



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**Efecto de tres dietas comerciales sobre la formación de cristaluria  
en gatos domésticos**

Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Médico  
Veterinario Zootecnista

**AUTORAS:**

Marcela Viviana Idrovo Torres  
CI:0106564107  
Correo electrónico: idrovomarcela@gmail.com

Alejandra Parra Pacheco  
CI: 0105385843  
Correo electrónico: alejandra.parra@ucuenca.edu.ec

**DIRECTOR:**

MVZ. Fredi Marco Carpio Alemán  
CI: 1900298660

**Cuenca-Ecuador**  
03-enero-2020



## Resumen:

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los alimentos balanceados de diferente categoría comercial y su relación con la formación de cristaluria. Se utilizaron 18 felinos domésticos esterilizados (9 machos y 9 hembras), de raza común doméstica de pelo corto, con pesos entre 2 - 5 kg y una edad de 2 - 3 años. Estableciendo 3 grupos (3 hembras y 3 machos cada uno), que fueron alimentados durante 5 meses con las diferentes dietas; se realizó al inicio y al final del estudio un hemograma con técnica manual; mensualmente un urianálisis completo y al final del estudio un cultivo y antibiograma de la orina recolectada por cistocentesis. Los datos fueron procesados en el programa estadístico SPSS versión 24, se comparó las variables cualitativas mediante la prueba de Chi cuadrado, para las cuantitativas se realizó un ANOVA y para comparar medias la prueba de Tukey al 5%. Del total de gatos muestreados durante el estudio la prevalencia de estruvita fue del 23,3% para la dieta A, 56,7%, para dieta B y 26,7% para la dieta C. La prevalencia de oxalato de calcio fue más baja con un 3,3% para las dietas A y B, y en la dieta C no se presentaron casos. No existió variación estadística entre sexos respecto a la prevalencia para estruvita y oxalatos. Se determinó una mayor prevalencia de bacterias: *E. coli* y *Staphylococcus aureus*. *E. coli* presentó una sensibilidad antibiótica para cefalexina y amoxicilina + ac. clavulánico (66,7%), con resistencia a tetraciclina (100%). *Staphylococcus Aureus* presentó sensibilidad antibiótica para enrofloxacin, tetraciclina y sulfa+trimetoprim (100%), y resistencia a cefalexina y amoxicilina + ac. clavulánico (100%). Se estableció que no existe diferencia significativa entre los valores hematológicos a lo largo del estudio. Se concluye que la administración de dietas de diferente categoría comercial no reflejó variaciones en la presentación de cristaluria para oxalato de calcio, pero en el caso de estruvita se demostró diferencia entre dietas, con mayor prevalencia para la dieta B.

**Palabras clave:** Cristaluria. Felinos. Estruvita. Oxalato. FLUDT.

**Abstract:**

The objective of this research was to evaluate balanced foods of different commercial categories and their relationship with the formation of crystalluria. We used 18 sterilized domestic felines (9 males and 9 females), of common short-haired domestic breed, with weights between 2 - 5 kg and an age of 2 - 3 years. Establishing 3 groups (3 females and 3 males each), which were fed during 5 months with the different diets; at the beginning and end of the study a hemogram with manual technique was carried out; monthly a complete urinalysis and at the end of the study a culture and antibiogram of the urine collected by cystocentesis. The data was processed in the statistical program SPSS version 24, the qualitative variables were compared by means of the Chi-square test, for the quantitative ones an ANOVA was carried out and to compare means the Tukey test at 5%. Of the total cats sampled during the study the prevalence of struvite was 23.3% for diet A, 56.7% for diet B and 26.7% for diet C. The prevalence of calcium oxalate was lower with 3.3% for diets A and B, and in diet C there were no cases. There was no statistical variation between sexes regarding the prevalence for struvite and oxalates. A higher prevalence of bacteria was determined: *E. coli* and *Staphylococcus aureus*. *E. coli* presented antibiotic sensitivity for cephalexin and amoxicillin + clavulanic ac. (66.7%), with tetracycline resistance (100%). *Staphylococcus Aureus* presented antibiotic sensitivity for enrofloxacin, tetracycline and sulfa+trimethoprim (100%), and resistance to cephalexin and amoxicillin + ac. clavulanic (100%). It was established that there is no significant difference between haematological values throughout the study. It is concluded that the administration of diets of different commercial category did not reflect variations in the presentation of crystalluria for calcium oxalate, but in the case of struvite it was demonstrated difference between diets, with greater prevalence for the B diet.

**Keywords:** Crystalluria. Felines. Struvite. Oxalate. FLUdT.



## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE ANEXOS .....	9
AGRADECIMIENTOS .....	14
DEDICATORIA.....	15
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.....	16
1. INTRODUCCIÓN .....	17
2. OBJETIVOS .....	18
2.1 Objetivo general.....	18
2.2 Objetivos específicos .....	18
3. HIPÓTESIS .....	18
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	19
4.1 Antecedentes .....	19
4.2 Historia.....	19
4.3 Epidemiología .....	20
4.4 Prevalencia .....	20
4.5 Anatomía del aparato urinario felino .....	21
4.6 Etiopatogenia - Formación de cristaluria.....	21
4.7 Tipos de cristales .....	22
4.7.1 Estruvita.....	22
4.7.2 Oxalatos de calcio .....	23
4.8 Factores Predisponentes .....	24
4.8.1 Estilo de vida .....	25
4.8.2 Edad .....	25
4.8.3 Estrés .....	26
4.8.4 Ingesta de agua .....	26
4.8.5 Volumen de orina.....	27
4.8.6 Alimentación .....	27



4.8.7 pH .....	29
4.8.8 Microorganismos en el tracto urinario.....	30
4.9 Enfermedades metabólicas.....	30
4.9.1 Acidosis Metabólica .....	31
4.9.2 Alcalosis respiratoria.....	31
4.9.3 Hipercalcemia .....	31
4.10 Promotores e inhibidores de cristalización.....	32
4.11 Características de las dietas .....	33
4.11.1 Dietas Acidificantes .....	34
4.11.2 Dietas Alcalinizantes.....	35
4.12 Diagnóstico .....	35
4.13 Toma de muestra y urianálisis .....	36
4.14 Cultivo y antibiograma.....	37
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	37
5.1 Materiales .....	37
5.1.1 Medios biológicos .....	37
5.1.2 Químicos.....	38
5.1.3 Físicos .....	38
5.2 Metodología .....	38
5.2.1 Lugar de la investigación .....	38
5.2.2 Unidad de análisis .....	39
5.2.3 Administración de las dietas .....	40
5.2.4 Obtención de las muestras de sangre .....	41
5.2.5 Hemograma .....	41
5.2.6 Hematocrito .....	42
5.2.7 Hemoglobina.....	42
5.2.8 Proteínas plasmáticas .....	42
5.2.9 Recuento celular manual .....	42
5.2.10 Frotis sanguíneo .....	43
5.2.11 Tinción de Wright.....	44
5.2.12 Urianálisis .....	44
5.2.13 Análisis microscópico del sedimento urinario .....	44



5.2.14 Cultivo microbiológico .....	45
5.2.15 Antibiograma.....	45
5.2.16 Análisis Bromatológico del alimento .....	45
5.2.17 Diseño experimental.....	45
5.2.18 Análisis estadístico .....	47
6. RESULTADOS.....	48
6.1 Prevalencia de cristaluria (oxalato de calcio) vs. dietas comerciales.....	48
6.2 Prevalencia de cristaluria (estruvita) vs. dietas comerciales.....	48
6.1.3 Prevalencia de cristaluria (oxalato de calcio) vs. Sexo .....	49
6.1.4 Prevalencia de cristaluria (estruvita) vs. Sexo .....	50
6.1.5 Cultivo y antibiograma.....	50
6.1.6 Valores hematológicos.....	51
7. DISCUSIÓN .....	52
7.1 Prevalencia de cristaluria (oxalato de calcio) vs. dietas comerciales.....	52
7.2 Prevalencia de cristaluria (estruvita) vs. dietas comerciales.....	53
7.3 Prevalencia de cristaluria (oxalato de calcio) vs. Sexo .....	54
7.4 Prevalencia de cristaluria (estruvita) vs. Sexo .....	54
7.5 Cultivo y antibiograma.....	55
7.6 Valores hematológicos.....	56
8. CONCLUSIONES.....	57
9. RECOMENDACIONES .....	58
10. BIBLIOGRAFÍA .....	59
11. ANEXOS .....	69



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Parroquias urbanas del Cantón Cuenca (CNE).....	39
<b>Figura 2.</b> Prevalencia de cristales de oxalato de calcio presentes al consumir las diferentes dietas en estudio. Prueba de Chi cuadrado al 5%. <sup>ab</sup> =letras diferentes indican diferencia estadística entre grupos. ....	48
<b>Figura 3.</b> Prevalencia de cristales de estruvita presentes al consumir las diferentes dietas en estudio. Prueba de Chi cuadrado al 5%. <sup>ab</sup> =letras diferentes indican diferencia estadística entre grupos. ....	49
<b>Figura 4.</b> Prevalencia de cristales de oxalato presentes en machos y hembras. Prueba de Chi cuadrado al 5%. <sup>ab</sup> =letras diferentes indican diferencia estadística entre grupos. ....	49
<b>Figura 5.</b> Prevalencia de cristales de estruvita presentes en relación al sexo. Prueba de Chi cuadrado al 5%. <sup>ab</sup> =letras diferentes indican diferencia estadística entre grupos. ....	50



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Unidad de análisis – conformación de la muestra.....	39
<b>Tabla 2.</b> Criterios de inclusión y exclusión .....	40
<b>Tabla 3.</b> Tabla Composición nutricional establecida por cada casa comercial. ....	40
<b>Tabla 4.</b> Valores referenciales del hemograma .....	41
<b>Tabla 5.</b> Cálculo de los parámetros eritrocitarios .....	43
<b>Tabla 6.</b> Bacterias presentes en orina de gatos domésticos, sensibilidad y resistencia antibiótica. ....	50
<b>Tabla 7.</b> Valores promedios hematológicos en las diferentes dietas. ....	51





## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Ingredientes de las diferentes dietas utilizadas.....	69
<b>Anexo 2.</b> Análisis bromatológico de las diferentes dietas.....	71
<b>Anexo 3.</b> Fichas clínicas.....	75
<b>Anexo 4.</b> Formato de autorización de los propietarios.....	76
<b>Anexo 5.</b> Exámenes laboratoriales (sangre – orina).....	77
<b>Anexo 6.</b> Urocultivo y antibiograma.....	79
<b>Anexo 7.</b> Resultados de las muestras de orina .....	80
<b>Anexo 8.</b> Fotografías .....	81



## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Marcela Viviana Idrovo Torres, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Efecto de tres dietas comerciales sobre la formación de cristaluria en gatos domésticos", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 3 de enero de 2020

---

Marcela Viviana Idrovo Torres

C.I.: 0106564107



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el  
Repositorio Institucional

---

Alejandra Parra Pacheco, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Efecto de tres dietas comerciales sobre la formación de cristaluria en gatos domésticos", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 3 de enero de 2020

---

Alejandra Parra Pacheco

C.I.: 0105385843



### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Marcela Viviana Idrovo Torres, autor del trabajo de titulación “Efecto de tres dietas comerciales sobre la formación de cristaluria en gatos domésticos”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, 3 de enero de 2020

---

Marcela Viviana Idrovo Torres

C.I.: 0106564107



### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Alejandra Parra Pacheco, autor del trabajo de titulación “Efecto de tres dietas comerciales sobre la formación de cristaluria en gatos domésticos”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, 3 de enero de 2020

---

Alejandra Parra Pacheco

C.I.: 0105385843



## **AGRADECIMIENTOS**

Primero queremos agradecer a Dios por su compañía y guía, por darnos fortaleza en momentos difíciles y permitirnos culminar una meta en nuestras vidas.

De manera muy especial queremos expresar nuestro agradecimiento al Dr. Fredi Carpio, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

También queremos agradecer a la clínica veterinaria Clinican y a todo su equipo de trabajo, quienes nos colaboraron de manera permanente durante la parte práctica de nuestro estudio.

Nuestro profundo agradecimiento a todos los propietarios de los gatos que nos facilitaron a sus mascotas para poder realizar el estudio.

De igual manera nuestros agradecimientos a nuestros profesores en especial a la Dra. Silvana Méndez y al Dr. Luis Ayala, quienes con su valioso conocimiento nos brindaron soporte y ayuda a lo largo de nuestro trabajo.

Finalmente queremos agradecer a nuestros amigos que hicieron parte de cada una de las anécdotas universitarias, haciendo que sea una experiencia increíble.

***Marcela Idrovo y Alejandra Parra.***



## DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, que con su manera de ser y estar presentes en mi vida han colaborado para poder lograr esta meta trazada desde temprana edad. A mi compañera de tesis Ale, por su apoyo, colaboración y entrega en la realización de este trabajo.

A mi hermana Vero que siempre ha sido como una madre y amiga, gracias a sus consejos y su apoyo incondicional.

A mi gran amiga Vero Clavijo por su amistad y apoyo durante todos estos años de universidad.

A mi gato mishiki por ser mi compañero de estudio durante el período de la carrera y en la redacción de este trabajo.

Marcela Viviana Idrovo Torres

Dedico este trabajo a mi familia, especialmente a mis padres, Jhon y Marlene, mis pilares que siempre guiaron mis pasos y apoyaron mis decisiones; agradecerles por la confianza y el amor incondicional que me han brindado siempre. De igual manera a mis hermanos, Pablo y Milton, por su compañía y complicidad. A mis abuelitos Rosa, Margarita, Carlos, Fausto y Salvador por su amor, consejos y apoyo en todo momento. A Marce, mi compañera de tesis por su amistad, apoyo y por despertar mi interés en los felinos. A mis amigas Lau, Sami y Fer por su amistad en todo momento. Gracias por todo, los amo.

Alejandra Parra Pacheco



## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

AAFCO:	Asociación Oficial Estadounidense de Control de Alimentos
Ca:	Calcio
CaOx:	Oxalato de Calcio
CIF:	Cistitis idiopática felina
CMHC:	Concentración media de hemoglobina corpuscular
DU:	Densidad urinaria
FLUTD:	Enfermedad del tracto urinario inferior felino
FUS:	Síndrome urológico felino
GI:	Gastrointestinal
Hb:	Hemoglobina
IVU:	Infección de vías urinarias
K:	Potasio
Mg:	Magnesio
Na:	Sodio
P:	Fósforo
PVC/HTO:	Hematocrito
SAP:	Producto de la actividad de estruvita
Uox:	Oxalato urinario
VCM:	Volumen corpuscular medio





## 1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad del tracto urinario inferior (FLUTD) es una condición que produce trastornos en la vejiga y uretra del gato (1). Las edades en las que se presenta comúnmente están entre 2 a 6 años y ocasionan signos clínicos como: polaquiuria, disuria, hematuria, periuria (2). Es frecuente en la clínica diaria encontrar variedad de estos casos, especialmente en animales bajo ciertas condiciones como: obesidad, sedentarismo, hábitat intradomiciliario, alimentación con dieta seca y baja ingesta de agua (3). Los gatos con hipertiroidismo, diabetes mellitus y enfermedad renal crónica también son propensos a infección del tracto urinario (4).

Ettinger & Feldman (5), en su libro de tratado de medicina interna presentaron resultados de prevalencia de machos con FLUTD del 80% mientras que en las hembras del 20% debido a la condición anatómica de los machos, que al tener menor diámetro, longitud y poca elasticidad de su aparato genitourinario sufren más problemas obstructivos en comparación a las hembras, sin embargo, también se consideró que tanto hembras como machos pueden desarrollar la signología no obstructiva de manera similar.

La excreción urinaria al ser una de las principales funciones del sistema urinario, puede verse alterada a causa de la escasa eliminación de desechos corporales, los mismos que pueden acumularse en forma de precipitados, considerándose de importancia los cristales (6).

La cristaluria se observa comúnmente en gatos que pueden presentar o no signos del tracto urinario inferior y generalmente no se considera de importancia clínica (7). Sin embargo, se ha establecido que la presencia de cristales en la orina contribuye a la formación de tapones uretrales debido a que pueden quedarse atrapados en la matriz proteica que facilita la obstrucción (8). Existen protocolos médicos para la prevención y eliminación de urolitos en perros y gatos que han demostrado mayor efectividad, es por esto que incrementó el interés en la detección e interpretación de cristaluria (9).



Cavalieri (10) en el 2007 menciona que las características de la dieta determinan en gran parte el pH urinario, provocando que el mismo se acidifique o alcalinice.

Aunque hay pocos estudios en los que se evalúa la influencia de la dieta que reciben los felinos domésticos en la presentación de patologías del tracto urinario especialmente urolitiasis, nuestra investigación buscó una relación entre la dieta que consumen los felinos y la presentación de cristaluria.

Esta investigación aportó con datos relevantes para la comunidad de médicos veterinarios dedicados a la medicina felina, al ser ellos los encargados de brindar las pautas claves a los propietarios sobre la nutrición adecuada para el paciente.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Establecer la prevalencia de cristaluria (oxalato de calcio, estruvita) en gatos domésticos alimentados durante 5 meses con tres dietas de diferentes categorías comerciales.

### 2.2 Objetivos específicos

- Comparar las dietas administradas y su relación con la formación de cristales de estruvita u oxalato de calcio en orina.
- Asociar la prevalencia de cristaluria en relación al sexo.
- Analizar la microbiota de la orina en urocultivo y la susceptibilidad bacteriana mediante el antibiograma.
- Determinar cambios hematológicos en el hemograma de acuerdo al tipo de dieta consumida.

## 3. HIPÓTESIS

**Ha:** La formación de cristales en orina de felinos si está asociada a la administración de dietas secas de diferente categoría comercial.



## 4. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 4.1 Antecedentes

El origen de la domesticación de los gatos inició con los egipcios, quienes los veneraban por ser los encargados de cuidar las cosechas de maíz de los roedores, poco a poco se dio el contacto animal-humano hasta llegar a su domesticación. A tal punto llegó su respeto y admiración que los consideraban seres divino (11).

Los gatos a lo largo del tiempo han convivido con los humanos, pero siempre manteniendo su independencia y aptitud para cazar pequeños roedores y aves, demostrando así que no ha desaparecido su parte salvaje. Es por esto que hoy en día se sabe que los gatos domésticos conservan las características de sus antepasados salvajes, dentro de esto se encuentra el comportamiento, metabolismo y características anatómicas (12).

### 4.2 Historia

En la década de los 70`s se reportó mayor prevalencia de gatos con problemas relacionados a las vías urinarias; no obstante, todos estos casos fueron catalogados dentro del Síndrome Urológico Felino (FUS por sus siglas en inglés), algunos estuvieron relacionados a cristaluria y urolitiasis por estruvita (13).

Los felinos domésticos al ser descendientes de carnívoros estrictos, requieren elevadas cantidades de aminoácidos, ya que en ambientes naturales su dieta (presas) está basada en proteínas y grasas, con bajo contenido de almidón. Actualmente debido al ambiente doméstico, la dieta de los gatos está compuesta de proteínas, grasas y una cuantiosa proporción de almidón que va de un 20 - 50%, esto se debe a que la industria petfood añade cereales como arroz, trigo, maíz y sus derivados con el fin de obtener la forma, textura, crocancia y palatabilidad adecuada para el alimento (14).



Los intentos humanos de domesticación en los gatos han ocasionado efectos importantes sobre su comportamiento, salud y bienestar. Un claro ejemplo son los problemas crónicos que directa o indirectamente desarrollan los gatos que son expuestos a cambios en su dieta, medioambiente y estilo de vida (12).

### **4.3 Epidemiología**

Gunn Moree (7), Hostutler y colaboradores (15) realizaron investigaciones que coinciden con la frecuencia de patologías responsables de enfermedades del tracto urinario en felinos, en la que se encontró una variación del 1 % al 1,7 % de la población de gatos atendidos en clínicas de Estados Unidos e Inglaterra .

El estudio realizado por Dorsch et al., (16) en el 2014 evaluó 302 gatos con enfermedades del tracto urinario inferior, los diagnósticos encontrados fueron 55% de CIF, 18,9% de infección urinaria bacteriana, 10% pertenecían a tapones uretrales, urolitiasis en un 7% y neoplasias de vejiga en un 3,6%.

Un estudio epidemiológico realizado por Lekcharoensuk et al., (17) en el 2001, evaluaron los factores de riesgo en la dieta que predisponían a urolitiasis y encontró las concentraciones de magnesio, fósforo, calcio, cloruro y fibra aumentadas, favorecen la formación de estruvita.

### **4.4 Prevalencia**

La formación de cristaluria en gatos es algo común pero no crea inconvenientes por sí sola, a menos de que exista un impedimento para la excreción de cristales o una sobreproducción (13). Dentro de los factores de riesgo para la formación de cristales están: el sexo, que aunque se presentan en ambos sexos (18), es más frecuente en gatos machos (castrados y enteros); en los machos castrados podría relacionarse a cambios hormonales y la tendencia al sobrepeso (13). También está influenciado por la edad, usualmente entre los 4 y 7 años (19).



De los minerales cristaloides de presentación más común se encuentra la estruvita, siendo usual encontrar en gatos de razas Himalaya, Persa y doméstico, con una edad promedio entre los 5 - 7 años (18). Houston et al., (20) en el 2004 realizaron un estudio en gatos domésticos de pelo corto y largo, se encontró que el mineral más común del que estaban compuestos los urolitos fue la estruvita.

#### **4.5 Anatomía del aparato urinario felino**

El aparato urinario de los machos al tener un recorrido más largo tiende a presentar un mayor porcentaje de problemas obstructivos debido a su disposición anatómica más compleja en relación a las hembras, ya que la uretra recorre a través del canal pélvico en donde es llamada uretra pélvica con sus subdivisiones; pre-prostática, prostática y post-prostática, para continuar su comunicación con el pene mediante la porción de la uretra peneana (21).

En el caso de las hembras presentan una disposición anatómica similar entre gatas y perras, la cual consiste en un recorrido más corto que abarca la uretra desde el orificio uretral externo hasta comunicarse con el suelo del vestíbulo vaginal, lo que hace difícil que se provoquen problemas obstructivos como en el caso de los machos, sumado a esto la particularidad que tiene la luz uretral de dilatarse (22).

#### **4.6 Etiopatogenia - Formación de cristaluria**

La formación de cristales se presenta por una mayor excreción de minerales en la orina, lo que hace que se sobresature y sumado a un pH favorable para la cristalización, promueve la formación de dichos cristales, que por sí solos pueden estar presentes en la orina normal del gato; sin embargo, al agruparse pueden ser capaces de formar urolitos, los cuales según su tamaño, composición, forma y porosidad puede crecer y permanecer en el tracto urinario del gato provocando obstrucciones (23).



Existen varios factores que tienen influencia sobre la saturación relativa de la orina, entre ellos: la capacidad de excreción renal del cristalóide, pH, temperatura de la orina, la existencia o no de factores inhibidores (citrato, pirofosfato) o de promotores de la cristalización (células muertas, restos celulares, proteínas, bacterias u otros cristales) (24).

La cristaluria puede desencadenar en urolitiasis, aunque puede haber urolitiasis sin cristaluria evidente (25). Un reporte americano emitido por Gunn Moore (7) en el año 2003, menciona que sólo cerca de la mitad de los gatos con urolitos con oxalato de calcio tuvo cristaluria de oxalato de calcio y 9% presentaban cristaluria de estruvita.

La cristaluria sin formación de cálculos no es patológica, pudiéndose encontrar en animales sanos, la formación in vitro de estos cristales puede ocurrir por alcalinización que sufran las muestras expuestas a un almacenamiento prolongado. Es por esto que se debe confirmar la cristaluria en muestras de orina fresca (26).

Sin embargo la orina normalmente puede contener cristales, especialmente si está concentrada o ha sido refrigerado antes del análisis (27), pero su precipitación dependerá de la solubilidad, pH y cantidad de orina. En orinas alcalinas la formación de cristales de carbonato de Ca, magnesio (estruvita) y fosfato de amonio se ve favorecida (20),(28).

## **4.7 Tipos de cristales**

### **4.7.1 Estruvita**

Los cristales de estruvita pueden tener diferentes formas como prismas incoloros en algunas ocasiones con los extremos en punta, estar solos o en gran número, así como tener varios tamaños (23,27). Aunque en los perros está relacionado a infecciones, en la mayoría de gatos la infección no está presente (8).

No se encuentra definida con exactitud la fisiopatología de la formación de estruvita en orina estéril, pero se la ha asociado a factores metabólicos y dietéticos que contribuyen con la alcalinización de la orina y el aumento de la concentración de minerales como fosfato, amonio y magnesio (18,29,30).



Existen tres medios de formación y desarrollo de cristales de estruvita: el primero para cristales de estruvita estéril asociado a conjunto multifactorial (aumento de la densidad urinaria, secundarios a la baja ingestión de agua, entre otros); el segundo mecanismo para cristales de estruvita inducidos por infección; esta hipótesis está relacionada a la ureasa microbiana la cual alcaliniza la orina; y el tercer mecanismo el cual está relacionado a tapones uretrales de estruvita que sería una asociación de los dos mecanismos anteriores (6).

En la actualidad se estima que un manejo del pH urinario ácido evita la precipitación de cristales y la formación de urolitos de estruvita, considerándose secundario el control de la ingesta de magnesio y fosfatos puesto que la solubilidad de los cristales es menor en  $\text{pH} > 6$  (3).

#### **4.7.2 Oxalatos de calcio**

Los cristales de oxalato cálcico pueden ser mono o dihidratados, los  $\text{CaOX}$  monohidratados son incoloros, alargados, planos, pueden tener variación en su tamaño y forma, presentándose con los extremos en punta, fusiformes, ovalados, en forma de barril o de mancuerna; mientras que  $\text{CaOx}$  dihidratado se presenta como octaedros incoloros, de apariencia de “Cruz de Malta”, de igual manera puede variar en su tamaño (31).

Entre los agentes causales de la formación de cristales de  $\text{CaOx}$  se encuentran: pH urinario, volumen urinario, el citrato y la concentración de glicosaminoglicanos. También se considera de interés los factores dietéticos asociados a la formación de  $\text{CaOx}$  como el contenido de humedad, proteínas, carbohidratos, grasas, contenido de Ca, P, Mg, K, Na, cloruro y el potencial de acidificación de la orina. El incremento en la ingesta de agua con dietas húmedas puede estar influenciada por el mayor contenido de proteína y minerales que estimula la bebida, otra manera de estimular el consumo de agua es la adición de Na en la dieta (32).

Los gatos alimentados con dietas formuladas para producir un pH ácido de orina tienen 3 veces más probabilidades de desarrollar cristales de oxalato cálcico (26). Cuando existe una acidemia, la excreción de calcio en la orina va a aumentar debido

a que se produce una menor reabsorción tubular renal generando hiperoxaluria de origen metabólico, que conlleva a que se alteren las sustancias inhibidoras de cristalización (33).

Se estipula una relación positiva entre el calcio y el ácido oxálico de la dieta en el lumen intestinal, cuando existe niveles adecuados de ambos componentes estos se integran produciendo complejos no absorbibles de oxalato de calcio, disminuyendo la absorción intestinal y de esta manera la excreción renal. Por ello se espera tener niveles similares, pues un desbalance podría incrementar la excreción renal (34).

Los oxalatos pueden tener origen exógeno (dieta) o endógeno (síntesis), ambas formas aportan en la cantidad excretada en la orina, respecto al oxalato dietético los elementos que pueden formar complejos son el calcio y el magnesio. Una dieta compuesta principalmente por vegetales, cereales y bajas cantidades de proteína de origen animal van a incrementar la cantidad de oxalato excretado en orina, por esta razón se espera que gatos que tengan una dieta estrictamente carnívora presenten bajos niveles de oxalatos (32).

Es por este motivo que la hiperabsorción gastrointestinal y el aumento de la excreción renal de calcio y/o oxalato llegan a tener resultados significativos en gatos susceptibles a sufrir estos problemas (26).

#### **4.8 Factores Predisponentes**

La formación, unión y crecimiento de cristales puede estar influenciada por varios factores entre los que se encuentran: dieta, disminución del consumo de agua, pH urinario alterado (35). Otro inconveniente es la predisposición genética, ya que ciertas razas al presentar riesgos de padecimientos metabólicos generan una mayor excreción urinaria de compuestos capaces de cristalizar la orina y con ello presentar cristales con un riesgo mayor que otros individuos (36).



Jeussette y Romano (19), Howe et al., (37), Kanchuk et al., (38) y German (39) en sus investigaciones relacionaron la edad de castración en gatos y la obstrucción uretral, pero no se estableció ningún vínculo. Se menciona además que la castración interviene directamente con el desarrollo de las espículas peneanas en los gatos y a su vez predispone a obesidad.

Picavet et al., (40) en el año 2007 mencionan que no existe relación entre la formación de urolitos y la raza o sexo del felino, aunque sí existe una mayor prevalencia en animales castrados. Por su parte Silva (41) en el 2019 en su estudio determinó que la raza mestiza presentó un mayor porcentaje de urolitiasis con un 83%, considerando la importancia de la cristaluria por estruvita en un 64%. La raza persa presentó urolitiasis en un 11% y la raza siamés 6%.

#### **4.8.1 Estilo de vida**

Actualmente el estilo de vida de los gatos domésticos como el sedentarismo y estrés de cualquier origen, hace que exista cierta tendencia a sufrir enfermedades relacionadas al tracto urinario, principalmente a causa de un menor consumo de agua y menor volumen de orina, que genera un aumento en la saturación de minerales (28,42).

El estudio realizado por Buckley et al., (43) en el 2011 demostró que los gatos alimentados con dieta seca consumen un 30% menos de agua que gatos que se alimentan con dietas húmedas, esto lo han asociado a que en el transcurso de los años el consumo de agua por parte de los gatos sufrió cambios, ya que en el pasado los gatos consumían presas que cazaban y con las cuales lograban llenar su requerimiento diario de agua.

#### **4.8.2 Edad**

Troncoso (28) en su estudio en el año 2017, clasificó un grupo de felinos que presentaban urolitiasis, de los cuales el 55% estuvo conformado por gatos adultos con una edad entre 3 y 4 años, el 23% en gatos entre 5 a 6 años y el 16% presentaban una edad entre 1-2 años, el grupo de geriátricos con más de 7 años representaron el



6%. Por lo que este estudio sugiere un enfoque dirigido a edades entre los 2 y 7 años que son las más propensas a la presentación de urolitiasis.

#### **4.8.3 Estrés**

El enriquecimiento ambiental juega un papel fundamental en los hogares de los gatos, estos deben ofrecer un correcto manejo de la bandeja sanitaria, colocación de varios pocillos de agua para estimular su ingesta, rotación de juguetes, lugares para escalar y esconderse, objetos para rascar sus uñas, el uso de feromonas y el manejo de las relaciones sociales con otros gatos (44).

Lo mencionado anteriormente sólo es una parte de todo el ambiente que se debe ofrecer a los gatos para evitar respuestas neurológicas, inmunológicas, endocrinas y vasculares asociadas al estrés. Sólo de esta manera se consigue que el gato sienta que tiene el control sobre el ambiente en el que se encuentra y así se reduce la presentación de FLUTD asociado al estrés (4).

#### **4.8.4 Ingesta de agua**

Durante años se ha investigado cómo los gatos ajustan la cantidad de agua que consumen en base a sus dietas y se ha obtenido que los gatos alimentados con una dieta carnívora o con valores de humedad superior al 75% beben pocas cantidades de agua. A diferencia de los perros los gatos tienen la capacidad de concentrar un 25% más de orina que el perro (45).

Sin embargo, los gatos alimentados con dietas secas presentan un factor de riesgo a sufrir problemas del tracto urinario, al tener un menor consumo de agua, por lo que una estrategia es aumentar su ingesta para producir un mayor volumen de orina y así evitar que los componentes de la orina sufran cristalización (43).

Por otra parte, el consumo de altas cantidades de agua provoca concentraciones decrecientes de sustancias calculogénicas en la orina, lo que disminuye el riesgo de formación de precipitados y por consiguiente cristales (46).



El hecho de contar con agua dulce disponible por toda la casa, incentiva a que el gato tenga deseo de beberla; sin embargo, hay que tener en cuenta las preferencias de cada individuo, por ejemplo el material y tamaño del recipiente, así como también que tanto recircula el agua (47).

#### **4.8.5 Volumen de orina**

El tiempo de tránsito de la orina y la frecuencia con la que se vacía al exterior se ven influenciados por el aumento del volumen de orina, ya que, al retenerse por más tiempo en el tracto urinario, la formación y crecimiento de cristales es más frecuente. Los volúmenes reducidos de orina aumentan la saturación de ácido oxálico y calcio, favoreciendo orinas con gravedades específicas mayores a 1040 que van a formar cristaluria de calcio y si persiste urolitos, aunque se conoce que en el diagnóstico de urolitiasis menos del 50% de los gatos presentan cristaluria (46).

El volumen de orina se ve influenciado por algunos factores dietéticos, entre los que se encuentran las dietas con alto contenido de humedad que incrementa la producción de orina en un 57,4% (32).

#### **4.8.6 Alimentación**

Los gatos al ser carnívoros estrictos cuentan con características metabólicas que hace que requieran contenidos altos de proteína en sus dietas, así como aminoácidos, ácidos grasos y vitaminas que lo obtienen de tejidos animales (48). Al tener una síntesis endógena insuficiente es importante cubrir los requerimientos especialmente de: ácido araquidónico, vitamina, D, B (niacina), taurina y arginina (12).

Al alimentarse de dietas con bajo contenido de humedad generalmente realizan micciones con menor frecuencia y volumen, lo que ocasiona que la orina se concentre y precipiten los cristales, colaborando a la formación de urolitos (49). Además, este tipo de alimentación podrían desarrollar cristaluria sin signos clínicos evidentes. Actualmente se desea aumentar la tasa de rotación del agua con el fin de diluir los componentes que saturan la orina y permiten la formación de precipitados (7).



Es por esto que se ha optado por alimentar a los gatos con dietas enlatadas o alimentos húmedos y de esta manera disminuir la saturación de la orina promoviendo un mayor consumo de agua, para obtener una orina diluida (46).

Existen factores en las dietas que hacen que estas se conviertan en dietas cálculo génicas asociadas a: consumo, absorción y excreción de magnesio. Entre ellos tenemos la densidad calórica, por ejemplo dos dietas con igual concentración de magnesio pero diferente densidad calórica hacen que varíe la ingestión del alimento por parte del animal; en cambio una dieta con menor densidad calórica implica la ingestión de mayores cantidades de magnesio (50). Contrariamente a esto, un bajo consumo de magnesio sumado a la acidificación de la orina incrementa el riesgo de formación de oxalato de calcio en felinos domésticos (51).

Bartges y Callens (46) en el año 2015, han sugerido que el consumo de pequeñas cantidades frecuentes de alimento en lugar de 1 o 2 comidas grandes por día se asocia a la producción de orina más ácida y pueden ayudar a que exista un menor grado de cristaluria de estruvita en gatos.

Los alimentos comerciales que basan su composición en proteínas vegetales, ocasionan que la orina se alcalinice (52). Pero Funaba (53) en el 2001 señala que la harina de maíz administrada específicamente en felinos, acidifica la orina y se convierte en un factor de riesgo para la formación de oxalato de calcio. La disminución en el pH y la excreción urinaria de sulfato sucede como producto de la oxidación de los aminoácidos que contienen azufre en su composición, teniendo un comportamiento similar a la proteína animal (54,55).

Según Zentek y Schulz (56) en el 2004, indican que la ingesta de una dieta alta en proteínas provoca una mayor excreción diaria de oxalato en orina. Las dietas comerciales para gato poseen concentraciones importantes de carbohidratos que no pueden ser degradados con facilidad debido a que el gato escasea de AGT1 (alanina mitocondrial glioxilato aminotransferasa) en sus hepatocitos, lo que promueve la síntesis de oxalato endógeno.



#### 4.8.7 pH

El pH de la orina está influenciado por factores renales y extrarenales (57). La dieta y la frecuencia con la que se administra el alimento a los gatos influye directamente en el pH. La alimentación a base de proteínas de origen animal hace que la orina producida sea más ácida, a diferencia de las dietas ricas en vegetales y cereales que producen una orina alcalina. Es por esto que gatos alimentados con balanceados comerciales tienden a presentar una orina alcalina debido a la presencia de cereales en su composición (58).

Cottam et al., (51) en el 2002, mencionan que una dieta carnívora produce orina ácida, que es una dieta “natural y segura” para gatos, opuesto a esto para los felinos alimentados con dietas comerciales el pH urinario debe ser disminuido mediante la adición de agentes acidificantes como: cloruro de amonio, cloruro de calcio, metionina; con ello reduce la formación de estruvita.

Dentro de los cationes involucrados en la modificación del pH están:  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+1}$ ,  $\text{K}^{+1}$  y los aniones:  $\text{P}^-$ ,  $\text{Cl}^-$  y  $\text{S}^-$ ; de manera especial el  $\text{Ca}^{+2}$  y sus homólogos modifican el pH de la dieta (25). Sin embargo los niveles de calcio que se excretan en orina de gatos saludables son relativamente menores y al parecer no están influenciados por el consumo de calcio en la dieta consumida (56).

La orina alcalina puede tener origen bacteriano debido a IVU, en donde bacterias como: Klebsiella, Proteus y Staphylococcus aureus producen ureasas que cambian el pH. La acidosis tubular renal distal, retención urinaria, alcalosis metabólica y respiratoria (especialmente en situaciones de estrés) también influyen en la formación de orina alcalina (57).

La formación de orina alcalina también tiene un origen posprandial que ocurre por la secreción gástrica de ácido clorhídrico producido después de la ingesta de alimento que hace que se pierdan ácidos en la luz intestinal y el organismo mediante un mecanismo compensatorio elimine bicarbonato vía renal y se forme orina alcalina (58).



El estrés es un factor importante al hablar de cambios en el pH, ya que al inducir una actividad latente de los nervios simpáticos y glándulas suprarrenales se incrementa el metabolismo, con lo que aumenta el catabolismo de las proteínas y la producción de ácido que como consecuencia disminuye el pH (51).

Lazarotto (6) en el año 2000, menciona que la formación de los cristales de estruvita en felinos está relacionado con el pH urinario, sugiriendo que el mismo al mantenerse en un nivel inferior a 6,4 raramente puede formar cristales de estruvita.

#### **4.8.8 Microorganismos en el tracto urinario**

La visualización de bacterias en el sedimento urinario sugiere IVU (infección de vías urinarias). Un estudio sobre la prevalencia de IVU bacteriana en felinos demostró que el 25% de las muestras de orina estuvieron infectadas, esto podría estar relacionado a animales susceptibles por defensas deprimidas o por enfermedad concomitante. En felinos, el microorganismo comúnmente encontrado es *E. coli*, encontrándose en un 50%, seguidos por *Staphylococcus spp.* y *Streptococcus spp.*, y patógenos oportunistas (59). Siendo *E. coli* la principal bacteria que coloniza el tracto urinario para provocar infección y resistencia a los antimicrobianos (60).

La formación de cristales de estruvita inducidos por infección con microorganismos que forman ureasa es rara en gatos adultos, se presenta con mayor asiduidad en gatos menores de un año y en gatos mayores. La orina al sobresaturarse con magnesio, amonio y fósforo, acompañada de un pH alcalino de la orina promueve la cristaluria de estruvita (26).

#### **4.9 Enfermedades metabólicas**

El aumento de la excreción urinaria de calcio está relacionado a múltiples causantes entre los que se encuentran: acidosis metabólica, hipercalciuria y dietas suplementadas con cloruro de amonio. Todos los agentes antes mencionados acidifican la orina favoreciendo la formación de oxalato de calcio y modifica la función y concentración de inhibidores cristalinos (61).



#### **4.9.1 Acidosis Metabólica**

La acidosis metabólica produce mayor eliminación de Ca en la orina al fomentar el recambio óseo aumentando la concentración de calcio ionizado a nivel sérico y disminuyendo la reabsorción tubular renal de Ca (62).

Se ha estudiado en ratas, perros y humanos que la acidosis metabólica tiene mucha influencia sobre la hipocitraturia, la cual produce menor cantidad de citrato en la orina y éste al ser un inhibidor de la formación de cristales de oxalato deja de cumplir su función aumentando el riesgo de cristaluria de oxalato; sin embargo, esto no ha sido determinado de manera concluyente en gatos que consumen precursores de ácido en sus dietas (17).

#### **4.9.2 Alcalosis respiratoria**

En el caso del pH alcalino, éste es ocasionado por la hiperventilación inducida por altos niveles de ansiedad que sufren los animales al presentarse condiciones estresantes, como ejemplo el transporte desde casa hasta los centros veterinarios (51).

#### **4.9.3 Hipercalcemia**

Se observa en gatos que sufren daño renal y problemas de hiperparatiroidismo. Los elementos de los que se compone la dieta influyen sobre la presentación de hipercalcemia, como claro ejemplo las dietas restrictivas de potasio hacen que se produzca una hiperfosfatemia e hipocalcemia compensatoria leve en pacientes que no necesariamente tengan problema renal. En gatos jóvenes la hipercalcemia podría ser idiopática, y se la asocia a urolitiasis de oxalato. (63).

En gatos con hipercalcemia se ha asociado el aumento de fibra en la dieta con la reducción de la recurrencia de oxalato de Ca ya que ciertos tipos de fibra como el salvado de soja o arroz hacen que la absorción en el tracto GI disminuya y con ello también la excreción urinaria de Ca. Estudios ya han comprobado que la alimentación con una dieta alta en fibra normaliza las concentraciones séricas de Ca; sin embargo, no se ha probado aún la eficacia de una mayor ingesta de fibra (62).

#### 4.10 Promotores e inhibidores de cristalización

Los factores inhibidores de la cristalización presentes en la orina son sustancias orgánicas e inorgánicas que van a modular la formación de los distintos cristales, compensando la presencia de los promotores de cristalización. Por ello cuando existen desbalances en la secreción de promotores o inhibidores se produce cristaluria (64).

Las proteínas presentes en la orina felina actúan como promotores de la cristalización de estruvita (65), con lo que Okafor et al., (66) en el 2018 concluyen que reducir la excreción urinaria de proteínas resultaría benéfico para disminuir la cristalización de estruvita y formación de urolitiasis.

Se ha investigado la relación entre la cristalización de oxalato de calcio y las proteínas de Tamm-Horsfall y la osteopontina, pues se estima que ocasiona la inhibición de la agregación y crecimiento de cristales (62, 64).

El estudio realizado por Miyazaki et al., (67) en el 2006, demostró que existe otra forma de cristalización de estruvita, ésta es mediante la cauxina que es una proteína presente en altas concentraciones en la orina de gatos machos, su excreción incrementa con la edad a partir de los 3 meses de edad y su acción se evidencia en la aceleración en la formación de cristales de estruvita.

En la orina existen inhibidores inorgánicos, entre ellos se encuentran el citrato, magnesio y pirofosfato. El citrato inhibe la nucleación de cristales de CaOx, administrado por vía oral actúa formando complejos con el calcio que son más solubles que CaOx, aumentando el pH urinario; por su parte el magnesio se combina con oxalatos disminuyendo su saturación urinaria. El pirofosfato también actúa como inhibidor en el crecimiento y agregación de cristales de CaOx (64).

Los citratos tienen capacidad de unirse al calcio formando complejos más estables, esta unión implica una disminución de calcio libre, por ende, disminuyendo su concentración en orina (68). El magnesio forma complejos con el ácido oxálico disminuyendo su disponibilidad para formar oxalato de calcio, de tal manera bajos niveles de magnesio en la dieta se considera un factor de riesgo; por otro lado, suplementar magnesio incrementa el riesgo de formación de estruvita en gatos (46).





#### 4.11 Características de las dietas

Los alimentos comerciales de mascotas han sido clasificados según la calidad de sus ingredientes, lo que afecta directamente en el costo de los mismos. Las dietas premium al estar formuladas con buena "calidad" de ingredientes están sometidas a un sinnúmero de estudios que les permiten a las empresas llevar un control de calidad adecuado, caso contrario en las dietas básicas o económicas que generalmente presentan formulaciones diferentes entre lote y lote lo que afecta la calidad del producto (69).

Las dietas consumidas por humanos que tiene un alto contenido de proteína animal, aumentan el riesgo de formación de oxalatos de calcio. A diferencia de esto en los gatos según un estudio realizado en 2006 demostró que una mayor concentración de proteínas de origen animal su dieta tenía un efecto protector ante la formación de urolitos de calcio; en especial los niveles que se encontraban entre 8 y 9 g de proteína por 100 kcal (62). De la misma manera la formación de cristaluria de estruvita se puede prevenir con una alta ingesta de proteínas en animales clínicamente normales (70).

La presentación de estruvita se ve influenciada por dietas con alto contenido de magnesio, fósforo, calcio, cloruro o fibra y proteínas moderadas; contrario con lo que sucede con dietas con alto contenido de grasa, baja en sodio o potasio y dietas acidificantes en las que se estruvita se observa en menor cantidad (25).

Se realizó un estudio en el que se evaluó la influencia del nivel de proteína y alcalinizantes en la dietas de los gatos sobre el pH de la orina ,en donde se encontró que las dietas con alto contenido de proteína y con acidificantes como cloruro de amonio redujeron el pH de la orina y aunque no se obtuvo el efecto real sobre el equilibrio ácido -base, se concluyó que la excesiva acidificación de las dietas ocasiona acidosis metabólica crónica en gatos que se alimentan con estas dietas (12).

Un estudio epidemiológico determinó que las dietas con cantidades bajas de sodio o potasio potencializan la acidez urinaria precipitando cristales de oxalato de calcio,



mientras que las dietas con mayor contenido de proteínas, magnesio, fósforo o calcio disminuyen su aparición (1).

Lekcharoensuk et al., (17) en el año 2001, sugieren que el fósforo debe encontrarse en concentraciones moderadas (0,66-0,76 mg/kcal), niveles altos o muy bajos indican riesgo de desarrollar urolitos de CaOx. Un alto contenido de fósforo en el tracto gastrointestinal compite con el oxalato, impidiendo la formación del complejo intestinal Ca con oxalato, incrementando la disponibilidad de oxalato libre para absorción intestinal y excreción renal.

El ácido ascórbico, los aminoácidos como la glicina presente en dietas comerciales tienen como producto final el ácido oxálico; el mismo que va a formar complejos solubles con sodio y potasio, pero complejos insolubles con calcio lo que va a favorecer la formación de oxalato de calcio y su excreción en orina (46,71).

La vitamina B6 debe ser adicionada en la dieta, ya que una deficiencia da inicio a la producción endógena y excreción urinaria de ácido oxálico. Las dietas comerciales están suplementadas con vitamina B6, por ello no existe evidencia que incrementar los niveles de vitamina B6 en las dietas tuviera algún efecto beneficioso en los gatos, excepto en las dietas caseras (46).

#### **4.11.1 Dietas Acidificantes**

Se conoce que las características de la dieta determinan en gran parte el pH urinario, generando que el mismo se acidifique o alcalinice (10). Se han investigado varios acidificantes para gatos entre los que están: cloruro de calcio, cloruro de amonio, bisulfato de sodio y ácido fosfórico (54,55). Un estudio ha demostrado también que la harina de pescado tiene un efecto acidificante sobre el pH de la orina con respecto a la harina de maíz, con lo que se previene el estreñimiento y la formación de estruvita (48).

En las dietas comerciales se ha realizado la inclusión de acidificantes, todo esto con el fin de prevenir la formación de cálculos de estruvita, pero se habla de que el hecho de acidificar la orina mediante la alimentación ha generado hipercalciuria favoreciendo la formación de cristales de oxalato de calcio (17). Estas dietas acidificantes hacen



que los inhibidores de cristales cambien su concentración, además reducen la concentración de citrato al haber una mayor reabsorción del citrato tubular renal disminuyendo el pH de la orina (42).

De acuerdo a esto, las dietas acidificantes están contraindicadas en gatos con riesgo de formación de oxalato, ya que la alcaluria va a promover una baja sobresaturación relativa de orina permitiendo llegar a un pH de 6.6 a 7.5 en gatos con recurrencia de urolitos de calcio (46).

El magnesio es responsable de la formación de cristaluria, basado en esta afirmación los fabricantes de balanceados han limitado su uso en las dietas, adicionando elementos acidificantes (64). Aunque la suplementación de acidificantes no es tan efectiva, ya que al suplementarlos en la comida seca para gatos disminuyen el pH y el SAP (Producto de la actividad de la estruvita) en la orina, sin embargo, no se disminuye la concentración de la fracción orgánica en la orina que es la que sirve de matriz para la formación de urolitos de estruvita (72).

#### **4.11.2 Dietas Alcalinizantes**

La formación de estruvita está relacionada a la adición de magnesio en las dietas, aunque su relevancia depende de la forma del magnesio, de la cantidad y del pH urinario. Estudios han determinado que las dietas con cloruro de magnesio de 0,5% no formaron estruvita, mientras que con óxido de magnesio al 5% si formaron estruvita. Esto se atribuyó a que el óxido de magnesio favoreció la producción de orina alcalina, mientras que el cloruro de magnesio volvió la orina ácida (18).

#### **4.12 Diagnóstico**

Un diagnóstico precisa la realización de una anamnesis completa, análisis del sedimento urinario y urocultivo, apoyándose siempre en un recuento sanguíneo completo y un perfil bioquímico en animales en los que se sospeche de enfermedad o con historial de problemas obstructivos (73). Little (4) en el 2014, recomienda realizar un análisis de orina en todos los gatos que se presenten signos compatibles con FLUTD. Es importante que la muestra sea tomada y procesada de manera inmediata, para evitar todo tipo de artefactos que se encuentran en orinas almacenadas varias horas o que han estado en refrigeración (52).

#### 4.13 Toma de muestra y urianálisis

Esta es una prueba diagnóstica que se realiza en la clínica diaria de felinos que presentan signos o patologías compatibles con el tracto urinario (74). Lo ideal para la recolección de orina es realizar cistocentesis, así se evita la contaminación de la muestra, además de que no resulta un método invasivo cuando se realiza de manera correcta y con ayuda del ecógrafo. Se debe conocer que sólo está contraindicado en los casos en que la vejiga no sea palpable y en volúmenes bajos de orina (52).

Una vez tomada la muestra de orina se debe observar las características físicas, químicas, macroscópicas y microscópicas, medir el pH, y con la ayuda de las tiras reactivas se determina el resto de analitos (8). Las tiras están impregnadas con reactivos colorimétricos, cuyas variaciones de color corresponden a la sustancia detectada, siendo su intensidad proporcional a la concentración de la misma. En las tiras reactivas se evalúa: pH, proteína, glucosa, cetonas, sangre, bilirrubina, nitritos y urobilinogeno (31).

La muestra debe ser colocada en un recipiente estéril para su análisis fisico-químico, sin embargo, se recomienda usar tubos adecuados para la refrigeración y almacenamiento de la orina en el caso de los urocultivos (75).

El análisis del sedimento urinario se realiza de manera inmediata con la orina fresca recolectada, para evitar la formación de cristales. El estrés por el transporte puede influir sobre el pH urinario, pues la hiperventilación estimula la elevación del pH, que de ser mayor a 6,5 induce la aparición de cristales de estruvita (52). Según el pH urinario se puede distinguir diferentes cristales, siendo frecuente en orina ácida la formación de oxalatos y en orina alcalina los de cristales de estruvita (8).

Las características de la orina son determinadas en su mayoría por la dieta, en el caso de las dietas naturales o caseras pueden ser muy variables por su contenido, por tanto es difícil establecer valores de referencia “normales” (51). En el caso de gatos alimentados con dieta seca y con poco consumo de agua, se encontrarán orinas muy concentradas, sin que necesariamente sea a causa de una mala perfusión renal u otro tipo de problema (76).



#### **4.14 Cultivo y antibiograma**

En las infecciones del tracto urinario la colonización bacteriana depende de la virulencia de los genes y la defensa innata del huésped, que al ser atacado por varios patógenos urinarios con alta actividad de la ureasa, producen amoníaco excesivamente lo que irrita las células epiteliales de la vejiga, aumentando el pH urinario y promoviendo la formación de cristaluria (77).

En el caso de los animales que ya están con infección del tracto urinario, el cultivo representa una herramienta que proporciona orientación al clínico sobre los tratamientos que deben recibir los animales positivos a infección bacteriana ya que al identificar las bacterias presentes y los antibióticos que se pueden usar se puede escoger la mejor alternativa. Es por esto que resulta de vital importancia realizar el cultivo y pruebas de susceptibilidad antibiótica en de todas las muestras de orina (75).

En el caso de visualizar bacterias en el sedimento urinario, esto sugiere IVU (infección de vías urinarias). Un estudio sobre la prevalencia de IVU bacteriana en felinos demostró que el 25% de las muestras de orina estuvieron infectadas, esto podría estar relacionado a animales susceptibles por defensas deprimidas o por enfermedad concomitante. En felinos, el microorganismo comúnmente encontrado es *E. coli*, encontrándose en un 50%, seguidos por *Staphylococcus spp.* y *Streptococcus spp.*, y patógenos oportunistas (59).

Nelson y Couto (78) en el 2010, señalan que la presencia de oxígeno en la orina inhibe el crecimiento de bacterias anaerobias y es por este motivo que ocasionalmente se encontrarán microorganismos anaerobios provocando infecciones del tracto urinario.

### **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **5.1 Materiales**

##### **5.1.1 Medios biológicos**

Se utilizaron 18 gatos (9 machos y 9 hembras esterilizados) de raza doméstica común ecuatoriana de pelo corto, con un peso entre 2- 6 kg y una edad entre 2 - 3 años.



### **5.1.2 Químicos**

Alcohol, tinción de Wright, solución buffer, aceite de inmersión, solución de Hayem, solución de Turk, agua destilada, feromona F3.

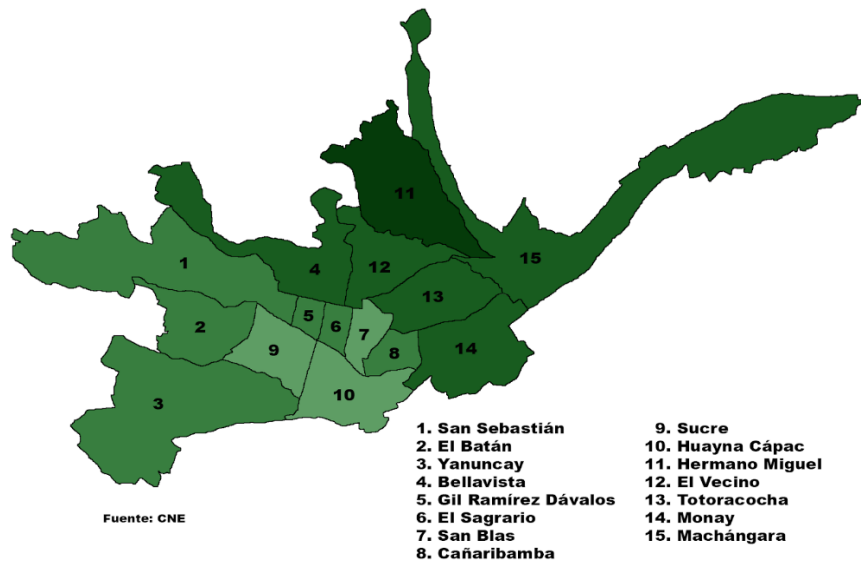
### **5.1.3 Físicos**

- Transporte y manejo de gatos: Kennels, guantes de sujeción, mantas, bozal.
- Examen físico y toma de muestras: Balanza, termómetro, estetoscopio, guantes, rasuradora, ecógrafo, marcador.
- Hemograma: Jeringa 3ml, microtubos vacutainer tapa lila con EDTA, capilares, microcapilares, portaobjetos, cubreobjetos, refractómetro, microscopio, cámara de Neubauer, pipetas para conteo de glóbulos blancos y rojos, absorbedores, contador de células manual, centrífuga, microcentrífuga, micropipetas.
- Urianálisis: Jeringa 5ml, tubo vacutainer tapa roja (3ml), tira reactiva para orina.
- Historias clínicas y materiales de oficina.

## **5.2 Metodología**

### **5.2.1 Lugar de la investigación**

El presente estudio se realizó en el cantón Cuenca de la provincia del Azuay – Ecuador (Figura 1).



**Figura 1.** Parroquias urbanas del Cantón Cuenca (CNE).

### 5.2.2 Unidad de análisis

La muestra estuvo compuesta por 18 gatos domésticos los cuales cumplían las siguientes características: pelo corto, edad entre 2 - 3 años, un peso promedio de 2-5 kg y esterilizados; distribuidos para los tres tratamientos de manera aleatoria, de los cuales el 50% lo conformaron machos y el 50% restante hembras, a estos animales se les administró dietas de diferente categoría comercial (Tabla 1); además, para formar parte del experimento debieron cumplir los criterios de inclusión y exclusión correspondientes (Tabla 2).

**Tabla 1.** Unidad de análisis – conformación de la muestra.

Sexo	Unidad de análisis			Total
	Dieta A	Dieta B	Dieta C	
Macho	3	3	3	9
Hembra	3	3	3	9
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>18</b>

Los felinos domésticos utilizados en esta experimentación fueron monitoreados en sus domicilios semanalmente con el fin de comprobar que se cumpla con la administración del alimento, agua y llevar un control del peso. Una vez al mes se los

transportó en Kenels hasta el laboratorio con el fin de tomar la muestra de orina para el urianálisis, esto se lo realizó los cinco meses de la fase experimental.

**Tabla 2.** Criterios de inclusión y exclusión

<b>Criterios de Inclusión</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gato doméstico común de pelo corto en condición saludable previa revisión médica.</li><li>- Hembras y machos esterilizados.</li><li>- Edad: 2 a 3 años.</li><li>- Peso: 2 a 5 kg.</li></ul>
<b>Criterios de Exclusión</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gatos con signología compatible a FLUDT.</li><li>- Gatos con hallazgos anormales en hemograma y urianálisis.</li><li>- Pacientes que estén recibiendo medicación.</li><li>- Gatos enteros.</li><li>- Gatos que no cumplan con la edad, raza y peso establecidos para el estudio.</li></ul>

Al inicio del estudio se realizó un examen clínico completo, hemograma y urianálisis para determinar el estado fisiológico de los pacientes. Una vez al mes se tomó muestras para el urianálisis. Al final del estudio se realizó el urocultivo y antibiograma, además un hemograma para evaluar posibles cambios en relación a la dieta consumida.

### 5.2.3 Administración de las dietas

Los propietarios de las mascotas fueron quienes administraron las dietas durante los 5 meses de duración del estudio, las porciones fueron repartidas de acuerdo a los requerimientos según el peso de los animales, que previo al estudio ya habían recibido una fase de adaptación de un mes, sin embargo la AAFCO recomienda una periodo de adaptación a partir de 3 semanas (48). Además, en el hogar se adaptó el ambiente de tal manera que los gatos tuvieran acceso al agua de manera constante.

**Tabla 3.** Tabla Composición nutricional establecida por cada casa comercial.

Dieta	Proteína	Grasa	Fibra	Ceniza	Humedad	Ca	P	Taurina
A	28%	8,5%	4%	8%	10%			



<b>B</b>	24%	8%	4%	9%	10%	2,4	0,7	0,25%
<b>C</b>	36%	15%	2,5%	7,5%	12%	0,8-1,5	0,8-1,4	

### 5.2.4 Obtención de las muestras de sangre

La muestra se obtuvo de la vena yugular, aplicando métodos de sujeción adecuados para la especie con el fin de evitar estrés innecesario; se utilizó una jeringa de calibre adecuado al tamaño del animal y se recolectó sangre en tubos con anticoagulante (79).

### 5.2.5 Hemograma

Se utilizó sangre entera almacenada previamente en tubos con anticoagulante. Los valores de referencia para gatos adultos (Tabla 3) que se utilizó fueron los siguientes:

**Tabla 4.** Valores referenciales del hemograma

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR REFERENCIAL
<b>GLÓBULOS ROJOS</b>	X10 <sup>12</sup> /L	5,0 – 10,0
<b>HEMOGLOBINA</b>	g/L	80 – 150
<b>HEMATOCRITO</b>	L/L	0,30 – 0,45
<b>VGM</b>	f/L	39 – 55
<b>CGMH</b>	g/L	300 – 360
<b>PLAQUETAS</b>	X10 <sup>9</sup> /L	200 – 700
<b>PROTEÍNAS TOTALES</b>	g/L	54 – 71
<b>GLÓBULOS BLANCOS</b>	X10 <sup>9</sup> /L	5,5 – 19,5
<b>NEUTRÓFILOS</b>	X10 <sup>9</sup> /L	2,5 – 12,5
<b>JUVENILES</b>	X10 <sup>9</sup> /L	0 – 0,3
<b>BASÓFILOS</b>	X10 <sup>9</sup> /L	< 0,1
<b>LINFOCITOS</b>	X10 <sup>9</sup> /L	1,5 – 7,0
<b>MONOCITOS</b>	X10 <sup>9</sup> /L	0,0 – 0,85
<b>EOSINÓFILOS</b>	X10 <sup>9</sup> /L	0,0 – 1,5

Fuente: Laboratorio de referencia Veterinaria Clinican



### 5.2.6 Hematocrito

Se colocó la sangre en un tubo capilar hasta las  $\frac{3}{4}$  partes, sellándolo con plastilina. Se llevó el capilar a la microcentrífuga durante cinco minutos a 15.000 rpm. Para la interpretación se utilizó una tabla de lectura para microhematocrito.

Los eritrocitos se compactan en la parte inferior del capilar, los leucocitos forman el buffy coat y en la parte superior se encuentran las plaquetas. El plasma forma la capa superficial (63).

$$\% \text{ del tubo de buffy coat (PVC o hematocrito)}: \frac{C}{B + C + D}$$

B: Anchura de eritrocitos

C: Anchura de buffy coat

D: Anchura del plasma (63).

### 5.2.7 Hemoglobina

La hemoglobina se calculó mediante una fórmula emitida por el laboratorio de referencia:

$$Hb: \frac{Hto}{3} \times 1000$$

### 5.2.8 Proteínas plasmáticas

Las proteínas plasmáticas se midieron utilizando el refractómetro, se empleó una gota de plasma sobre el refractómetro y se realizó la lectura del valor de proteínas totales en la escala (63).

### 5.2.9 Recuento celular manual

Se absorbió la muestra con ayuda de la pipeta para glóbulos blancos y rojos respectivamente; conjuntamente los diferentes reactivos para glóbulos blancos y rojos; después de esto se homogenizó la mezcla y se colocó dos gotas en la cámara de Neubauer para realizar el conteo celular en el microscopio. Para obtener datos cualitativos se realizó un frotis sanguíneo para identificar los tipos de células y sus diferentes morfologías (80).



Se realizó un conteo de los cuadrantes que componen la cámara de Neubauer para poder aplicar la siguiente fórmula.

$$\frac{N \times 200 \times 10 \times 400}{80} = N \times 10.000$$

N=Número de eritrocitos contados

200=Título de dilución

10= Corrección de profundidad de la cámara para llevar a 1mm<sup>3</sup>

400=Total de cuadraditos de la cámara

80=Total de cuadraditos contados

Por lo tanto, 1mm<sup>3</sup> de sangre contiene el número de eritrocitos leídos en los cuatro cuadrados y adicionado cuatro ceros (81).

### Cálculo de los parámetros eritrocitarios

**Tabla 5.** Cálculo de los parámetros eritrocitarios

Volumen Corpuscular Medio	VCM: $\frac{\text{Hematocrito \%} \times 10}{\text{recuento de eritrocitos}(X10^6)}$
Hematocrito	HTC (l/l): $\frac{\text{MCV}(fl) \times \text{RBC}(x10^2)}{1000}$
Concentración de Hemoglobina corpuscular media	CGMH (g/dl): $\frac{\text{Hb (g/dl)}}{\text{HCT (l/l)}}$

Fuente: (63)(81).

#### 5.2.10 Frotis sanguíneo

Se colocó una pequeña gota de la muestra en un portaobjetos y con la ayuda de otro portaobjetos formando un ángulo de 30 a 45° se extiende la muestra de tal manera que quede delgada, teñimos y observamos la celularidad. La conformación del frotis sanguíneo consta de una superficie basal o cabeza que es donde se colocan la



sangre, la continuidad o cuerpo donde se evidencia la coloración de la tinción y la cola o término de la extensión (82).

### **5.2.11 Tinción de Wright**

El primer paso fue fijar el frotis sanguíneo con metanol, cubriendo las placas durante 5 minutos. Se dejó secar al ambiente y se colocó la tinción de Wright durante 3 minutos. Se realizó el lavado con agua destilada y finalmente se secó a temperatura ambiente (79).

### **5.2.12 Urianálisis**

La cistocentesis ecoguiada ayudó para la toma de muestra de orina. Se puncionó la vejiga con aguja calibre 22 conectada a una jeringa. Se realizó presión negativa suave sobre la jeringa durante la punción, para permitir que la orina se aspire inmediatamente (83).

Una vez tomada la muestra de orina se observaron las características físicas, químicas, macroscópicas y microscópicas, se midió el pH, y con la ayuda de las tiras reactivas se evaluaron el resto de analitos, para medir la densidad urinaria se usó el refractómetro (8).

El análisis químico de la orina se realizó con tiras reactivas, impregnadas con reactivos colorimétricos. Las variaciones de color correspondieron a la sustancia detectada, siendo su intensidad proporcional a la concentración de la misma. En las tiras reactivas se evaluó: pH, proteína, glucosa, cetonas, sangre, bilirrubina, nitritos y urobilinógeno (31).

### **5.2.13 Análisis microscópico del sedimento urinario**

Se obtuvo una muestra generosa de sedimento urinario, se centrifugó la muestra a una velocidad de 2.000 rpm durante 5 minutos. Se colocó una gota de sedimento en un portaobjetos para observarla al microscopio, ajustando la luz para diferenciar: células, cristales, bacterias, cilindros y artefactos (84).



El análisis se lo realizó de manera inmediata para evitar la precipitación de cristales, pero para el cultivo se almacenó la orina a una temperatura de 4 grados centígrados. La muestra fue cultivada 3 horas después de su obtención (8).

#### **5.2.14 Cultivo microbiológico**

Como medio nutricional para el cultivo se empleó agar debido a que se requiere cultivar las bacterias más comunes encontradas en el tracto urinario como son: E. coli, proteus, staphylococcus spp. y pseudomonas spp (59).

#### **5.2.15 Antibiograma**

##### **Mueller Hinton**

Este medio de cultivo brindó la suplementación necesaria para el crecimiento de los microorganismos y la utilización de los discos de antibióticos que nos permitió conocer la resistencia bacteriana (85).

Los antibióticos empleados para medir la resistencia bacteriana fueron: amoxicilina + ácido clavulánico, sulfadiazina + trimetoprim, cefalexina, enrofloxacin y tetraciclina, esto debido a que normalmente son usados cuando existen patologías en tracto urinario (59).

#### **5.2.16 Análisis Bromatológico del alimento**

Se envió una muestra representativa de cada una de las dietas comerciales a un laboratorio certificado por Agrocalidad para realizar el examen bromatológico con el fin de comprobar la composición nutricional de las dietas administradas a los gatos.

#### **5.2.17 Diseño experimental**

Este trabajo fue de tipo experimental – descriptivo, con diseño de bloques al azar, en donde los dos bloques representaron los sexos y los tratamientos fueron las dietas aplicadas. Los tratamientos fueron distribuidos en tres grupos; conformados por 6 gatos (3 machos y 3 hembras) cada uno, se realizaron 5 repeticiones hasta completar 90 muestras a analizar.



## **Tratamientos**

Tratamiento 1: Dieta balanceada A (Estándar).

Tratamiento 2: Dieta balanceada B (Económica).

Tratamiento 3: Dieta balanceada C (Premium).

Se realizaron 6 repeticiones por cada tratamiento.

## **Variables**

### **Variables independientes**

- Sexo
- Dieta

### **Variables dependientes**



### **Hemograma**

- Hematocrito
- Proteínas totales
- Glóbulos rojos
- Globulos blancos
- VGM
- CGMH
- Hemoglobina

### **Exámen macroscopico de la orina**

- Aspecto
- Color
- Olor

### **Analisis químico de la orina**

- Ph
- Proteina
- Sangre
- Leucocitos
- Biblirrubina
- Glucosa
- Cetona
- Urobilinogeno

### **Refractometría**

- Densidad urinaria

### **Sedimento urinario**

- Bacterias
- Celulas
- Cristales

### **Urocultivo**

- Antibiograma

#### **5.2.18 Análisis estadístico**

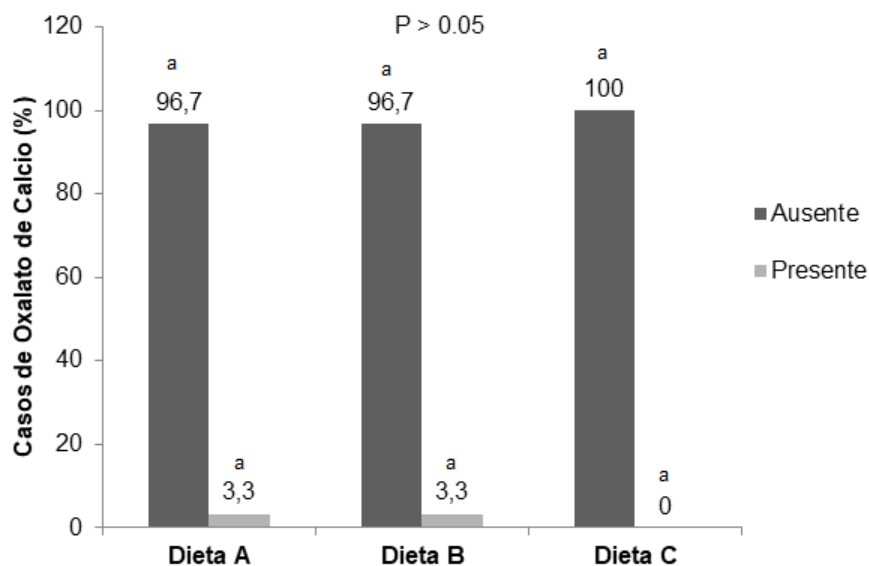
Los datos fueron procesados en el programa estadístico SPSS versión 25, se comparó las variables cualitativas utilizando prueba de Chi cuadrado, para las cuantitativas se realizó un ANOVA y para comparar medias la prueba de Tukey al 5%.

## 6. RESULTADOS

En el presente estudio se realizó un seguimiento clínico y nutricional a 18 gatos durante 5 meses, a los mismos se realizó un hemograma al inicio y al final del estudio, exámenes de orina mensualmente y al final del estudio un urocultivo y antibiograma considerando la dieta que consumían, obteniendo los resultados que se exponen a continuación.

### 6.1 Prevalencia de cristaluria (oxalato de calcio) vs. dietas comerciales

Se determinó que la prevalencia de cristales de oxalato de calcio no difiere entre dietas ( $P > 0,05$ ), con valores entre un 0 y 3,3% (Figura 2).

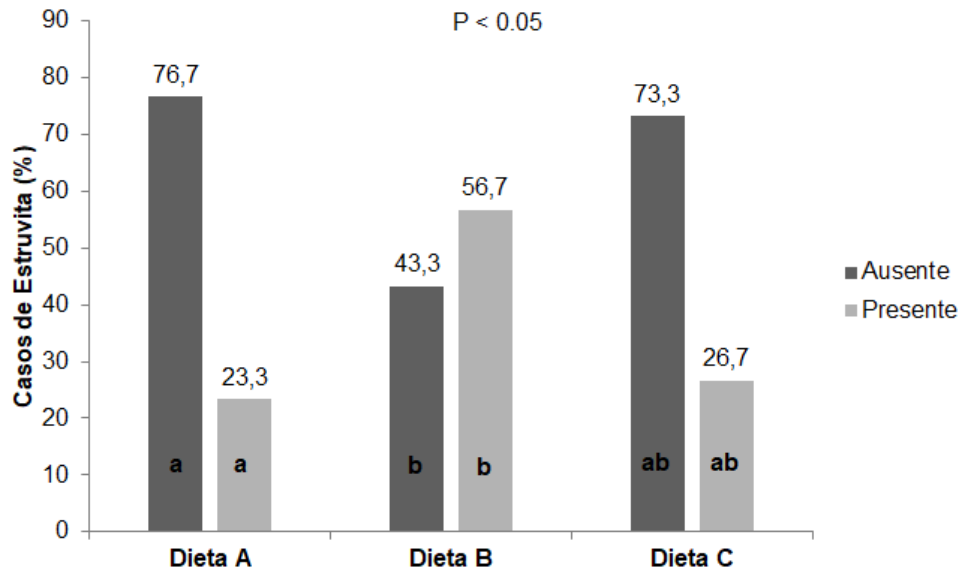


**Figura 2.** Prevalencia de cristales de oxalato de calcio presentes al consumir las diferentes dietas en estudio. Prueba de Chi cuadrado al 5%. <sup>ab</sup>=letras diferentes indican diferencia estadística entre grupos.

### 6.2 Prevalencia de cristaluria (estruvita) vs. dietas comerciales

En el caso de cristales de estruvita, se encontró diferencia estadística ( $P < 0,05$ ) entre las dietas A y B, la dieta C presentó un comportamiento similar a las dietas A y B ( $P > 0,05$ ). La prevalencia de estruvita se estableció con valores de 23,3% (7/30) para la dieta A, 56,7% (17/30) para la dieta B y 26,7% (8/30) para la dieta C (Figura 3).

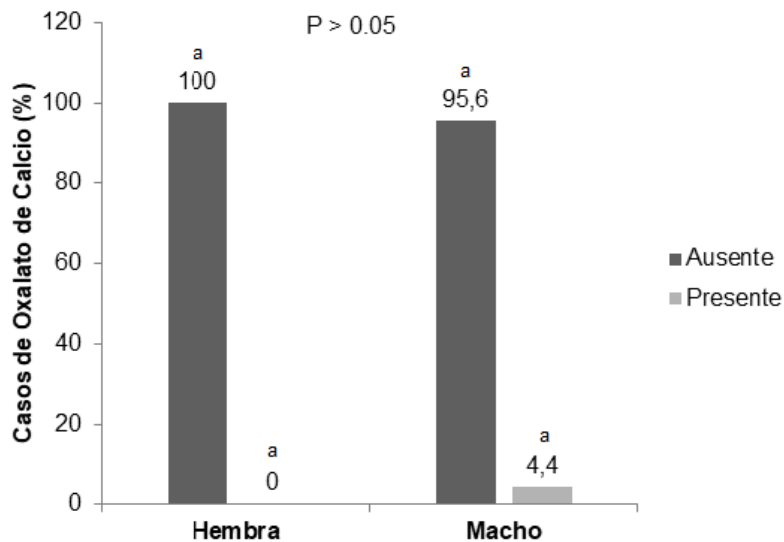




**Figura 3.** Prevalencia de cristales de estruvita presentes al consumir las diferentes dietas en estudio. Prueba de Chi cuadrado al 5%. <sup>ab</sup>=letras diferentes indican diferencia estadística entre grupos.

### 6.1.3 Prevalencia de cristaluria (oxalato de calcio) vs. Sexo

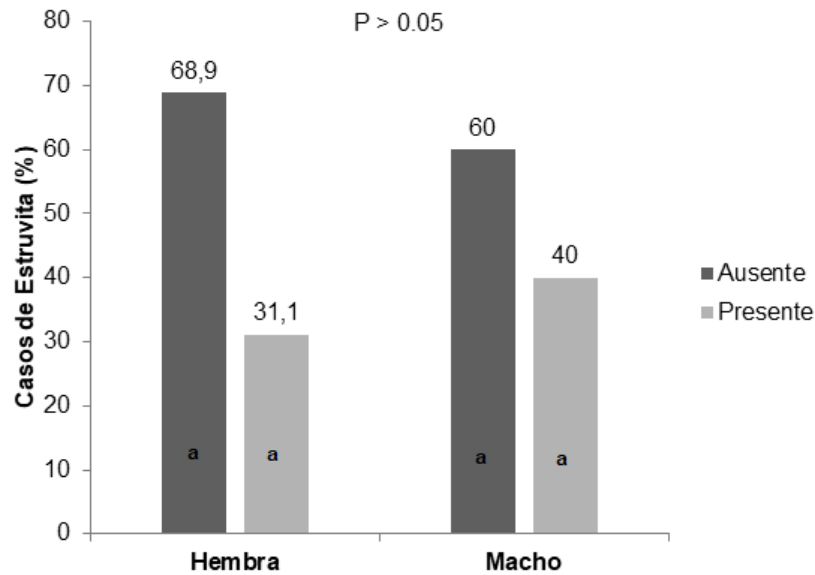
En la presentación de casos de cristales de oxalato de calcio no se encontró diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre sexos (Figura 4).



**Figura 4.** Prevalencia de cristales de oxalato presentes en machos y hembras. Prueba de Chi cuadrado al 5%. <sup>ab</sup>=letras diferentes indican diferencia estadística entre grupos.

### 6.1.4 Prevalencia de cristaluria (estruvita) vs. Sexo

Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que la prevalencia de cristales de estruvita no varió estadísticamente ( $P > 0,05$ ) entre sexos (Figura 5).



**Figura 5.** Prevalencia de cristales de estruvita presentes en relación al sexo. Prueba de Chi cuadrado al 5%. <sup>ab</sup>=letras diferentes indican diferencia estadística entre grupos.

### 6.1.5 Cultivo y antibiograma

**Tabla 6.** Bacterias presentes en orina de gatos domésticos, sensibilidad y resistencia antibiótica.

Bacteria	E. coli		Staphylococcus aureus	
	Resistente (%)	Sensible (%)	Resistente (%)	Sensible (%)
Amoxicilina + Ac. Clavulanico	33,33	66,7	100	0
Sulfa + Trimetoprim	66,7	33,33	0	100
Cefalexina	33,33	66,7	100	0
Enrofloxacin	66,7	33,33	0	100
Tetraciclina	100	0	0	100

Luego de realizar el cultivo y antibiograma de la orina de los animales en estudio se determinó que E. coli y Staphylococcus aureus fueron las bacterias con mayor porcentaje de prevalencia en las muestras. Para E. coli se determinó una sensibilidad antibiótica mayor para cefalexina y amoxicilina + ac. Clavulánico (66,7%),

presentando resistencia a tetraciclina (100%). En el caso de *Staphylococcus Aureus* la sensibilidad antibiótica se presentó en mayor porcentaje para enrofloxacin, tetraciclina y sulfa+trimetoprim (100%), por otra parte, presentó resistencia para cefalexina y amoxicilina + ac. Clavulánico (100%) (Tabla 5).

### 6.1.6 Valores hematológicos

En este estudio se estableció que no existe diferencia significativa ( $P>0,05$ ) entre los valores hematológicos a lo largo del estudio, por lo tanto, las dietas no influyen (Tabla 7).

**Tabla 7.** Valores promedios hematológicos en las diferentes dietas.

Ítem	Dieta A		Dieta B		Dieta C	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<i>Eritrocitos</i> ( $\times 10^{12}/L$ )	9,3 $\pm$ 0,64	9,42 $\pm$ 0,77	10,2 $\pm$ 1,16	9,6 $\pm$ 0,81	12,1 $\pm$ 3,12	9,8 $\pm$ 0,67
<i>Hematocrito</i> (L/L)	0,41 $\pm$ 0,03	0,37 $\pm$ 0,02	0,36 $\pm$ 0,03	0,37 $\pm$ 0,02	0,37 $\pm$ 0,02	0,34 $\pm$ 0,02
<i>Plaquetas</i> ( $\times 10^9/L$ )	357,5 $\pm$ 30,96	395 $\pm$ 42,49	342,8 $\pm$ 42,32	466,7 $\pm$ 68,8	394,6 $\pm$ 56,7	406 $\pm$ 55,25
<i>VGM</i> (f/L)	45,8 $\pm$ 6,32	40 $\pm$ 3,58	38,7 $\pm$ 6,27	38,6 $\pm$ 3,28	37,4 $\pm$ 5,38	35,1 $\pm$ 2,18
<i>CGMH</i> (g/L)	330,48 $\pm$ 0,0	330,27 $\pm$ 0,0	334,72 $\pm$ 0,0	337,83 $\pm$ 0,0	335,78 $\pm$ 0,34	333,23 $\pm$ 0,0
<i>Hemoglobina</i> (g/L)	135,5 $\pm$ 11,11	122,2 $\pm$ 6,12	120,5 $\pm$ 10,83	125 $\pm$ 6,13	124,4 $\pm$ 5,07	113,3 $\pm$ 6,66
<i>Proteínas totales</i> (g/L)	72,7 $\pm$ 0,95	72,8 $\pm$ 1,32	71,6 $\pm$ 1,96	70,3 $\pm$ 2,96	71,8 $\pm$ 2,1	72,2 $\pm$ 2,13
<i>G. blancos</i> ( $\times 10^9/L$ )	6,2 $\pm$ 0,84	8,1 $\pm$ 1,37	12,4 $\pm$ 2,15	6,8 $\pm$ 0,84	16,6 $\pm$ 8,02	9,07 $\pm$ 1,43
<i>Neutrófilos</i> ( $\times 10^9/L$ )	2,4 $\pm$ 0,49	2,9 $\pm$ 0,65	5,7 $\pm$ 1,61	3,4 $\pm$ 0,59	4,4 $\pm$ 0,98	4,1 $\pm$ 0,83
<i>N. Juveniles</i> ( $\times 10^9/L$ )	0,1 $\pm$ 0,05	0,5 $\pm$ 0,38	0,03 $\pm$ 0,02	0,03 $\pm$ 0,02	0,3 $\pm$ 0,25	0,1 $\pm$ 0,07
<i>Basófilos</i> ( $\times 10^9/L$ )	---	0,8 $\pm$ 0,46	---	0,06 $\pm$ 0,05	---	---
<i>Linfocitos</i> ( $\times 10^9/L$ )	2,8 $\pm$ 0,46	3,1 $\pm$ 0,72	3,9 $\pm$ 0,9	2,8 $\pm$ 0,7	2,8 $\pm$ 0,93	3,8 $\pm$ 0,73
<i>Monocitos</i> ( $\times 10^9/L$ )	0,2 $\pm$ 0,13	---	0,06 $\pm$ 0,04	0,05 $\pm$ 0,04	0,02 $\pm$ 0,02	0,1 $\pm$ 0,1
<i>Eosinófilos</i> ( $\times 10^9/L$ )	0,5 $\pm$ 0,14	0,7 $\pm$ 0,16	1,4 $\pm$ 0,57	0,3 $\pm$ 0,11	0,6 $\pm$ 0,18	0,9 $\pm$ 0,17

Prueba de Tukey al 5%. <sup>ab</sup>=letras diferentes indican diferencia entre dietas ( $p<0,05$ ).

No existe relación directa entre las medias de hematocrito, VGM y eritrocitos debido a la dispersión de datos.

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 Prevalencia de cristaluria (oxalato de calcio) vs. dietas comerciales

Lekcharoensuk et al., (87) en el 2011, afirmaron que la cristaluria está relacionada a FLUDT, presentándose en un 80% del total de casos estudiados (16/20). Un estudio realizado por Lulich et al., (34) en el 2004 determinaron que los gatos que consumían dietas con niveles bajos de calcio tienen menor tendencia a formar oxalato de calcio (0,1-0,2g/100kcal) que los gatos que consumían mayores niveles de calcio (0,21-0,37g/100kcal). En nuestro estudio los niveles de calcio fueron de 1,1% para la dieta A, 1-2,4% dieta B y 0,8-1,4% para la dieta C (Tabla 3); sin embargo, no hubo una diferencia estadística significativa al usar estos tres tipos de dietas con diferentes porcentajes de calcio.

Al hablar de categoría comercial Silva (41) en su investigación en el 2019 determinó la presencia de cristaluria en un 88% de gatos alimentados con dietas de baja calidad, y un 12% en gatos alimentados con dietas premium. Menciona además que hubo presencia de cristales de oxalato en 4 felinos, de los cuales el 75% consumía dieta balanceada y el 25% una dieta mixta. En el presente estudio no se comparó dieta seca vs dieta húmeda, no obstante, al comparar las diferentes categorías comerciales de dieta seca no se presentaron diferencias significativas en la formación de cristaluria de oxalato (Figura 2).

Dijcker (88) en el año 2012, en su publicación manifiesta que realizar cambios en el perfil de macronutrientes (proteína, carbohidratos, grasa) no afectó la excreción endógena de oxalato urinario (Uox) en gatos. Concordando con nuestro estudio, donde las dietas utilizadas tenían diferentes perfiles de macro y micronutrientes (ver Anexo 1), sin embargo, estos aparentemente no influyeron en la presentación de oxalato urinario.

## 7.2 Prevalencia de cristaluria (estruvita) vs. dietas comerciales

Según Bovens (89) en el 2011 determinó que un reducido número de cristales, particularmente estruvita, puede ser un hallazgo normal y no debe ser malinterpretado. En el año 2018 Okafor et al., (66) realizaron un estudio en el que utilizaron 13,237 registros de gatos con cristaluria, de los cuales el 56% pertenecieron a estruvita, el 6% oxalatos y resto del porcentaje era ocupado por otros cristales. Lo que se asemeja con nuestro estudio que encontró porcentajes mayores de cristaluria de estruvita con respecto a cristaluria de oxalato (Figura 5).

Baciero (90) en el año 2007 afirma que los gatos esterilizados tienen 3,5 veces más probabilidad de formar estruvita que un gato entero, en el caso de que no exista infección entre los factores de riesgo se encuentran la presencia de altas concentraciones de magnesio, amonio y fosfato en orina y un bajo consumo de agua. Rodríguez (91) en el 2018, expuso una prevalencia del 54% para cristales de fosfato de amonio y magnesio (estruvita), un 36% para oxalato de calcio y un 10% para otros cristales. Silva (41) en el 2019, describe en la prevalencia de cristaluria un elevado porcentaje de cristales de estruvita (95,2%), opuesto a los casos de oxalato de calcio que están en un porcentaje menor (4,8%).

Minnesota Urolith Center (92) en el año 2019, publicó un reporte de la prevalencia de los diferentes minerales en orina, resultando un 52% para estruvita, 36% para oxalato de calcio y 12% para los otros cristales. De acuerdo a esto en el presente estudio claramente se observan porcentajes superiores de estruvita en comparación al oxalato. Pues se ha afirmado que los gatos que se alimentan de balanceados con niveles de proteína altos presentan un pH urinario entre 6 y 7,5 y en el caso de las dietas en las que predomina el contenido vegetal y cereal el pH urinario tiende a alcalinizarse, y como ya se conoce la formación del cristal estará influenciado por el pH que tenga la orina.

Lekcharoensuk et al., (17) en el año 2001, evaluaron los factores de riesgo dietéticos y encontraron que el aumento de las concentraciones de magnesio, fósforo, calcio, cloruro y fibra, favorecen la formación de estruvita. En el anexo 2 de nuestro estudio

se evidencian los resultados bromatológicos, los mismos que fueron valores diferentes para calcio, fósforo y fibra, lo que justifica el comportamiento individual en la presentación de cristaluria por estruvita entre dietas.

### **7.3 Prevalencia de cristaluria (oxalato de calcio) vs. Sexo**

Osborne (93) en 1996, señala que la presentación de urolitos de oxalato de calcio tenía un porcentaje mayor en machos a comparación de las hembras. Esta información es apoyada por Grauer (29) quien confirmó en el 2015 que los gatos machos comúnmente desarrollan más oxalato de calcio a comparación de las hembras.

En nuestro estudio no se encontró diferencia significativa en la presentación de cristaluria de oxalato respecto al sexo de los gatos, esto basado en que solo se analizó la cristaluria persé y no urolitos como en los estudios mencionados en la literatura (Figura 4).

### **7.4 Prevalencia de cristaluria (estruvita) vs. Sexo**

Bartges et al., (46) en 2015 señaló que la estruvita estéril se presenta tanto en machos y hembras, debido a la composición de la dieta, especialmente las que contenían 0,15-1% de magnesio.

Rizzi et al., (31) en el 2018, mencionan que los cristales de estruvita son un hallazgo común en la orina de perros y gatos sanos, siendo el cristal identificado con mayor frecuencia en tapones uretrales de gatos machos domésticos. Coincidiendo con nuestro estudio en el que la presentación de cristales de estruvita es indistinto entre sexos (Figura 5).

Por otra parte, Silva (41) en el 2019, publicó resultados en donde los machos fueron quienes presentaron una mayor probabilidad de formación de urolitos en comparación a las hembras, siendo el hallazgo más común la presencia de estruvita sumado a factores como: obesidad, edad, pH urinario alcalino. En los machos existe una mayor presentación de urolitos debido a su anatomía, con mayor probabilidad de presentar obstrucciones (5).



## 7.5 Cultivo y antibiograma

Urbina y Campos (94) en el 2009, indican que en felinos las enfermedades urinarias debidas a bacterias son poco comunes comparado con los caninos, por ello los cultivos de orina pocas veces son positivos. Así mismo señalaron que la bacteria aislada con mayor frecuencia en felinos es E. coli. Concordando con este estudio en donde E. coli y Staphylococcus aureus fueron las bacterias con mayor prevalencia.

En 2017 Puchot et al., (95) determinaron bacteriuria subclínica con un 6,2% (31/500) de muestras positivas, presentándose en mayor cantidad un solo patógeno y en menor cantidad se presentan múltiples patógenos. E. coli fue la especie más frecuente 58% y Enterococcus spp. 25%.

En el año 2011 en Noruega, un estudio realizado por Sævik et al., (96) donde se cultivó muestras de orina de 119 gatos, la bacteria que más se encontró fue E.coli y otros patógenos como Staphylococcus, Enterococcus, Proteus mirabilis, Pasteurella multocida entre otros se hallaron en menor porcentaje.

Estudios posteriores realizados en Alemania por Dorsch et al., (16) en el año 2014 evaluaron 49 gatos que presentaban infección urinaria bacteriana aislaron Escherichia coli con 32 casos, Streptococcus spp. en 4 casos, Staphylococcus spp. en 5 casos, Micrococcaceae 5 casos, Enterococcus spp. 2 casos y formadores de esporas aeróbicas en un caso. Estos hallazgos están relacionados principalmente a la toma de muestra mediante catéter, además de que los felinos en el estudio tenían de base FLUDT.

Jordan (73) en el 2017, en su estudio al analizar cultivos de orina menciona una bacteriuria del 60,78% (62/102), encontrándose E. coli 40,3% (25/62), Staphylococcus spp. 12,9% (8/62) y otros patógenos en un 46,6%.

Según Houston et al., (20) y col. (2004), al realizar cultivos de orina a 35 gatos, encontraron que de estos el 71% fueron negativos y el 29% positivos de los cuales la prevalencia fue de 55,6% para E. coli y de 43% para Enterococcus. En el caso de gatos sanos Eggertsdóttir et al., (97) en el año 2011 mencionaron que de 108 gatos clínicamente sanos analizados, no existió crecimiento bacteriano en 107 muestras,



sino únicamente una muestra dio positivo el crecimiento, lo que revela que la prevalencia de bacteriuria en gatos adultos sanos en baja, considerando que la contaminación de muestras es baja mediante cistocentesis.

Un estudio realizado por Lister et al., (77) en el 2011 señala que el patógeno aislado con mayor frecuencia fue E. coli, la mayoría de antimicrobianos utilizados para el antibiograma fueron sensibles. Sin embargo, Olin y Bartges (98) en el 2015 indican que los antimicrobianos que se recomiendan para infecciones no muy complicadas son: amoxicilina, cefalexina y sulfa trimetoprim. Lo que coincide con el presente estudio en el que se encontró que del total de las muestras cultivadas para E. coli la sensibilidad a Amoxicilina + Ac. Clavulánico y Cefalexina fue del 66,7%, a Sulfa + Trimetoprim y Enrofloxacin de 33,3%, y no presentó sensibilidad a Tetraciclina. Mientras que para Staphylococcus aureus la sensibilidad fue de 100% para Sulfa + Trimetoprim, Enrofloxacin y Tetraciclina (Tabla 6).

### **7.6 Valores hematológicos**

Según Pibot et al., (52) en el año 2010 señaló que el recuento sanguíneo está en niveles normales cuando un gato no presenta obstrucción. Sin embargo, Cortadellas (99) en el 2010 menciona que en el caso de pacientes obstruidos se debe realizar un hemograma y una química completa para descartar otras patologías. En nuestro estudio (Tabla 7) no se demostró una variación en los valores hematológicos evaluados al inicio y al final del mismo, lo cual puede estar atribuido a que no se diagnosticaron enfermedades sistémicas de base.





## 8. CONCLUSIONES

- Se encontró una mayor prevalencia de cristales de estruvita, en comparación a cristales de oxalato en orina de felinos domésticos.
- Al realizar la comparación entre dietas, se determinó que la dieta B presentó mayor prevalencia de estruvita. Referente al oxalato no demostró diferencia entre las mismas.
- El sexo de los gatos no influyó en el tipo de cristal presentado.
- Las bacterias principalmente encontradas en la orina fueron E. coli y Staphylococcus aureus, la primera que demostró una mayor sensibilidad a cefalexina y amoxicilina + ac. Clavulánico y resistencia a tetraciclina, enrofloxacina y sulfa+trimetoprim. Por su parte Staphylococcus aureus, demostró una mayor sensibilidad a enrofloxacina, tetraciclina y sulfa+trimetoprim y resistencia a cefalexina y amoxicilina + ac. clavulánico.
- Se estableció también que no hubo diferencias en los valores hematológicos a lo largo del estudio.



## 9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda un manejo ambiental adecuado al momento de atender gatos con el fin de reducir niveles de estrés, para esto se propone el uso de feromonas (F3).
- Para futuras investigaciones se debe realizar una química sanguínea completa que nos permita descartar patologías metabólicas de base.
- Al realizar cistocentesis, el personal veterinario se debe apoyar siempre en el ecógrafo, no sólo como herramienta básica de diagnóstico, sino para evitar dañar tejidos al momento de la punción.



## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Dru Forrester S, Roudebush P. Evidence-Based Management of Feline Lower Urinary Tract Disease. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* [Internet]. 2007 May;37(3):533–58. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195561607000101>
2. Tariq A, Rafique R, Abbas SY, N. KM, Huma I, Perveen S, et al. Feline lower urinary tract disease (FLUTD) – An emerging problem of recent era. *J Vet Sci Anim Husband* [Internet]. 2014 Nov;1(5):1–4. Available from: <http://www.annexpublishers.com/full-text/JVSAH/503/Feline-Lower-Urinary-Tract-Disease-Flutd-An-Emerging-Problem-of-Recent-Era.php>
3. Salengue Martins G, De Cassia Martini A, Silva Meirelles Y, Dutra V, Brandini Nespóli PE, Mendonça AJ, et al. Avaliação clínica, laboratorial e ultrassonográfica de felinos com doença do trato urinário inferior. *Semin Ciências Agrárias* [Internet]. 2013 Oct 17;34(5):2349–55. Available from: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/9418>
4. Little SE. *El gato - Medicina clínica y tratamiento Tomo 2*. Buenos Aires: Intermédica; 2014. 1190–1203 p.
5. Ettinger SJ, Feldman EC. Afecções do trato urinário inferior dos felinos. In: Koogan G, editor. *Tratado de medicina interna veterinária: doenças do cão e do gato*. 5th ed. Rio de Janeiro; 2004. p. 1802–41.
6. Lazzarotto JJ. Doença do trato urinário inferior dos felinos associada aos cristais de estruvita disease of the lower urinary tract of the felines associated to the struvit crystals. *Rev da FZVA* [Internet]. 2000;8(1):58–64. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Doença-do-trato-urinário-inferior-dos-felinos-aos-Lazzarotto/6e287e7592a0a7805193ec5bd5323ab7d09c745c>
7. Gunn-Moore DA. Feline lower urinary tract disease. *J Feline Med Surg* [Internet]. 2003 Apr 25;5(2):133–8. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1016/S1098-612X%2802%2900129-8>
8. Bainbridge J, Elliott J. *Manual de nefrología y urología en pequeños animales*. 2013th ed. Barcelona, España; 2013. 109–135 p.
9. Albasan H, Lulich JP, Osborne CA, Lekcharoensuk C, Ulrich LK, Carpenter KA. Effects of storage time and temperature on pH, specific gravity, and crystal formation in urine samples from dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc* [Internet]. 2003 Jan;222(2):176–9. Available from: <http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.2003.222.176>
10. Cavalieri Carciofi A. Métodos para estudo das respostas metabólicas de cães e gatos a diferentes alimentos. *Rev Bras Zootec* [Internet]. 2007;36:235–49. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982007001000022](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007001000022)



11. Valadez Azúa R. Y los gatos . AMMVEPE [Internet]. 2003;14(5):164–72. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/303484415\\_Y\\_los\\_gatos\\_Que\\_sabemos\\_de\\_su\\_domesticacion\\_And\\_cats\\_What\\_do\\_we\\_know\\_about\\_their\\_domestication?fbclid=IwAR2u1-3V6wLqgdZNLW35vZwD46GEdu81aNhydIIFu--5D\\_EBDUsYZGcpSOQ](https://www.researchgate.net/publication/303484415_Y_los_gatos_Que_sabemos_de_su_domesticacion_And_cats_What_do_we_know_about_their_domestication?fbclid=IwAR2u1-3V6wLqgdZNLW35vZwD46GEdu81aNhydIIFu--5D_EBDUsYZGcpSOQ)
12. Zoran DL, Buffington CAT. Effects of nutrition choices and lifestyle changes on the well-being of cats, a carnivore that has moved indoors. *J Am Vet Med Assoc* [Internet]. 2011 Sep;239(5):596–606. Available from: <http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.239.5.596>
13. Del Ángel Caraza J, García González EM, Quijano Hernández IA. Enfermedades del tracto urinario caudal de los Gatos (Parte 1): Conceptos básicos. *Vanguard Vet* [Internet]. 2010;41:20–6. Available from: [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/57977/Vanguardia\\_Sept-Oct\\_2010.PDF?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0aZCP46IV7ThR6l8joV-j8zI2RjG-PbdDSJx4zLh-nWnMj-DdS\\_qYf-Fg](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/57977/Vanguardia_Sept-Oct_2010.PDF?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0aZCP46IV7ThR6l8joV-j8zI2RjG-PbdDSJx4zLh-nWnMj-DdS_qYf-Fg)
14. Silveira Pedreira R. Consumo de amido e proteína, excreção de oxalato e características da urina de gatos alimentados com ração seca [Internet]. Universidade Estadual Paulista; 2015. Available from: [https://repositorio.unesp.br/handle/11449/131938?fbclid=IwAR3uMGTtPILToLcFxn2iND42C7THaaxFfZ34XjBg\\_JuGTHD8TBw4V32-Rlg](https://repositorio.unesp.br/handle/11449/131938?fbclid=IwAR3uMGTtPILToLcFxn2iND42C7THaaxFfZ34XjBg_JuGTHD8TBw4V32-Rlg)
15. Hostutler RA, Chew DJ, DiBartola SP. Recent concepts in feline lower urinary tract disease. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* [Internet]. 2005 Jan;35(1):147–70. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195561604001184>
16. Dorsch R, Remer C, Sauter-Louis C, Hartmann K. Feline lower urinary tract disease in a German cat population. *Tierärztliche Prax Ausgabe K Kleintiere / Heimtiere* [Internet]. 2014 Jan 8;42(04):231–9. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/264745177\\_Feline\\_lower\\_urinary\\_tract\\_disease\\_in\\_a\\_German\\_cat\\_population\\_A\\_retrospective\\_analysis\\_of\\_demographic\\_data\\_causes\\_and\\_clinical\\_signs?fbclid=IwAR3KTqk7KfvstDWJX\\_-QQhYF6kO3bHf9BVZ0uuF1ZvGbnaupMH3ioG3DjX4](https://www.researchgate.net/publication/264745177_Feline_lower_urinary_tract_disease_in_a_German_cat_population_A_retrospective_analysis_of_demographic_data_causes_and_clinical_signs?fbclid=IwAR3KTqk7KfvstDWJX_-QQhYF6kO3bHf9BVZ0uuF1ZvGbnaupMH3ioG3DjX4)
17. Lekcharoensuk C, Osborne CA, Lulich JP, Pusoonthornthum R, Kirk CA, Ulrich LK, et al. Association between dietary factors and calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. *J Am Vet Med Assoc* [Internet]. 2001 Nov;219(9):1228–37. Available from: <http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.2001.219.1228>
18. Houston DM. Epidemiology of feline urolithiasis. *Vet Focus*. 2007;17(1):4–9.
19. Jeusette I, Romano V. Gatos esterilizados. *Affin Petcare - Adv Vet Diets* [Internet]. 2000;1–4. Available from: <https://vetsandclinics.affinity->



- petcare.com/es/report-gatos-esterelizados
20. Houston D, Rinkardt N, Hilton J. Evaluation of the efficacy of a commercial diet in the dissolution of feline struvite bladder uroliths. *Vet Ther* [Internet]. 2004;5(3):187–201. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15578451>
  21. Bartges J, Polzin D. *Nephrology and urology of small animals*. 1st ed. Wiley-Blackwell, editor. 2011. 1–7 p.
  22. Done SH, Goody PC, Stickland NC, Evans SA, Baines EA. *Atlas en color de anatomía veterinaria - El perro y el gato*. 2nd ed. Barcelona: Elsevier Ltd.; 2010. 379–420 p.
  23. Houston DM, Moore AEP, Favrin MG, Hoff B. Feline urethral plugs and bladder uroliths: A review of 5484 submissions 1998-2003. *Can Vet J* [Internet]. 2003;44(12):974–7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC387401/>
  24. Rosas Martinez A, Florez Muñoz AA. Síndrome Urológico Felino. *Citecsa* [Internet]. 2016;7(12):15–24. Available from: <https://unipaz.edu.co/ojs/index.php/revcitecsa/article/view/122/pdf>
  25. Chew DJ, DiBartola SP, Schenck PA. Urolithiasis. In: *Canine and Feline Nephrology and Urology* [Internet]. 2nd ed. Saunders: Elsevier; 2011. p. 272–305. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780721681788100090>
  26. Tion M, Dvorska J, Saganuwan S. A review on urolithiasis in dogs and cats. *Bulg J Vet Med* [Internet]. 2015;18(1):1–18. Available from: <http://tru.uni-sz.bg/bjvm/BJVM-March 2015 p.1-18.pdf>
  27. Case LP, Daristotle L, Hayek MG, Raasch MF. Dietary management of urolithiasis in cats and dogs. In: *Canine and Feline Nutrition* [Internet]. 3rd ed. St. Louis: Elsevier; 2011. p. 359–80. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323066198100301>
  28. Troncoso Escobar IV. Estudio retrospectivo de urolitiasis felina en pacientes atendidos en la clínica veterinaria Animalpolis. Universidad de Guayaquil; 2017.
  29. Grauer GF. Feline struvite y calcium oxalate urolithiasis. *Today'S Vet Pract*. 2015;(September/October):14–20.
  30. Hervera M, Villaverde C. Manejo dietético de los problemas del tracto urinario felino inferior más frecuentes. *Clin Vet Peq Anim* [Internet]. 2016;36(1):7–13. Available from: <https://www.clinvetpeqanim.com/img/pdf/29721564.pdf>
  31. Rizzi TE, Valenciano A, Bowles M, Cowell R, Tyler R, Denicola DB. *Atlas de*



- urianálisis canino y felino. Veterinarias M ediciones, editor. Barcelona; 2018. 1–186 p.
32. Dijcker JC, Plantinga EA, van Baal J, Hendriks WH. Influence of nutrition on feline calcium oxalate urolithiasis with emphasis on endogenous oxalate synthesis. *Nutr Res Rev* [Internet]. 2011 Jun 22;24(1):96–110. Available from: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0954422410000351/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0954422410000351/type/journal_article)
  33. Bartges JW, Kirk CA, Cox SK, Moyers TD. Influence of acidifying or alkalinizing diets on bone mineral density and urine relative supersaturation with calcium oxalate and struvite in healthy cats. *Am J Vet Res* [Internet]. 2013 Oct;74(10):1347–52. Available from: <http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/ajvr.74.10.1347>
  34. Lulich JP, Osborne CA, Lekcharoensuk C, Kirk CA, Bartges JW. Effects of diet on urine composition of cats with calcium oxalate urolithiasis. *J Am Anim Hosp Assoc* [Internet]. 2004 May;40(3):185–91. Available from: <http://jaaha.org/doi/abs/10.5326/0400185>
  35. Chew DJ, DiBartola SP, Schenck PA. Urinalysis. In: *Canine and Feline Nephrology and Urology* [Internet]. 2nd ed. Saunders: Elsevier; 2011. p. 1–31. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780721681788100016>
  36. Bannasch D, Henthorn PS. Changing Paradigms in Diagnosis of Inherited Defects Associated with Urolithiasis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* [Internet]. 2009 Jan;39(1):111–25. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195561608001605>
  37. Howe LM, Slater MR, Boothe HW, Hobson HP, Holcom JL, Spann AC. Long-term outcome of gonadectomy performed at an early age or traditional age in dogs. *J Am Vet Med Assoc* [Internet]. 2001 Jan;218(2):217–21. Available from: <http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.2001.218.217>
  38. Kanchuk ML, Backus RC, Calvert CC, Morris JG, Rogers QR. Weight Gain in Gonadectomized Normal and Lipoprotein Lipase–Deficient Male Domestic Cats Results from Increased Food Intake and Not Decreased Energy Expenditure. *J Nutr* [Internet]. 2003 Jun 1;133(6):1866–74. Available from: <https://academic.oup.com/jn/article/133/6/1866/4688070>
  39. German AJ. The Growing Problem of Obesity in Dogs and Cats. *J Nutr* [Internet]. 2006 Jul 1;136(7):1940S–1946S. Available from: <https://academic.oup.com/jn/article/136/7/1940S/4664725>
  40. Picavet P, Dettleux J, Verschuren S, Sparkes A, Lulich J, Osborne C, et al. Analysis of 4495 canine and feline uroliths in the Benelux. A retrospective study: 1994–2004. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* [Internet]. 2007 Jun;91(5–6):247–51. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1439->



0396.2007.00699.x

41. Silva Vásquez JK. Prevalencia de tipo de cristales en muestras de orina en *Felis silvestris catus* atendidos en la Clínica Veterinaria Zamora [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2019. Available from: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39300>
42. Baciero G. La clave en el tratamiento de la urolitiasis felina es la dilución urinaria. Argos [Internet]. 2009;109:42–5. Available from: [http://axonveterinaria.net/web\\_axoncomunicacion/centroveterinario/42/cv\\_42\\_Tratamiento\\_urolitiasis\\_felina.pdf](http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/centroveterinario/42/cv_42_Tratamiento_urolitiasis_felina.pdf)
43. Buckley CMF, Hawthorne A, Colyer A, Stevenson AE. Effect of dietary water intake on urinary output, specific gravity and relative supersaturation for calcium oxalate and struvite in the cat. *Br J Nutr* [Internet]. 2011 Oct 12;106(S1):S128–30. Available from: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114511001875/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114511001875/type/journal_article)
44. Ellis SLH, Rodan I, Carney HC, Heath S, Rochlitz I, Shearburn LD, et al. Directrices AAFP and ISFM sobre las necesidades medioambientales felinas. *J Feline Med Surg* [Internet]. 2013 Mar 19;15(3):219–30. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1098612X13477537>
45. Hutter ER. Nutrición en caninos y felinos. *Vet enweb*. 1991;2:115.
46. Bartges JW, Callens AJ. Urolithiasis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* [Internet]. 2015 Jul;45(4):747–68. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195561615000467>
47. Scherk M. Feline lower urinary tract health: Metabolism and stress. *Semant Sch* [Internet]. 2017; Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/FELINE-LOWER-URINARY-TRACT-HEALTH-%3A-METABOLISM-AND-Scherk/554e223b75aa8cc5b719f1f2cd8d412e78d6e979#paper-header>
48. Funaba M, Oka Y, Kobayashi S, Kaneko M, Yamamoto H, Namikawa K, et al. Evaluation of meat meal, chicken meal, and corn gluten meal as dietary sources of protein in dry cat food. *Can J Vet Res*. 2005;69(4):299–304.
49. Pacheco Monferdini R, De Oliveira J. Manejo nutricional para cães e gatos com urolitíase – revisão bibliográfica. *Acta Vet Bras* [Internet]. 2009;3(1):1–4. Available from: <http://docplayer.com.br/19801546-Manejo-nutricional-para-caes-e-gatos-com-urolitiasis-revisao-bibliografica.html>
50. Osborne CA, Lulich JP, Swanson LL, Albanan H. Drug-Induced Urolithiasis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* [Internet]. 2009 Jan;39(1):55–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2008.09.004>





51. Cottam YH, Caley P, Wamberg S, Hendriks WH. Feline Reference Values for Urine Composition. *J Nutr* [Internet]. 2002 Jun 1;132(6):1754S-1756S. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12042517>
52. Pibot P, Biourge V, Elliott DA. Tratamiento nutricional de las patologías del tracto urinario inferior en el gato. *Encicl la Nutr clínica felina - R Canin* [Internet]. 2010;286–321. Available from: [http://www.ivis.org/advances/rcfeline\\_es/A5308.0410.ES.pdf?LA=2](http://www.ivis.org/advances/rcfeline_es/A5308.0410.ES.pdf?LA=2)
53. Funaba M, Tanaka T, Kaneko M, Iriki T, Hatano Y, Abe M. Fish meal vs. corn gluten meal as a protein source for dry cat food. *J Vet Med Sci* [Internet]. 2001;63(12):1355–7. Available from: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/jvms/63.1355?from=CrossRef>
54. Padovani Pires C, de Oliveira Borges Saad FM, Cavalieri Carciofi A, Fernandes Santos JP. Inter-relação entre o balanço cátion-aniônico do alimento e o pH urinário de gatos. *Arch Vet Sci* [Internet]. 2011;16(3):76–86. Available from: <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/20966>
55. Barros Barbosa P. Predição do ph urinário de gatos por meio do balanço cátion – aniônico dietético (bcad) [Internet]. Universidade Federal de Lavras; 2014. Available from: [http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/4636/1/DISSERTAÇÃO\\_Predição do pH urinário de gatos por meio do balanço cátion – aniônico dietético %28BCAD%29.pdf?fbclid=IwAR2ILmg3dkCp7cUo7cov-P\\_C5fGQTNu4h8PzGBQjmmi1Sxp2Jv-aLicDh9U](http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/4636/1/DISSERTAÇÃO_Predição%20do%20pH%20urinário%20de%20gatos%20por%20meio%20do%20balanço%20cátion%20-%20aniônico%20dietético%20(bcad).pdf?fbclid=IwAR2ILmg3dkCp7cUo7cov-P_C5fGQTNu4h8PzGBQjmmi1Sxp2Jv-aLicDh9U)
56. Zentek J, Schulz A. Urinary composition of cats is affected by the source of dietary protein. *J Nutr* [Internet]. 2004 Aug 1;134(8):2162S-2165S. Available from: <https://academic.oup.com/jn/article/134/8/2162S/4688905>
57. Reppas G, Foster SF. Practical urinalysis in the cat 1: Urine macroscopic examination ‘tips and traps.’ *J Feline Med Surg* [Internet]. 2016 Mar 2;18(3):190–202. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1098612X16643249>
58. RECHE Jr. A, HAGIWARA MK, MAMIZUKA E. Estudo clínico da doença do trato urinário inferior em gatos domésticos de São Paulo. *Brazilian J Vet Res Anim Sci* [Internet]. 1998;35(2):69–74. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/bjvras/v35n2/35n2a04.pdf>
59. Prescott JF, Bagott JD, Walker RD. *Terapêutica antimicrobiana en medicina veterinaria*. 3rd ed. Buenos Aires: Intermédica; 2002. 704 p.
60. Carvalho VM, Spinola T, Tavorali F, Irino K, Oliveira RM, Ramos MCC. Infecções do trato urinário (ITU) de cães e gatos: etiologia e resistência aos antimicrobianos. *Pesqui Veterinária Bras* [Internet]. 2014 Jan;34(1):62–70. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-736X2014000100011&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2014000100011&lng=pt&tlng=pt)





61. Bartges JW, Kirk CA, Cox SK, Moyers TD. Influence of acidifying or alkalinizing diets on bone mineral density and urine relative supersaturation with calcium oxalate and struvite in healthy cats. *Am J Vet Res* [Internet]. 2013 Oct;74(10):1347–52. Available from: <http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/ajvr.74.10.1347>
62. Bartges JW, Kirk CA. Nutrition and lower urinary tract disease in cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* [Internet]. 2006 Nov;36(6):1361–76. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195561606000970>
63. Villiers E, Blackwood L. Manual de diagnóstico de laboratorio en pequeños animales. BSAVA, editor. Análisis de orina. Barcelona; 2015. 209–235 p.
64. Neira Carrillo A, Vásquez Quitral P. Formación de calculos renales de oxalato cálcico en mamíferos. *Av en Ciencias Vet* [Internet]. 2012 Feb 2;25(1–2):41–52. Available from: <http://www.avancesveterinaria.uchile.cl/index.php/ACV/article/view/18285>
65. Matsumoto K, Funaba M. Factors affecting struvite (MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O) crystallization in feline urine. *Biochim Biophys Acta - Gen Subj* [Internet]. 2008 Feb;1780(2):233–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304416507002097>
66. Okafor CC, Pearl DL, Blois SL, Lefebvre SL, Yang M, Lund EM, et al. Factors associated with hematuric struvite crystalluria in cats. *J Feline Med Surg* [Internet]. 2018 Nov 5;1–9. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1098612X18809176>
67. Miyazaki M, Yamashita T, Suzuki Y, Saito Y, Soeta S, Taira H, et al. A major urinary protein of the domestic cat regulates the production of feline, a putative pheromone precursor. *Chem Biol* [Internet]. 2006 Oct;13:1071–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1074552106003097>
68. Pieras Ayala E, Grases Freixedas F, Costa Bauzá A, Ramis Barceló M, Pizá Reus P, Ozonas Morangues M. Litiasis de oxalato cálcico monohidratado papilar y de cavidad: estudio comparativo de factores etiológico. *Arch Españoles Urol* [Internet]. 2006;59(2):147–54. Available from: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06142006000200005](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06142006000200005)
69. Case LP, Leighann D, Hayek MG, Foess Raasch M. Nutrición en caninos y felinos. 3rd ed. Buenos Aires: Intermédica; 2013. 624 p.
70. Funaba M, Yamate T, Hashida Y, Maki K, Gotoh K, Kaneko M, et al. Effects of a high-protein diet versus dietary supplementation with ammonium chloride on struvite crystal formation in urine of clinically normal cats. *Am J Vet Res* [Internet]. 2003 Aug;64(8):1059–64. Available from: <http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/ajvr.2003.64.1059>



71. Elliott DA. Managing calcium oxalate urolithiasis in cats. Waltham Feline Med Symp. 2003;
72. Funaba M, Yamate T, Narukawa Y, Gotoh K, Iriki T, Hatano Y, et al. Effect of supplementation of dry cat food with D,L-Methionine and ammonium chloride on struvite activity product and sediment in urine. J Vet Med Sci [Internet]. 2001;63(3):337–9. Available from: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/jvms/63.337?from=CrossRef>
73. Jordán Delgado CA. Estudio retrospectivo de los tipos de bacteriuria en gatos con enfermedad del tracto urinario inferior entre los años 2008 al 2015 en una clínica privada de referencia en Lima. Universidad Científica del Sur; 2017.
74. Sturgess CP, Hesford A, Owen H, Privett R. An investigation into the effects of storage on the diagnosis of crystalluria in cats. J Feline Med Surg [Internet]. 2001 Jun 24;3(2):81–5. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1053/jfms.2001.0118>
75. Weese JS, Blondeau JM, Boothe D, Breitschwerdt EB, Guardabassi L, Hillier A, et al. Antimicrobial use guidelines for treatment of urinary tract disease in dogs and cats: Antimicrobial guidelines working group of the international society for companion animal infectious diseases. Vet Med Int [Internet]. 2011;2011:1–9. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/vmi/2011/263768/>
76. Watson ADJ, Lefebvre HP, Elliot J. Gravedad específica de orina [Internet]. IRIS-International Renal Interest Society. 2015. Available from: [http://www.iris-kidney.com/education/urine\\_specific\\_gravity.html](http://www.iris-kidney.com/education/urine_specific_gravity.html)
77. Litster A, Thompson M, Moss S, Trott D. Feline bacterial urinary tract infections: An update on an evolving clinical problem. Vet J [Internet]. 2011 Jan;187(1):18–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.12.006>
78. Nelson RW, Couto CG. Medicina interna en pequeños animales. 4th ed. Barcelona: Elsevier; 2010. 1467 p.
79. Gallo Lamping CA. Manual de diagnóstico con énfasis en laboratorio clínico veterinario [Internet]. Hematología en mamíferos. Universidad Nacional Agraria; 2014. Available from: <http://repositorio.una.edu.ni/2745/1/tnl70g172m.pdf>
80. Rebar AH, MacWilliams PS, Metzger FL, Feldman BF, Pollock RVH. Manual de hematología de perros y gatos. Barcelona: Multimédica; 2002. 288 p.
81. Ióvine E, Selva AA. El laboratorio en la clínica. Metodología analítica, fisiopatología e interpretación semiológica. 1st ed. Buenos Aires: Panamericana; 1975.
82. Retamales Catelletto E, Manzo Garay V. Recomendaciones para la tinción de



- frotis sanguíneos para la lectura del hemograma. In: Departamento Laboratorio Biomédico Nacional y de Referencia [Internet]. Chile; 2018. p. 14. Available from: <http://www.ispch.cl/sites/default/files/RECOMENDACIONES PARA LA TINCIÓN DEL FROTIS SANGUÍNEO.pdf>
83. Kurien B, Everds NE, Scofield RH. Recolección experimental de orina en animales. *Lab Anim* [Internet]. 2004;38(November):333–61. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/284355150\\_Recoleccion\\_experimental\\_de\\_orina\\_en\\_animales\\_Revision\\_de\\_la\\_traducccion\\_del\\_articulo\\_original\\_al\\_espanol?fbclid=IwAR0cQ56Gvmm8okPwwfh8UYT33tiQ9C2OBbGY6R5zmmw4ElTqqL06USUkXO8M](https://www.researchgate.net/publication/284355150_Recoleccion_experimental_de_orina_en_animales_Revision_de_la_traducccion_del_articulo_original_al_espanol?fbclid=IwAR0cQ56Gvmm8okPwwfh8UYT33tiQ9C2OBbGY6R5zmmw4ElTqqL06USUkXO8M)
  84. Cowell RL, Meinkoth JH, Tyler RD, Denicola DB. Diagnóstico citológico y hematológico del perro y el gato. 3rd ed. Barcelona: Elsevier; 2009.
  85. Forbes BA, Sahn DF, Weissfeld A. Diagnóstico microbiológico [Internet]. 12th ed. Buenos Aires: Panamericana; 2009. Available from: <https://books.google.com.ec/books?id=239cauKqSt0C&pg=PA194&dq=agar+mueller+hinton&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwidrtKzqdHaAhXExFkKHSEhCm8Q6AEIJTAA#v=onepage&q&f=false>
  86. Vaden SL, Knoll JS, Smith Jr. FWK, Tilley LP. Pruebas de laboratorio y procedimientos de diagnóstico. 1ra ed. Buenos Aires: Intermédica; 2011. 329, 339, 341, 357, 412, 563 p.
  87. Lekcharoensuk C, Osborne CA, Lulich JP. Epidemiologic study of risk factors for lower urinary tract diseases in cats. *J Am Vet Med Assoc*. 2001;218(9):1429–35.
  88. Dijcker JC, Hagen-Plantinga EA, Hendriks WH. Changes in dietary macronutrient profile do not appear to affect endogenous urinary oxalate excretion in healthy adult cats. *Vet J* [Internet]. 2012 Nov;194(2):235–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.03.029>
  89. Bovens C. Feline lower urinary tract disease - A diagnostic approach. *Feline Update* [Internet]. 2011;1–12. Available from: <https://www.langfordvets.co.uk/media/1260/feline-update-autumn-2011-revised-030713.pdf>
  90. Baciero G. Enfermedades en el tracto urinario inferior en el gato. *Axonveterinaria*. 2007;20–5.
  91. Rodríguez Oñate M. Determinación de tipos de cristales en muestras de orina en gatos (*Felis silvestris catus*) atendidos en la Clínica Veterinaria Dr. Pet de la ciudad de Guayaquil. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2018.
  92. Minnesota U of. 2018 Global Urolith Data [Internet]. 2019. Available from: <https://vetmed.umn.edu/centers-programs/minnesota-urolith-center/about-us/publications>



93. Cari AO, Jody PL, Rosama T, Lisa KU, Lori AK, Kathleen AB, et al. Feline Urolithiasis : Etiology and Pathophysiology. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* [Internet]. 1996 Mar;26(2):217–32. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195561696502044?via%3Dihub>
94. Urbina Bohórquez EM, Campos Mosquera C. Estudio retrospectivo de la prevalencia de enfermedades del sistema urinario en una población de caninos y felinos en un lapso de 15 años (1993-2008) en la ciudad de Bogotá, Colombia [Internet]. Universidad de La Salle; 2009. Available from: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5684/T14.09U1e.pdf?sequence=1>
95. Puchot ML, Cook AK, Pohlit C. Subclinical bacteriuria in cats: prevalence, findings on contemporaneous urinalyses and clinical risk factors. *J Feline Med Surg* [Internet]. 2017 Dec 23;19(12):1238–44. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1098612X16688806>
96. Sævik BK, Trangerud C, Ottesen N, Sørum H, Eggertsdóttir A V. Causes of lower urinary tract disease in Norwegian cats. *J Feline Med Surg* [Internet]. 2011 Jun;13(6):410–7. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1016/j.jfms.2010.12.012>
97. Eggertsdóttir A V., Sævik BK, Halvorsen I, Sørum H. Occurrence of Occult Bacteriuria in Healthy Cats. *J Feline Med Surg* [Internet]. 2011 Oct 6;13(10):800–3. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1016/j.jfms.2011.07.004>
98. Olin SJ, Bartges JW. Urinary tract infections. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* [Internet]. 2015 Jul;45(4):721–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.02.005>
99. Cortadellas O. Manual de nefrología y urología clínica canina y felina. Servet, editor. Grupo Asís; 2010. 264 p.



## 11. ANEXOS

### Anexo 1. Ingredientes de las diferentes dietas utilizadas.

#### Dieta A

**Ingredientes:** Maíz, arroz, co-productos de procesamiento de aves y/o cerdos, co-productos de arroz, harina de soya, trigo, co-productos de trigo, harina de pescado, grasa animal y/o vegetal, levadura de caña y/o cerveza, gluten de maíz, pulpa de remolacha, proteína de leche, concentrado proteico vegetal hidrolizado enzimático de pollo y/o cerdo, cloruro de sodio, carbonato de calcio, fosfato de calcio, ácido fosfórico y/o bisulfato de sodio, sal, suplementos de vitaminas: A, D3, E, C; nicotinamida, bisulfito de menadiona (fuente de vitamina K3), mononitrato de tiamina, riboflavina, niacina, clorhidrato de piridoxina, pantotenato de calcio, cianocobalamina, ácido fólico y biotina, suplemento de los minerales: sulfato de manganeso, proteínato de manganeso, sulfato de zinc, proteínato de zinc, sulfato de cobre, proteínato de cobre, sulfato de hierro, proteínato de hierro, selenito de sodio, proteínato de selenio y yodato de calcio; cloruro de colina, taurina, L-lisina, DL-metionina, prebiótico, extracto de Yucca schidigera, antimicótico (ácidos orgánicos), absorbente, antioxidante, celulosa, enzimas y aditivos colorantes.

#### Dieta B

**Ingredientes:** Harina de pollo, maíz, pasta de soya, harina de carne y huesos de pollo, grasa animal, levadura de cerveza, saborizante, sal, taurina, ácido fosfórico, pre-mezcla vitamínica (A, D3, E, K3, B1, B2, B6, B12, K3, niacina, ácido pantoténico, ácido fólico, biotina), pre-mezcla mineral (cobalto, cobre, hierro, manganeso, yodo, selenio y zinc), cloruro de colina y suero de leche.

#### Dieta C

**Ingredientes:** Carne de pollo, arroz cervecero, harina de subproductos de pollo, gluten de maíz, maíz, grasa vacuna, grasa porcina, aceite de pollo preservado con tocoferoles mezclados(fuente de vitamina E), harina de pescado, levadura seca de cervecería, inulina, digesto animal(a base de subproductos de pollo/porcino),aceite de pescado, sal, fosfato bicálcico, ácido fosfórico, huevo en polvo, cloruro de potasio,



pirofosfato tetrasodio, cloruro de colina, L-lisina, taurina, DL-metionina, ácido ascórbico(fuente de vitamina c),sulfato de zinc, proteinato de zinc, sulfato ferroso, suplementos vitamínicos (A, D3, E, B12), suplemento de riboflavina, niacina, pantotenato de calcio, sulfato de manganeso, proteinato de manganeso, biotina, mononitrato de tiamina, ácido fólico, sulfato de cobre, proteinato de cobre, clorhidrato de piridoxina, complejo menadiodina sódica, bisulfito(fuente de actividad de vitamina k), iodato de calcio, selenito de sodio.



## **Anexo 2.** Análisis bromatológico de las diferentes dietas.





# SETLAB

## SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

### REPORTE DE RESULTADOS

CODIGO DE MUESTRA N° 05780

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

<b>SRTA. ALEJANDRA PARRA</b>	
<b>Domicilio / Address</b>	<b>Teléfonos / Telephones</b>
CUENCA	
<b>Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested</b>	
<b>BALANCEADO PARA GATOS DIETA A</b>	
<b>Marca comercial / Trade Mark</b>	
No tiene	
<b>Características del producto / Ratings of the product</b>	
Color, Olor y sabor característico	

### Resultados Bromatológico

PARAMETRO	RESULTADO PS	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	7.68	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	92.32	AOAC/Gravimetrico
PROTEINA (%)	27.05	AOAC/kjeldhal
FIBRA (%)	3.54	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	11.89	AOAC/Golfish
CENIZA (%)	7.51	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	92.49	AOAC/Gravimetrico
CALCIO (%)	1.85	AOAC/Colorimétrico
FOSFORO (%)	0.87	

Emitido en: Riobamba, el 12 de Marzo de 2019

**Ing. Lucía Silva Déley**  
**RESPONSABLE TECNICO**

**SETLAB**  
Servicio de Transferencia Tecnológica  
y Laboratorios Agropecuarios  
Culo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós  
032366-764

**Dra. Ana Chafla Moina**  
**ANALISTA QUIMICA**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio  
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

**"EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA"**





# SETLAB

## SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

### REPORTE DE RESULTADOS

CODIGO DE MUESTRA Nº 05781

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

<b>SRTA. ALEJANDRA PARRA</b>	
<b>Domicilio / Address</b>	<b>Teléfonos / Telephones</b>
CUENCA	
<b>Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested</b>	
BALANCEADO PARA GATOS DIETA B	
<b>Marca comercial / Trade Mark</b>	
No tiene	
<b>Características del producto / Ratings of the product</b>	
Color, Olor y sabor característico	

### Resultados Bromatológico

PARAMETRO	RESULTADO PS	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	7.75	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	92.25	AOAC/Gravimetrico
PROTEINA (%)	24.22	AOAC/kjeldhal
FIBRA (%)	4.17	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	10.98	AOAC/Golfish
CENIZA (%)	6.06	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	93.94	AOAC/Gravimetrico
CALCIO (%)	1.27	AOAC/Colorimétrico
FOSFORO (%)	0.69	

Emitido en: Riobamba, el 12 de Marzo de 2019

**Ing. Lucía Silva Déley**  
RESPONSABLE TECNICO

**SETLAB**  
Servicio de Transferencia Tecnológica  
y Laboratorios Agropecuarios  
Calle Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós  
032366-764

**Dra. Ana Chafra Moína**  
ANALISTA QUIMICA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio  
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

“EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIA CON SU EMPRESA”



# SETLAB

## SERVICIOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS

### REPORTE DE RESULTADOS

CODIGO DE MUESTRA Nº 05782

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

<b>SRTA. ALEJANDRA PARRA</b>	
<b>Domicilio / Address</b>	<b>Teléfonos / Telephones</b>
CUENCA	
<b>Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested</b>	
<b>BALANCEADO PARA GATOS DIETA C</b>	
<b>Marca comercial / Trade Mark</b>	
No tiene	
<b>Características del producto / Ratings of the product</b>	
<b>Color, Olor y sabor característico</b>	

### Resultados Bromatológico

PARAMETRO	RESULTADO PS	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	5.63	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	94.37	AOAC/Gravimetrico
PROTEINA (%)	28.75	AOAC/kjeldhal
FIBRA (%)	3.98	AOAC/Gravimetrico
GRASA (%)	11.29	AOAC/Golfish
CENIZA (%)	6.76	AOAC/Gravimetrico
MATERIA ORGANICA (%)	93.24	AOAC/Gravimetrico
CALCIO (%)	1.52	AOAC/Colorimétrico
FOSFORO (%)	0.71	

Emitido en: Riobamba, el 12 de Marzo de 2019

  
Ing. Lucía Silva Déley  
RESPONSABLE TECNICO

**SETLAB**  
Servicio de Transferencia Tecnológica  
y Laboratorios Agropecuarios  
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós  
032366-764

  
Dra. Ana Chafla Moina  
ANALISTA QUIMICA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio  
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el producto analizado.

“EFICIENCIA, CONFIANZA Y SEGURIDAD, EN SINERGIAS CON SU EMPRESA”

**Anexo 3. Fichas clínicas****FICHA CLINICA Nº 1**

NOMBRE DEL PROPIETARIO	Micaela Torres
DIRECCIÓN	Entrada a Baños
TELÉFONO	0989568245
CORREO ELECTRÓNICO	
NOMBRE DEL PACIENTE	Julien
SEXO	Hembra
COLOR	Gris – Blanco
EDAD	3 años
GRUPO	2
DIETA APLICADA	B

**EXAMEN FÍSICO**

Descripción	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
Frecuencia cardiaca	200	180	164	174	142
Frecuencia respiratoria	30	26	22	30	28
Temperatura	38	38,3	38	38,5	38,4
Condición corporal 1 - 5 (Muy delgado/peso bajo/peso ideal/sobrepeso/obeso)	4	4	3	3	3
Peso	6	5,7	4,5	4,6	4,6
Reflejo tusígeno	-	-	-	-	-
Coloración de mucosas	N	N	N	N	N
Estado de hidratación Normal < 5% (no detectable) Leve 5 - 6% Moderada 6 - 8% Severa 8 - 10% Grave 10 - 12% Fatal 12 - 15%	N	N	N	N	N
Estado de ganglios a la palpación	N	N	N	N	N
Características del pelaje (Normal/Anormal)	N	N	N	N	N
Temperamento	Nervioso	Tranquilo	Tranquilo	Tranquilo	Tranquilo

Descripción	Si	No
Desparasitación	X	



Vacunación	X	
------------	---	--

**Anexo 4.** Formato de autorización de los propietarios

## AUTORIZACIÓN PARA EL ESTUDIO

Yo Angela Micaela Torres Vintimilla con el número de cédula 0106691827, declaro ser el propietario de Julien, de especie felina, sexo femenino de edad 3 años Autorizo a las estudiantes Marcela Idrovo y Alejandra Parra para la manipulación y traslado de mi mascota con el fin de realizar los estudios necesarios para la investigación de su tesis previa a la obtención de su título.

Acepto esta práctica y declaro que las señoritas estudiantes anteriormente mencionadas, me han explicado el procedimiento que se realizara con mi mascota, presto mi consentimiento.

FIRMA DEL PROPIETARIO

**Anexo 5. Exámenes laboratoriales (sangre – orina)**

Examen realizado:

Hemograma	X	Urianálisis	X	Sedimento Urinario	X	Cultivo y AB	X
-----------	---	-------------	---	--------------------	---	--------------	---

**HEMOGRAMA**

Parámetro	Hemograma inicial	Hemograma final	Unidades	Valor referencial
Glóbulos rojos	8,19	8,81	X10 <sup>12</sup> /L	5,0 – 10,0
Hemoglobina	126,66	133,33	g/L	80 – 150
Hematocrito	0,38	0,4	L/L	0,30 – 0,45
VGM	46,39	45,5	f/L	39 – 55
CGMH	333,33	333,33	g/L	300 – 360
Plaquetas	350	456	X10 <sup>9</sup> /L	200 – 700
PT	70	72	g/L	54 – 71
Leucocitos	13,3	5,65	X10 <sup>9</sup> /L	5,5 – 19,5
Neutrófilos	4,32	4,18	X10 <sup>9</sup> /L	2,5 – 12,5
Juveniles	0,133	0	X10 <sup>9</sup> /L	0 – 0,3
Basófilos	0	0	X10 <sup>9</sup> /L	< 0,1
Linfocitos	1,99	0,62	X10 <sup>9</sup> /L	1,5 – 7,0
Monocitos	0,199	0	X10 <sup>9</sup> /L	0,0 – 0,85
Eosinófilos	0,199	0,84	X10 <sup>9</sup> /L	0,0 – 1,5

**UROANÁLISIS****Examen Macroscópico**

Muestreo	1	2	3	4	5
Color	Amarillo	Amarillo intenso	Amarillo	Amarillo	Amarillo claro
Olor	Sui generis	Sui generis	Sui generis	Sui generis	Sui generis
Apariencia	Normal	Concentrada	Normal	Turbia	Normal
PH	7	6	7	6,5	7
Densidad Urinaria	1005	1005	1020	1025	1015

**Examen Químico**

Muestreo	1	2	3	4	5
Sangre	A	A	A	P	P
Bilirrubina	P	A	P	A	A
Urobilinógeno	P	A	P	P	A
Cetonas	A	A	A	A	A
Proteínas	P	P	P	P	P
Nitritos	A	P	A	A	A
Leucocitos	P	P	P	P	P
Glucosa	A	A	A	A	A

Simbología: AUSENTE (A); PRESENTE(P)

**Examen Microscópico del sedimento urinario**

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN				
	Ausente (A) – Presente (P)				
<b>CÉLULAS</b>					
Células epiteliales escamosas	A	P	P	P	P
Células epiteliales transicionales	A	A	P	A	A
Células epiteliales renales	A	A	A	A	A
Eritrocitos	A	A	A	A	A
Leucocitos	A	A	A	A	A
Células Neoplásicas	A	A	A	A	A
Bacterias	A	A	A	A	A
<b>CILINDROS</b>					
Hialinos	A	A	A	A	A
Celulares	A	A	A	A	A
Granulares	A	A	A	A	A
<b>CRISTALES</b>					
Oxalato	A	A	A	A	A
Estruvita	P	P	P	A	P
Otros	A	A	A	A	A

**Responsables: Marcela Idrovo, Alejandra Parra.**



## Anexo 6. Urocultivo y antibiograma



### BACTERIOLOGICO

Fecha: 08 de marzo de 2019

Orden N°: 5889

Nombre: JULIEN

Edad: 9 años

Especie: Felina

Sexo: Hembra

Propietario: Micaela Torres

A petición de: Srta. Alejandra Parra

Muestra: Orina

Resultados:

No hay crecimiento

Estos resultados son válidos solo para las muestras analizadas y deben ser evaluados en su contexto clínico por un médico veterinario.

Dr. Jaime Maldonado R.

Pag. 1/2

**Anexo 7. Resultados de las muestras de orina**

<b>DENSIDAD URINARIA REFRACTÓMETRO (%)</b>			
	DIETA A	DIETA B	DIETA C
> 1050	70%	76,7%	73,3%
1050	13,3%	6,7%	16,7%
< 1050	16,7%	16,7%	10%

<b>DENSIDAD URINARIA TIRA Y pH (<math>\bar{x}</math>)</b>			
	DIETA A	DIETA B	DIETA C
DU TIRA	1023	1022	1023
pH	6,1	6,3	6,2

	DIETA A	DIETA B	DIETA C
LEUCOCITOS	90,0%	83,3%	83,3%
NITRITOS	10%	10%	6,7%
PROTEINA	96,7%	90%	93,3%
GLUCOSA	3,3%	0%	0%
CETONA	0%	3,3%	0%
UROBILINOGENO	70%	53,3%	76,7%
BILIRRUBINA	3,3%	20%	10%
SANGRE	43,3%	30%	26,7%
CEL. EPITELIALES	80%	66,7%	73,3%
CEL. TRANSICIONALES	6,7%	3,3%	3,3%
CEL. RENALES	3,3%	0%	3,3%
CILINDROS HIALINOS	0%	0%	0%
CILINDROS CELULARES	0%	0%	0%
CILINDROS GRANULOSOS	0%	0%	0%



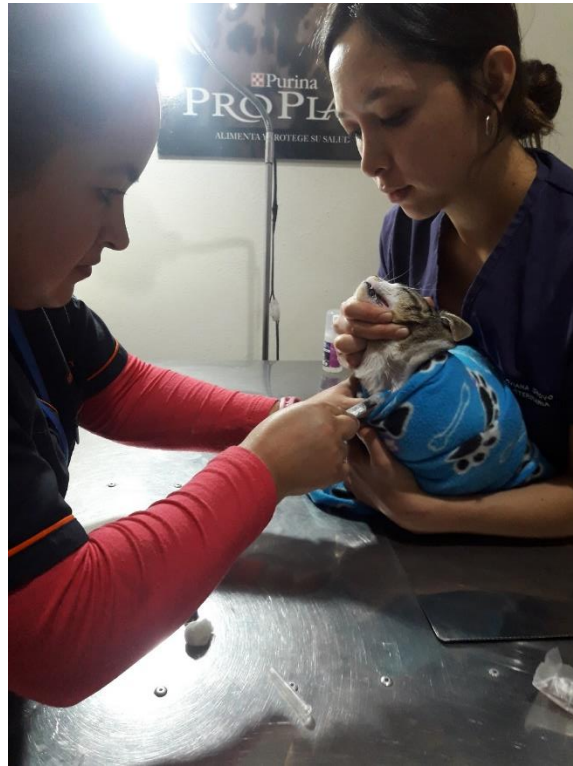
## Anexo 8. Fotografías



Transporte en kennels y manejo del paciente dentro del consultorio  
Fuente: Autoras



Revisión físico – clínica de los pacientes.  
Fuente: Autoras



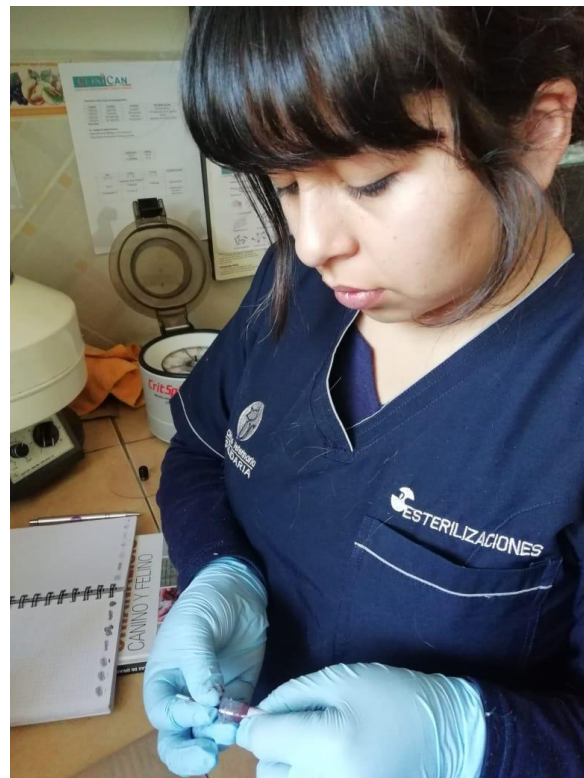
Toma de muestras sanguíneas.  
Fuente: Autoras



Toma de muestra por cistocentesis.  
Fuente: Autoras



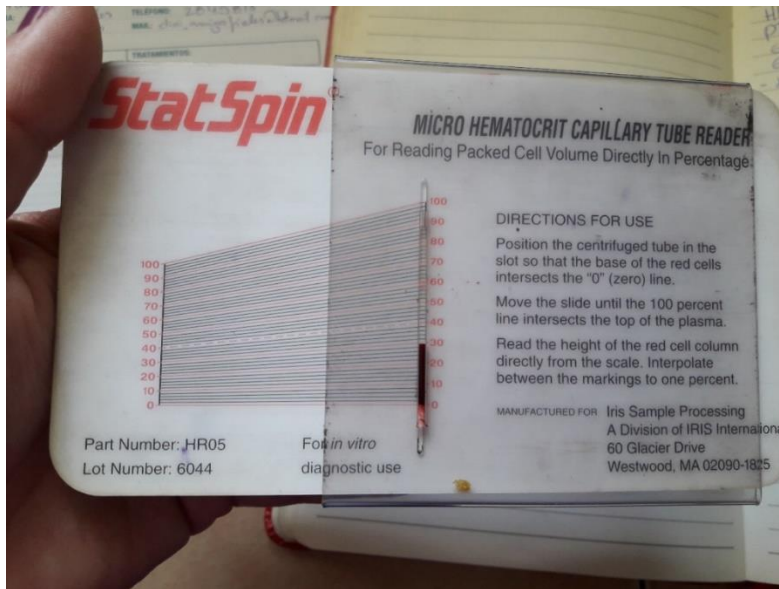
Realización de frotis sanguíneo.  
Fuente: Autoras



Realización del hematocrito.



Fuente: Autoras



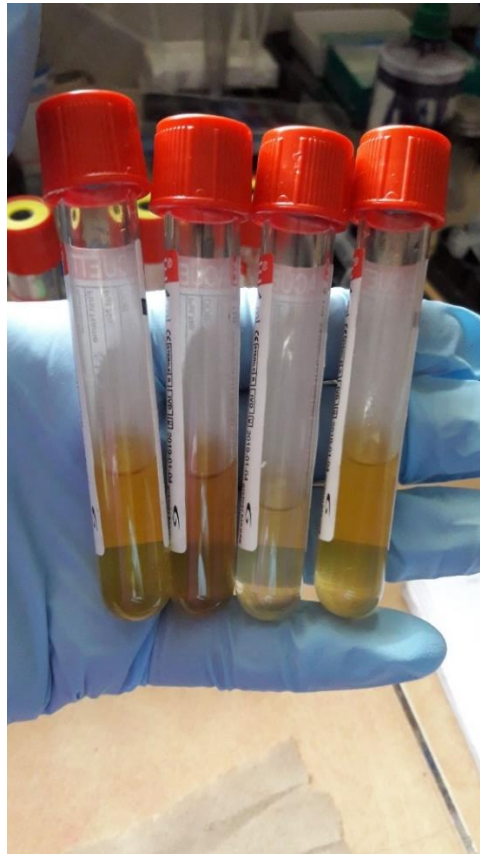
Lectura del hematocrito

Fuente: Autoras



Conteo de células sanguíneas

Fuente: Autoras



Evaluación física de la orina  
Fuente: Autoras



Lectura de la tira reactiva de la orina

Fuente: Autoras



Medición de la densidad urinaria con el refractómetro  
Fuente: Autoras



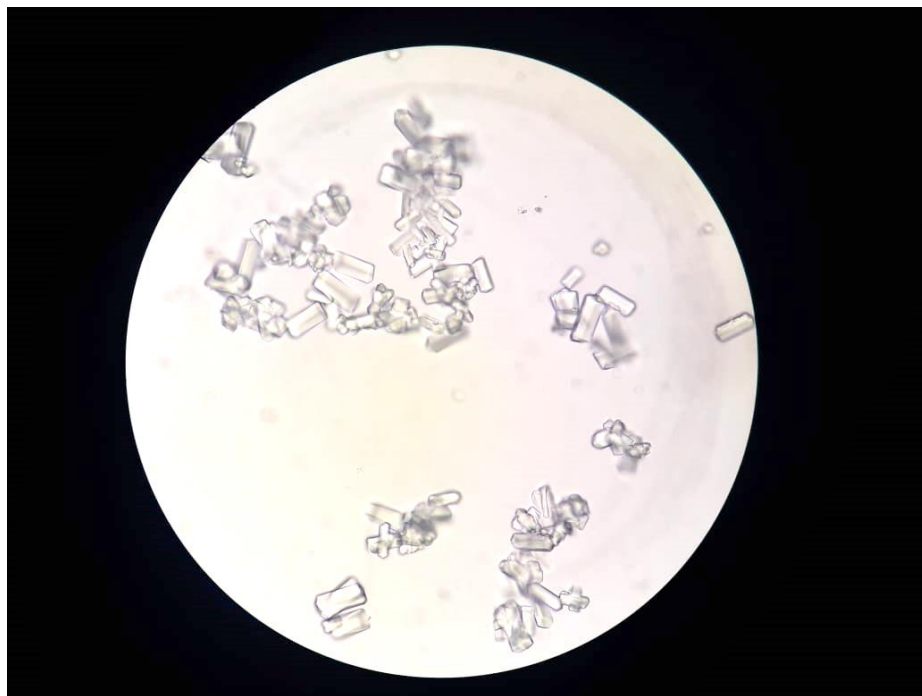
### Observación del sedimento urinario

Fuente: Autoras



Muestras de orina procesadas

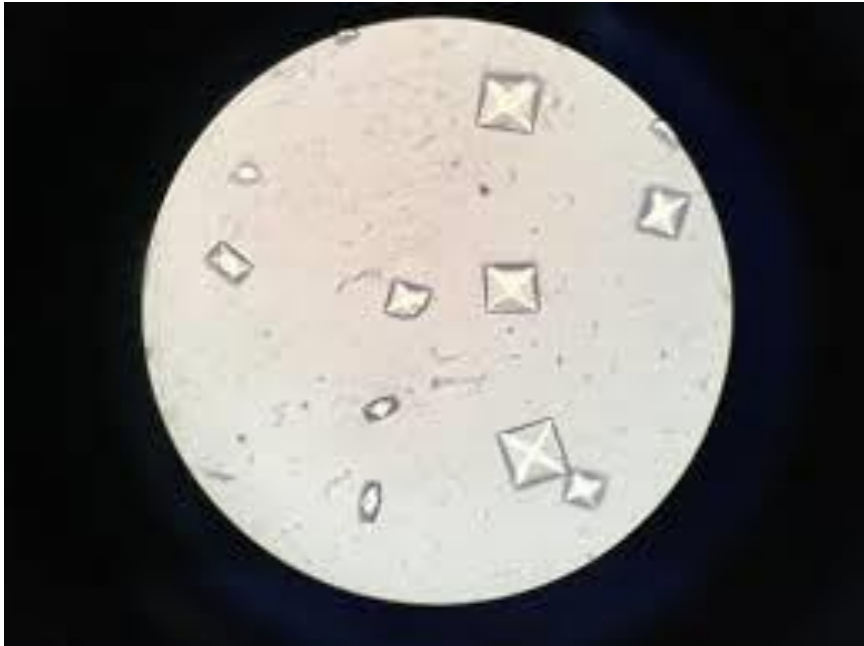
Fuente: Autoras



Cristales de estruvita

Fuente: Autoras





Cristales de Oxalato de Calcio  
Fuente: Autoras



Células transicionales  
Fuente: Autoras





UNIVERSIDAD DE CUENCA

DEJAMOS CONSTANCIA DE HABER RECIBIDO LA TESIS DE GRADO DE LAS EGRESADAS

MARCELA IDROVO TORRES

ALEJANDRA PARRA PACHECO

MISMA QUE HA SIDO REVISADA Y CORREGIDA PARA CONTINUAR CON LOS TRÁMITES DE GRADUACIÓN.

Cuenca, 28 de noviembre de 2019

Dra. Silvana Méndez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Julio Zuñiga

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Jorge Bustamante

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Fredi Carpio

DIRECTOR DE TESIS