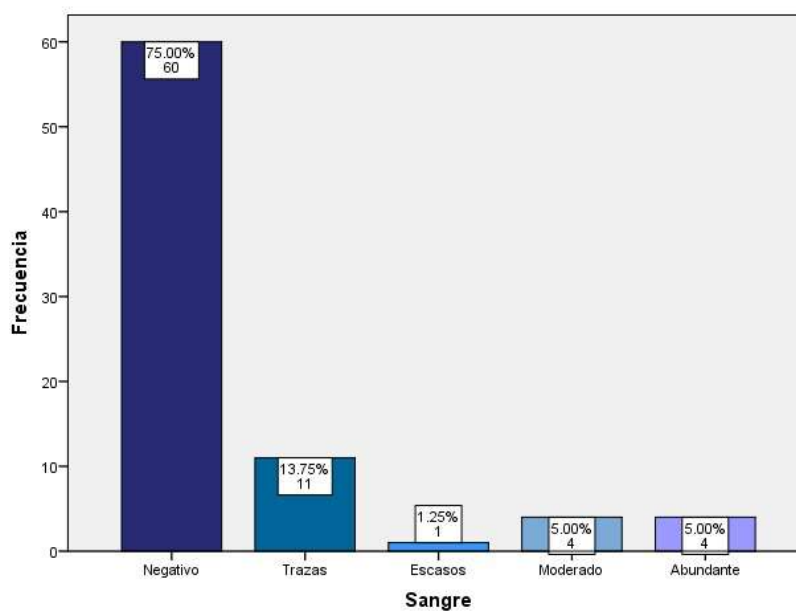
Anexo 8. Frecuencia del aspecto de la orina en examen físico de caninos evaluados.

Frecuencia de Leucocitos en tira reactiva de orina en caninos evaluados



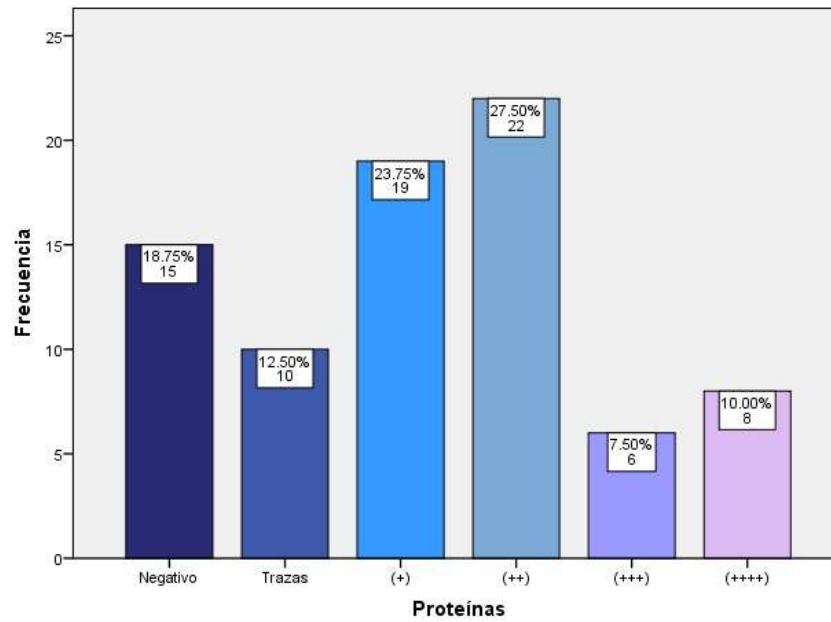
Anexo 10. Frecuencia de leucocitos en tira reactiva de orina en caninos evaluados.

Frecuencia de Sangre en tira reactiva de orina en caninos evaluados



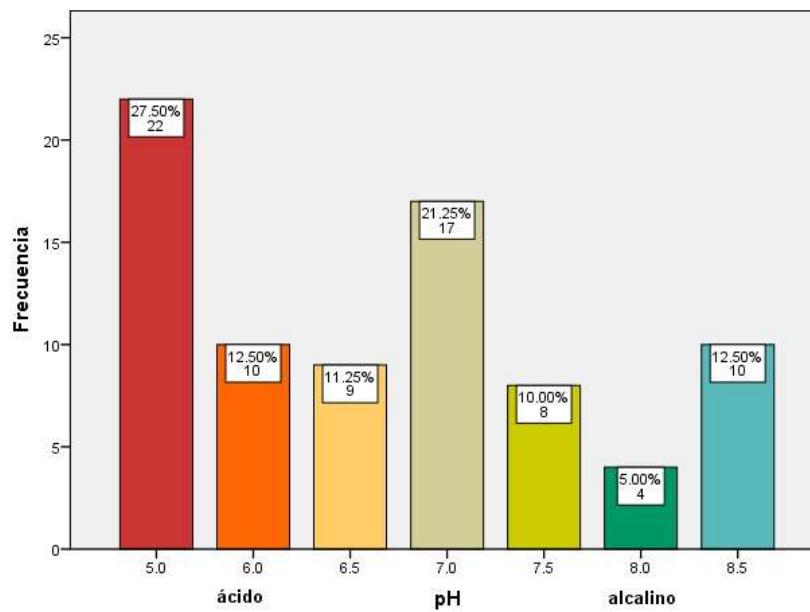
Anexo 9. Frecuencia de sangre en tira reactiva de orina en caninos evaluados.

Frecuencia de Proteínas en tira reactiva de orina en caninos evaluados



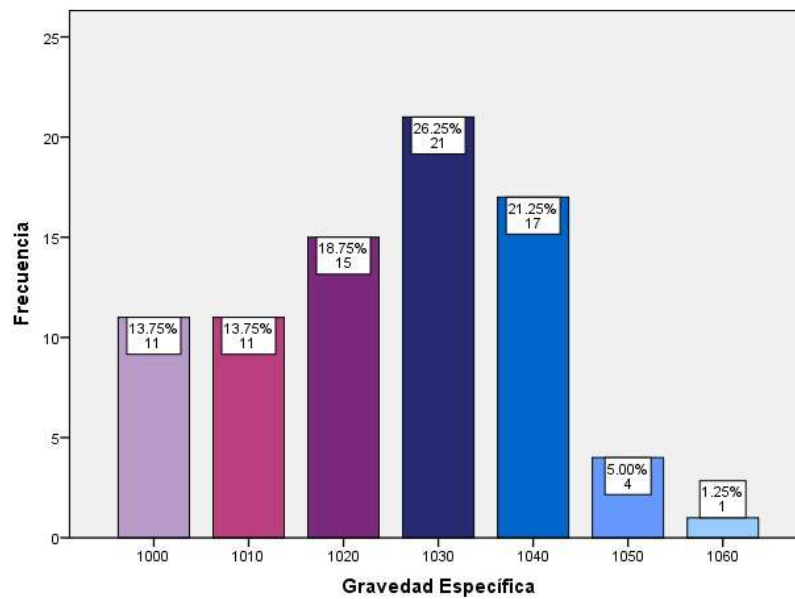
Anexo 11. Frecuencia de proteínas en tira reactiva de orina en caninos evaluados.

Frecuencia de pH urinario en tira reactiva de orina en caninos evaluados



Anexo 12. Frecuencia de pH urinario en tira reactiva de orina en caninos evaluados.

Frecuencia de Gravedad Especifica en tira reactiva de orina en caninos evaluados



Anexo 13. Frecuencia en la gravedad específica en orina de caninos evaluados.



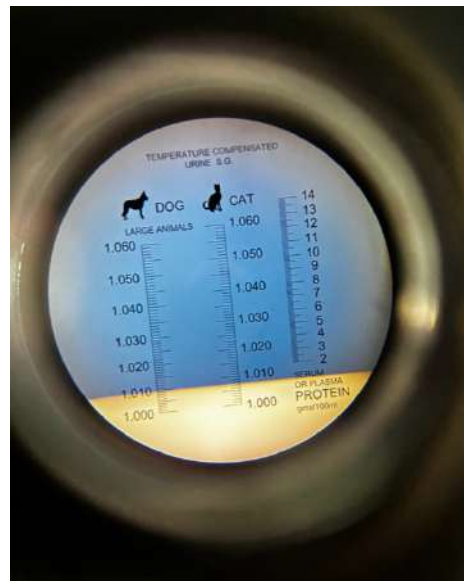
Anexo 14. Recolección de muestra mediante cistocentesis ecoguiada.



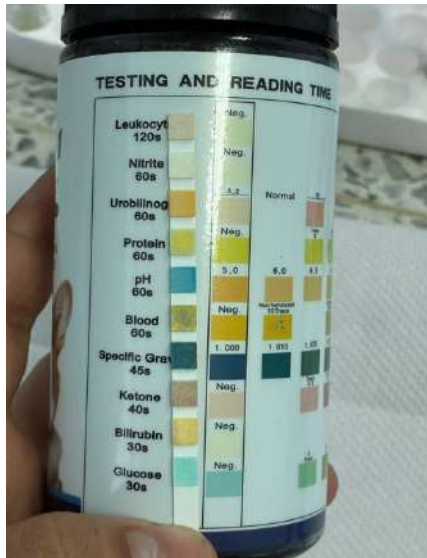
Anexo 15. Paciente con presencia de cristales en vejiga.



Anexo 16. Muestra de orina en tubo cónico.



Anexo 17. Muestra de orina en refractómetro.



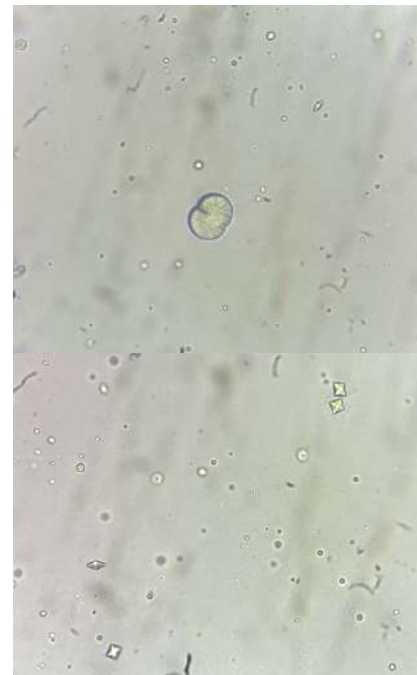
Anexo 18. Muestra de orina en prueba de tira reactiva de orina.



Anexo 19. Cristales de estruvita en sedimento urinario (40x)



Anexo 20. Mezcla entre cristales de bilirrubina y estruvita (10x).



Anexo 21. Cristales de oxalato de calcio monohidratado (arriba) y dihidritado (abajo) (10x).