

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**DOCTORADO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: CIENCIAS VETERINARIAS**

**TESIS**

**FRECUENCIA Y NATURALEZA DE LOS UROLITOS RENALES EN  
BOVINOS (*Bos taurus*) CRIOLLOS SACRIFICADOS EN EL MATADERO  
MUNICIPAL PROVINCIAL DE CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de

**DOCTOR EN CIENCIAS**

Presentada por:

**JORGE EDUARDO BURGA LEÓN**

Asesora:

**Dra. CECILIA ELIZABETH PAJARES ACOSTA**

CAJAMARCA, PERÚ

2018

COPYRIGHT © 2018 by  
**JORGE EDUARDO BURGA LEÓN**  
Todos los derechos reservados

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



## **DOCTORADO EN CIENCIAS**

### **MENCIÓN: CIENCIAS VETERINARIAS**

#### **TESIS APROBADA**

#### **FRECUENCIA Y NATURALEZA DE LOS UROLITOS RENALES EN BOVINOS (*Bos taurus*) CRIOLLOS SACRIFICADOS EN EL MATADERO MUNICIPAL PROVINCIAL DE CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de

#### **DOCTOR EN CIENCIAS**

Presentada por:

**JORGE EDUARDO BURGA LEÓN**

#### **Comité Científico**

Dra. Cecilia Elizabeth Pajares Acosta  
Asesor

Ph. D. Pedro Ortiz Oblitas  
Miembro de Comité Científico

Dr. Abel García Bazán  
Miembro de Comité Científico

Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares  
Miembro de Comité Científico

Cajamarca - Perú

2018



# Universidad Nacional de Cajamarca

## Escuela de Pos Grado

CAJAMARCA - PERU

### PROGRAMA DE DOCTORADO

*ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS*

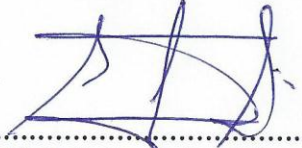
*DOCTORADO EN CIENCIAS*


*MENCIÓN: CIENCIAS VETERINARIAS*

Siendo las doce de la mañana del día jueves diecisiete de mayo del año dos mil dieciocho, reunidos en el auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares; Ph.D. Pedro Ortiz Oblitas, Dr. Abel García Bazán, como integrantes del jurado titular; y en calidad de Asesor, la Dra. Cecilia Pajares Acosta. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y el Reglamento del Programa de Doctorado de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la SUSTENTACIÓN de la tesis titulada: **FRECUENCIA Y NATURALEZA DE LOS UROLITOS RENALES EN BOVINOS (*Bos Taurus*) CRIOLLOS SACRIFICADOS EN EL MATADERO MUNICIPAL PROVINCIAL DE CAJAMARCA**; presentada por el M.Cs. JORGE EDUARDO BURGA LEÓN con la finalidad de optar el Grado Académico de **DOCTOR EN CIENCIAS**, Mención **CIENCIAS VETERINARIAS**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó ..... *APROBAR* ..... con la calificación de ..... *17 (Excelente)* ..... la mencionada Tesis; en tal virtud, el M.Cs. JORGE EDUARDO BURGA LEÓN está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **DOCTOR EN CIENCIAS**, Mención **CIENCIAS VETERINARIAS**.

Siendo las *1:30*... horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

  
.....  
**Ph.D. Pedro Ortiz Oblitas**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**Dr. Abel García Bazán**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares**  
Presidente Jurado Evaluador

## **A:**

La memoria de Violeta y Jaime, mis padres, quienes supieron soportar mi infancia, guiándome con sus consejos hasta convertirme en hombre de bien.

Socorro, mi esposa, que diariamente me ayuda a sobrellevar la vida, esforzándose para comprenderme y soportarme como ser humano.

Catalina, Judith, Jorge y Christian, mis hijos, quienes son el soporte de mi existencia y la razón de continuar luchando.

Mis nietos, de quienes aprendo a comprender la labor de un padre

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme la vida y conservármela hasta este momento, infinitas gracias.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, mi alma Mater, de la cual formo parte activa, como docente en la Facultad de Ciencias Veterinarias.

A la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, por aceptarme en la unidad de Postgrado de Ciencias Veterinaria y brindarme la oportunidad de concluir mis aspiraciones de superación profesional y personal.

A la Facultad de Ciencias Veterinarias, representadas en sus autoridades, por comprender mi necesidad de actualización constante en aras de la mejora continua, en la función de formar profesionales en las Ciencias Médicas.

A todos mis colegas, docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca, que contribuyeron en ese afán constante de interacción social en bien de la juventud.

A todos los que de una u otra forma estuvieron conmigo en los momentos más difíciles de mi vida universitaria; como estudiante de postgrado.

A todos ellos, mis más sinceros agradecimientos.

El autor

## CONTENIDO

<b>Ítem</b>	<b>Página</b>
Agradecimientos .....	vi
Lista de abreviaturas .....	xii
Resumen .....	xiii
Abstract .....	xiv
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos de la investigación .....	2
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
Frecuencia y naturaleza de los urolitos renales .....	4
2.1. Marco referencial .....	4
2.1.1. Antecedentes históricos .....	4
2.1.2. Antecedentes de la investigación .....	6
2.2. Bases teóricas que sustentan la investigación.....	15
2.2.1. Sobre el ganado bovino criollo.....	15
2.2.2. Sobre la Urolitiasis .....	17
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS</b>	<b>28</b>
3.1. Hipótesis .....	28
3.2. Diseño metodológico.....	28
3.2.1. Método de investigación.....	28
3.2.2. Diseño de la investigación .....	28
3.2.3. Localización .....	29
3.2.4. Población, muestra, unidad de análisis y de observación .....	30
3.2.5. Descripción del diseño metodológico .....	31
3.2.5.1. Etapas de la investigación.....	31
3.2.5.2. Metodología en la investigación .....	34
3.2.5.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.2.5.4. Técnica para el procesamiento y análisis de datos.....	36

<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
4.1. Frecuencia de bovinos criollos con urolitos renales .....	37
4.1.1. Frecuencia de bovinos criollos con urolitos renales, según sexo .....	39
4.1.2. Frecuencia de bovinos criollos con urolitos renales, según edad.....	41
4.2. Naturaleza de los urolitos renales .....	42
4.2.1. Localización de los urolitos en el riñón .....	43
4.2.2. Número de urolitos .....	43
4.2.3. Forma de los urolitos .....	43
4.2.4. Tamaño de los urolitos .....	44
4.2.5. Color de los urolitos .....	44
4.2.6. Peso de los urolitos .....	44
4.2.7. Tipo de urolito .....	46
4.2.8. Composición química de los urolitos .....	48
 <b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....</b>	 <b>50</b>
 <b>LISTA DE REFERENCIAS .....</b>	 <b>51</b>
 <b>APÉNDICE 1: Ficha de filiación y resultados.....</b>	 <b>56</b>
 <b>ANEXOS</b>	
Anexo 1: Procedimientos en la determinación de la composición química de minerales .....	61
Anexo 2: Resultados de laboratorio .....	66



## LISTA DE ILUSTRACIONES

### LISTA DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Frecuencia de urolitos renales en bovinos ( <i>Bos taurus</i> ) criollos, sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca-2017.....	37
<b>Tabla 2.</b> Frecuencia de urolitos renales en bovinos ( <i>Bos taurus</i> ) criollos, sacrificados en el M.M.P.C - 2017, según sexo.....	39
<b>Tabla 3.</b> Frecuencia de urolitos renales en bovinos ( <i>Bos taurus</i> ) criollos, sacrificados en el M.M.P.C - 2017, según la edad.....	41
<b>Tabla 4.</b> Naturaleza de los urolitos renales, colectados de bovinos ( <i>Bos taurus</i> ) criollos sacrificados en el M.M.P.C.- 2017.....	43
<b>Tabla 5.</b> Composición química de los urolitos renales, colectados de bovinos ( <i>Bos taurus</i> ) criollos sacrificados en el M.M.P.C. – 2017, según grupo.....	48

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Número y porcentaje de bovinos criollos con y sin urolitos renales.....	37
<b>Figura 2.</b> Frecuencia de urolitos renales en bovinos ( <i>Bos taurus</i> ) criollos; sacrificados en el M.M.P.C - 2017, según sexo.....	40
<b>Figura 3.</b> Frecuencia de urolitos renales, en bovinos ( <i>Bos taurus</i> ) criollos; según la edad de los animales.....	42

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

		Página
<b>Fotografía 1.</b>	Múltiples urolitos renales, de diversas formas y tamaños, colectados de bovinos criollos, sacrificados en el M.M.P.C...	44
<b>Fotografía 2.</b>	Múltiples urolitos de color gris, localizados en cáliz renal (a). Urolito de color marrón oscuro en cáliz renal (b); en riñones de bovinos criollos sacrificados en el M.M.P.C. – 2017.....	45
<b>Fotografía 3.</b>	Vista estereoscópica de los urolitos renales del grupo uno (G1), colectados de bovinos criollos, sacrificados en el M.M.P.C.....	45
<b>Fotografía 4.</b>	Vista estereoscópica de los urolitos renales del grupo tres (G3), colectados de bovinos criollos, sacrificados en el M.M.P.C.....	46
<b>Fotografía 5.</b>	Vista estereoscópica de los urolitos renales del grupo dos (G2), colectados de bovinos criollos, sacrificados en el M.M.P.C.....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS

a. de C.:	Antes de Cristo
AEU:	Asociación Española de Urología
BUN:	Blood Urine Nitrogen
EF:	Excreción fraccionada
FCV:	Facultad de Ciencias Veterinarias
HAP:	Hidroxiapatita
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e informática
INIEA:	Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria
MMPC:	Matadero Municipal Provincial de Cajamarca
NaCl:	Cloruro de Sodio
NRC:	National Research Council
OCD:	Oxalato Cálcico Dihidratado
OCM:	Oxalato Cálcico Monohidratado
ppm:	Partes por millón
SE:	Standard Error
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
UIB:	Universitat de les Illes Balears
UNC:	Universidad Nacional de Cajamarca

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en Cajamarca, Perú, entre los meses de Octubre del 2016 y Marzo del 2017, con el objetivo de determinar la frecuencia y naturaleza de los urolitos renales en bovinos (*Bos taurus*) criollos. Se inspeccionó 140 bovinos sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca, revisándose macroscópicamente ambos riñones, a través de diferentes cortes, para determinar la presencia de urolitos. Se realizó análisis físico-químico de los urolitos, mediante química analítica, en laboratorio, para determinar su composición. Se presentaron 68 animales positivos a urolitos renales (48,57%  $\pm$ 8,3%), de los cuales 25 fueron machos (56,82%; n=44) y 43 fueron hembras (44,79%; n=96), siendo los más afectados los bovinos adultos del grupo etario de 6 y 8 dientes (51,61%; n=31 y 49,41%; n=85 respectivamente) y sin diferencias estadísticamente significativas para sexo y edad, a la prueba de Chi cuadrado. Los urolitos se localizaron en el fondo del saco ciego inicial de los cálices renales, en todos los casos, colectándose un total de 531 urolitos, los mismos que se encontraron de 3 a 15 urolitos por foco de presentación. Tienen diferentes formas y colores, con tamaños que varían entre 0,5 mm hasta 10 mm de longitud, con un peso por urolito, que va desde 1mg hasta los 170 mg. Los urolitos se clasificaron como cavitarios (Cáliz renal) y del tipo I (<2 cm), con una composición química de Calcio (9,2% - 46,1%), Fosfato (4,5% - 8,0%), Magnesio (3,3% - 23,2%), Ácido úrico (0,0% - 1,5%) y Urea (25,1% - 79,5%). Morfológicamente los urolitos son del tipo: Oxalato Cálcico Monohidratado (OCM), Oxalato Cálcico Dihidratado (OCD), Fosfato Cálcico o Hidroxiapatita (HAP) y Mixtos (OCM+HAP).

**Palabras clave:** Urolitos, Urolitiasis, bovinos criollos

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in Cajamarca, Peru, between the months of October 2016 and March 2017, with the objective of determining the frequency and nature of renal uroliths in bovine (*Bos taurus*) criollos. We inspected 140 cattle slaughtered in the Provincial Municipal Slaughterhouse of Cajamarca, reviewing both kidneys macroscopically, through different cuts, to determine the presence of uroliths. Physico-chemical analysis of the uroliths was carried out by analytical chemistry in the laboratory to determine their composition. There were 68 animals positive to renal uroliths ( $48.57\% \pm 8.3\%$ ), of which 25 were males ( $56.82\%$ ,  $n = 44$ ) and 43 were females ( $44.79\%$ ,  $n = 96$ ) being the most affected the adult bovines of the 6 and 8 teeth age group ( $51.61\%$ ,  $n = 31$  and  $49.41\%$ ,  $n = 85$  respectively) and without statistically significant differences for sex and age, to the test of Chi square. The uroliths were located in the bottom of the initial blind sac of the renal calyces, in all cases, collecting a total of 531 uroliths, which were found from 3 to 15 uroliths per presentation site. They have different shapes and colors, with sizes ranging from 0.5 mm to 10 mm in length, with a weight per urolith, ranging from 1 mg to 170 mg. The uroliths were classified as cavitory (Kidney chalice) and type one (<2 cm), with a chemical composition of Calcium (9.2% - 46.1%), Phosphate (4.5% - 8, 0%), Magnesium (3.3% - 23.2%), Uric Acid (0.0% - 1.5%) and Urea (25.1% - 79.5%) Morphologically the uroliths are of the type: Calcium Oxalate Monohydrate (OCM), Calcium Oxalate Dihydrate (OCD), Calcium Phosphate or Hydroxyapatite (HAP) and Mixed (OCM + HAP).

**Key words:** Uroliths, urolithiasis, bovine creoles.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Los urolitos se conocen desde hace unos 7000 años, cuando Smith, en 1901 descubrió uno de ellos, en una tumba de *El Amrah, Egipto*. Desde entonces, el interés por el tratamiento de este padecimiento ha ido aumentando hasta el presente, donde se cuenta con tecnología muy avanzada como la litotricia extracorpórea, para pulverizar los urolitos, o cálculos renales, y eliminarlos con la orina; durante la micción (Ruíz e Ibarz, 2007).

En animales, los urolitos suelen presentarse esporádicamente, y los reportes se dan como casos de obstrucción urinaria y ruptura vesical, especialmente en machos castrados (debido a la deficiencia en la producción de la hormona testosterona) y relacionados a dietas ricas en minerales, especialmente en animales sometidos a engorde. Su presentación varía con la especie animal, anatomía del sistema reproductor, edad, sexo, raza, alimentación y ambiente; siendo en todos los casos el factor desencadenante de su presentación, la falta de ingestión suficiente de agua, dieta altamente concentrada u otras condiciones climáticas, como las altas concentraciones de fosfatos en el agua y el suelo (Amarpal *et al.*, 2013).

La presencia de urolitos en bovinos (*Bos taurus*) fue reportada al realizar varias cirugías en el Instituto de Investigaciones Veterinarias de Izatnagar, India, con una frecuencia del 10% (Amarpal *et al.*, 2013). Asimismo, en el Matadero Municipal del Cantón Guayaquil, Ecuador, se llegó a decomisar el 13,7% de riñones, por litiasis renal (Paredes, 2015).

En Cajamarca – Perú, no se conoce la frecuencia con la que los bovinos presentan urolitos a nivel renal, y mucho más tratándose de los bovinos criollos, los mismos que no están sometidos a ningún tipo de tratamiento nutricional, adicional a la alimentación en condiciones naturales; llegando así al matadero para su beneficio.

Con la finalidad de conocer cuál es la frecuencia de presentación de urolitos renales en bovinos criollos, y cuál es la naturaleza de estos urolitos, se planteó esta investigación para responder, objetiva y documentadamente estas preguntas.

Por otro lado, se pretende alertar a los profesionales Médicos Veterinarios y afines, que no esperen la manifestación de signos de obstrucción urinaria, intoxicación u otros; sino que antes de ello, ya podrían prevenirlos.

En este trabajo de investigación se reporta los resultados obtenidos en la inspección, por disección renal, de 140 bovinos criollos, beneficiados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca; para determinar la frecuencia de presentación de urolitos renales; en función a las variables: edad y sexo. Asimismo, se alcanza, cuál es la naturaleza de estos urolitos, a la evaluación macroscópica y microscópica estereoscópica de los mismos y su composición química; en comparación con la bibliografía especializada.

## **1.1. Objetivos de la investigación**

### **1.1. Objetivo general**

Determinar la frecuencia y naturaleza de los urolitos renales en bovinos (*Bos taurus*) criollos, sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca, entre Octubre 2016 y Marzo 2017.



## **1.2. Objetivos específicos**

- 1.2.1. Determinar la frecuencia presentación de urolitos renales en bovinos (*Bos taurus*) criollos, según sexo y edad; mediante inspección macroscópica.
- 1.2.2. Determinar la naturaleza de los urolitos renales, colectados de bovinos (*Bos taurus*) criollos; mediante análisis físico químico, para la identificación de su localización, forma, tamaño, color, peso, tipo y composición química.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **FRECUENCIA Y NATURALEZA DE LOS UROLITOS RENALES**

##### **2.1. MARCO REFERENCIAL**

###### **2.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

La historia de la Urolitiasis es aparentemente tan vieja como la humanidad. En la tríada de operaciones electivas inicialmente practicadas por el hombre (circuncisión, trepanación y talla vesical), sólo la última no iba unida a un ritual religioso, lo que la convierte en la cirugía más antigua dirigida a la curación de un mal específico. El objeto de interés urológico más antiguo que se recuerda es un cálculo vesical de aproximadamente 7000 años (4800 años a. de C.), descubierto por E. Smith en 1901 en una tumba prehistórica de El Amrah, cerca de Abydos. Hipócrates hizo una precisa descripción de la litiasis con la semiología del cólico nefrítico y sus teorías sobre la litogénesis. Celso, que vivió en el primer siglo de nuestra era, describió exhaustivamente la técnica de la litotomía perineal. Incidía la vejiga sin referencias anatómicas, atravesando todo el espesor del periné hasta la piedra. En 1520, una nueva técnica de litotomía fue introducida por Marianus Sanctus. Primero pasaba por la uretra una herramienta o itinerarium para contactar con la piedra, incidía la uretra membranosa e introducía dentro de la vejiga el exploratorium, el cual guiaba un fórceps que atraía la piedra hacia el exterior. A finales del siglo XVIII la talla

lateralizada era el único método de litotomía en Francia e Inglaterra. Jean Civiale comienza sus experimentos en 1817 cuando era estudiante en la Universidad de París, para obtener la destrucción de los cálculos en la vejiga sin dañar sus paredes, que luego eliminaría el paciente con la micción. Sobre él recae el honor de haber llevado a cabo la primera litotricia transuretral el 13 de enero de 1824 en el Hospital Necker de París. Los resultados del método francés fueron excelentes, siendo aprobados por Bigelow en la Universidad de Harvard que abogó por la fragmentación y extracción completa de los restos calculosos introduciendo el término de litolapaxia. En el siglo XX con el desarrollo de la anestesia, la antisepsia, la endoscopia y los grandes avances en el conocimiento aplicado al estudio y tratamiento de la litiasis, se consolida el desarrollo médico, tecnológico y quirúrgico del modo de tratar la enfermedad litiásica. Henri Morris, en 1880, realizó la primera nefrectomía por litiasis y definió con precisión los términos de nefrolitiasis, nefrolitotomía, nefrectomía y nefrotomía. Fundamental fue la aportación de José M<sup>a</sup> Gil Vernet en 1960, que desarrolló la vía intrasinusal de acceso a la pelvis renal y cálices, evitando lesionar el parénquima renal y su vascularización. Significativas son también las aportaciones de Smith y Boyce en la cirugía conservadora de la litiasis coraliforme. Paralelamente a los avances quirúrgicos toman especial atención en este siglo los estudios de la fisiopatología de la litiasis urinaria. El papel relevante de los factores locales renales en la nucleación de los cálculos fue extensamente estudiado por Randal, que descubrió en 1937 las placas que llevan su nombre. La hipercalciuria como factor contribuyente a la formación de los cálculos fue definida por Flocks en 1939. La hipercalciuria del hiperparatiroidismo fue

identificada por Flocks en 1940 y Albright en 1948. Cifuentes y De Vries, de forma separada, sistematizaron el tratamiento alcalinizante de los cálculos de ácido úrico. El creciente interés por el estudio de los factores médicos y la prevención de la litiasis propició la creación de unidades y laboratorios especializados, siendo el pionero en nuestro país el de los doctores Cifuentes y Rapado, en la Fundación Jiménez Díaz de Madrid, España (Ruíz e Ibarz, 2007).

### **2.1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Un toro Jersey de siete años de edad, destinado a la inseminación artificial, mostro signos clínicos de Urolitiasis obstructiva, la misma que fue confirmada cuando se cateterizó y se procedió a la uretrotomía sobre el sitio de la obstrucción. Corregida la obstrucción, distal a la flexura sigmoidea, se obtuvo flujo de orina, más el animal fue eliminado 24 horas más tarde. A la necropsia se encontró unos 2 kg de cálculos redondos y suaves, como perlas. La vejiga urinaria y la uretra estaban llenas de cálculos similares (Ogaa *et al.*, 1985).

En un estudio para determinar el efecto de los niveles altos de magnesio en la dieta (1,4%), solo o en combinación con calcio elevado (1,8%) o fósforo (1,6%) en el crecimiento y la salud de terneros machos, se alimentó nueve semanas después del destete, a veinte terneros, divididos aleatoriamente en 4 grupos de alimentación consistentes en controles, magnesio alto, magnesio alto y calcio o alto magnesio y fósforo. Los minerales dietéticos elevados causaron una disminución de la ingesta de alimento y la tasa de crecimiento. Los niveles de nitrógeno ureico y de

creatinina sérica fueron muy elevados en terneros alimentados con alto contenido de magnesio o magnesio y fósforo, y el nitrógeno ureico sérico fue moderadamente elevado en terneros con alto contenido de magnesio y calcio. Estas elevaciones sugirieron la aparición de daño renal como resultado de la obstrucción micro cristalina de los túbulos renales. Los niveles séricos de magnesio fueron tres veces los valores normales en terneros con alto contenido de magnesio o magnesio y fósforo, pero sólo dos veces en los terneros con alto contenido de magnesio y calcio. Alto magnesio en la dieta dio lugar a una depresión significativa en el nivel de calcio en la sangre. Este efecto fue superado por el calcio adicional de la dieta, Tres terneros alimentados con la dieta de magnesio alto y dos becerros alimentados con la dieta de magnesio y fósforo alta, desarrollaron obstrucción del tracto urinario. La composición química de los urolitos recuperados de estos terneros fue apatita de calcio. Se ha demostrado que el magnesio elevado en la dieta es una causa de la Urolitiasis en terneros machos en crecimiento. El calcio dietético adicional, pero no el fósforo, parece proteger a los terneros contra la Urolitiasis inducida por el magnesio dietético elevado (Kallfelz *et al.*, 1987).

En una investigación llevada a cabo en la Universidad de Cornell, Ithaca, EE.UU. para determinar el efecto de la inclusión de Mg en la dieta, y su repercusión en la presentación de Urolitiasis, cuarenta terneros fueron alimentados durante 16 semanas, con sustitutos de leche que contenían diferentes concentraciones de magnesio. Dentro de los grupos experimentales nos interesan aquellos que tienen relación con la formación de urolitos (T3 = 6% Mg y T4 = 6% Mg + 2% NaCl). El 70% de los terneros

que recibieron 6% de Mg y el 30% de los terneros que recibieron 6% de Mg más 2% de NaCl, tienen piedras en los riñones, que consisten principalmente de apatita de calcio y en segundo lugar de estruvita. Se cree que el NaCl añadido al T4 redujo la formación de cálculos en riñón y vejiga. Por otro lado, cuando fueron añadidas grandes cantidades de agua de bebida, la adición de NaCl impidió completamente la formación de cálculos. Los investigadores concluyen también, que todos los terneros alimentados con el nivel de 1% de Mg (T1) adicionados a la dieta, y que está recomendado por el National Research Council (NRC) se comportaron con normalidad (Petersson *et. al.*, 1988).

Litiasis ureteral intermitente se diagnosticó en una vaca Holstein de siete años, en la Universidad de Pennsylvania, departamento de estudios clínicos del New Bolton Center, Estados Unidos. Dicho hallazgo tenía carácter bilateral, y resultó en azotemia severa, por obstrucción. Un año después del episodio inicial, se produjo la ruptura de un riñón, y el animal fue eutanasiado. Con el estudio histopatológico del riñón, se llegó al diagnóstico de pielonefritis crónica, producida por *Corynebacterium sp.* cultivado a partir de un nefrolito. Se concluye que, en este caso, la pielonefritis crónica, predispuso al animal para la formación de cálculos (Divers *et. al.*, 1989).

En la Facultad de Medicina Veterinaria de Ghent, Bélgica, se sometieron a cirugía 85 bovinos machos, con diferentes patologías, como: obstrucción uretral, ruptura uretral y ruptura de vejiga urinaria; debido a Urolitiasis. Sólo el 35% de casos se recuperaron satisfactoriamente (Gasthuys *et al.*, 1993).

En la Universidad de Akdeniz, Burdur, Turquía, se revisaron durante un año, 102 riñones de ganado bovino con Urolitiasis no obstructiva, provenientes del matadero Burdur; para investigar los hallazgos macroscópicos e histopatológicos. Lesiones como: formación de quistes en los lóbulos del riñón, hiperemia y hemorragia, fueron las más comunes. Los cálculos oscilaban entre 20 mg y 237,44 g, con colores entre marrón, blanco y amarillo; de consistencia suave o dura, con superficies lisas o rugosas; solos o múltiples, grandes o pequeños como arenilla. De diferentes formas. Localizados en los cálices y la pelvis renal. Histopatológicamente, los riñones presentaban, de leve a severa infiltración de células mononucleares. También se observó: hemorragia, proliferaciones de tejido conectivo e infiltración de leucocitos neutrófilos; causadas por pielonefritis. La ampliación del espacio de Bowman fue un hallazgo común, especialmente cuando las piedras eran grandes o la reacción inflamatoria severa. Depósitos de calcio y material eosinófilo, se encontró en los túbulos medulares y en la luz de la pelvis renal de algunos riñones. Solamente en unos pocos casos, se encontró hiperplasia epitelial, a nivel de pelvis y túbulo renal. Asimismo, se observó algunos casos de acumulación de material arenoso en la vejiga urinaria (Ozmen, 2004).

En un estudio para determinar la prevalencia de Urolitiasis en el ganado bovino de la Región Burdur, Turquía; y evaluar la dureza del agua como posible factor de riesgo en el desarrollo de la enfermedad; se examinaron 500 riñones (362 machos y 138 hembras), detectándose Urolitiasis en 102 bovinos Holstein (73 machos y 29 hembras) (20,4%), de uno a ocho años de edad, sacrificados en mataderos. Todos los animales fueron sacrificados

como animales normales, sin signos clínicos de problemas renales, y la Urolitiasis fue incidental. El peso de los urolitos fue entre 0,02 g y 237,44 g; variando su color desde el blanco hasta el marrón, con diversas formas y compuestos de Apatita de Calcio (42,45%), Estruvita (20,15%), Carbonato de Magnesio (15,15%), Carbonato de Calcio (12,12%) y Fosfato de Calcio y Cistina (10,13%). Se concluyó que la alta dureza del agua (285 ppm) se debe al elevado contenido de Magnesio, y éste podría contribuir a la presentación de Urolitiasis (Sahinduran *et al.*, 2007).

En un estudio llevado a cabo en el valle del Estado de Jammu y Cachemira - India, para conocer la composición cualitativa de los cálculos urinarios recuperados por cirugía, en 30 terneros machos con retención urinaria completa; se llegó a determinar que los cálculos estaban compuestos de magnesio amonio fosfato, fosfato cálcico, carbonato cálcico, oxalato de calcio, ácido hipúrico, tirosina y ácido úrico. En 23 casos (77%) la composición solamente era de magnesio amonio fosfato; mientras que en las otras siete (23%) se halló fosfato de magnesio y amonio (componente principal) acompañado de cualquiera de los otros componentes químicos mencionados líneas arriba (Parrah *et al.*, 2010).

En la Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, España, se estudió el caso de una ternera de la raza Rubia Gallega, de seis meses de edad, la cual llegó con signos de apatía, anorexia y pérdida de peso. El análisis de una muestra de sangre confirmó el diagnóstico de insuficiencia renal. A la necropsia se encontró nefrolitiasis bilateral. El análisis cuantitativo estuvo compuesto del 100% de xantina. En el ganado bovino, la xantineria sólo se



ha descrito en la raza Japonesa Negra, pero nunca antes en otras razas. La historia clínica sugiere una xantínuria natural (Miranda *et al.*, 2010).

En la India, en la Sher-E-Kashmir University of Agricultural Sciences And Technology, se llevó a cabo investigaciones sobre estudios clínicos de Urolitiasis obstructiva en terneros, desde octubre del 2006 hasta abril del 2008, para determinar la patogénesis de la enfermedad. Se estudiaron 30 casos clínicos, de los cuales el 50% cursaron con ruptura de vejiga urinaria. El diagnóstico de la enfermedad se hizo sobre la base de la historia de anuria, signos clínicos, radiográficos, ecográficos, bioquímica hemática, y exámenes de líquido peritoneal. La mayoría de los terneros que padecieron Urolitiasis obstructiva tuvieron un historial de alimentación con dietas conteniendo salvado de trigo, salvado de arroz, paja de arroz y alimento comercial para el ganado. En el 90% de los casos, la estruvita fue el único componente de los cálculos, mientras que en el resto de los casos, fueron otros componentes menores como fosfato de calcio, carbonato de calcio, oxalato, etc., también se encontró que, alimentar con alto contenido de concentrado y pequeña provisión de agua, durante el invierno; parecerían ser los factores predisponentes más importantes al desarrollo de la enfermedad (Parrah *et al.*, 2011).

En un estudio para identificar las causas que predisponen a la presentación de Urolitiasis en bovinos, evaluando el agua, la dieta y determinaciones séricas y urinarias de Ca, P, Mg, Cl, Na, K, cálculo de excreción fraccionada (EF) de electrolitos, creatinina, proteína total, albumina y globulinas séricas. Se trabajó con bovinos Guzerá, provenientes de una crianza semi-intensiva,

distribuidos en dos grupos. El primero denominado grupo urolitiásico (Gu), compuesto de animales con historial, signos clínicos y confirmación ultrasonográfica que presentaban Urolitiasis. El segundo: grupo control (Gc), sin historial y ningún signo clínico de enfermedad. Los bovinos del grupo urolitiásico consumían agua con dureza total de una concentración de 166,0 mg CaCO<sub>3</sub>/L. La dieta tenía mayor concentración de fósforo con una relación Ca:P inadecuada. Los valores de fósforo sérico y urinario de los animales del grupo Gu fueron mayores que los del grupo Gc; así como la concentración sérica de magnesio ( $p < 0,05$ ). No hubo aumento de las concentraciones de creatinina en el grupo urolitiásico, pero sí ocurrió hipoproteinemia por hipoglobulinemia ( $p < 0,05$ ). Las concentraciones de calcio, fósforo y sodio no difieren entre ambos grupos ( $p > 0,05$ ), mas hubo una disminución significativa en las concentraciones de magnesio, cloratos y potasio en el grupo urolitiásico ( $p < 0,05$ ). La unión de estos factores contribuye para la ocurrencia de la Urolitiasis, siendo la dureza total del agua y la alta concentración del fósforo en la dieta; los principales factores en la génesis de los cálculos en bovinos (Sacco y Lopes, 2011).

En el Departamento de Cirugía, del Instituto de Investigaciones Veterinarias de Izatnagar, India, durante un período de 10 años (abril 1997 a marzo 2007) se observó 905 casos de Urolitiasis obstructiva, lo cual constituyó una incidencia hospitalaria del 6,05%. Del total de casos, el 10% fueron bovinos. Los animales entre cero y seis meses de edad y los toros castrados alrededor de los tres años de edad, fueron los más afectados. La obstrucción parcial de la uretra se observó en forma natural con un 56,67%, mientras que para la obstrucción total arrojó un 43,33%. La obstrucción total

representa un serio problema en animales sometidos a la administración de diuréticos, lo cual incrementa la producción de orina, incrementado asimismo la posibilidad de ruptura de la vejiga urinaria. La alta incidencia en toros castrados a temprana edad, sería debido al pobre desarrollo y estrechamiento de la uretra peniana, debido a la deficiencia en la producción de la hormona testosterona. Mientras que en los animales no castrados y terneros jóvenes, sería atribuido a las prácticas de manejo en la alimentación, tales como: dieta altamente concentrada; u otras condiciones climáticas, como: altas concentraciones de fosfatos en el agua y el suelo (Amarpal *et al.*, 2013).

En el departamento de Paysandú - Uruguay, se describe un foco de Urolitiasis obstructiva; ocurrida en un corral de engorde con 1000 novillos, donde se afectaron 132 novillos (13,2%), de 2 a 3 años de edad, de la raza Hereford y Cruza, que recibían una dieta con concentrados en base a cereales y premezcla de minerales. Se faenaron dos lotes de novillos, en el primero se presentó el 50,62% de Urolitiasis (41/81) y en el segundo, el 100% de los novillos (85/85) tuvieron urolitos. Los urolitos se presentaron a nivel de pelvis renal, medían de 0,5 a 2 cm de diámetro, eran de color cremoso, de forma redondeada, superficie irregular y consistencia dura. El análisis de los mismos, determinó que estaban compuestos por cristales de fosfato triple o fosfato amónico magnésico (estruvita) debido a su forma rectangular tipo ataúd. Para el efecto, los urolitos se maceraron, se realizó un extendido en láminas portaobjetos y se visualizó en microscopio óptico. El factor predisponente para la presentación de Urolitiasis obstructiva en

este foco, fue el desbalance mineral de la dieta, debido al consumo alto de concentrado (Matto *et al.*, 2015).

A nivel mundial, en la literatura veterinaria, existen muy pocos reportes de la composición y el análisis cuantitativo de los urolitos en bovinos, por lo que se realizó este trabajo en Irán, orientado a reportar la composición de los nefrolitos encontrados en los riñones del ganado. Se examinaron 180 bovinos (82 machos y 98 hembras), sacrificados en el matadero, encontrándose nefrolitos en 16 (8,88%) de ellos. El análisis de los cálculos con microscopía de luz polarizada y espectroscopia infrarroja, reveló que su composición incluía oxalato de calcio (51 - 80%), magnesio amonio fosfato (5 - 25%), fosfato hidrogenado de calcio (8 - 15%) y urato de amonio (0 - 5%). Los nefrolitos fueron localizados en los cálices y la pelvis renal de los riñones afectados. Tienen superficie lisa o rugosa, y son tan grandes (7x3x1 mm) o tan pequeños como arenilla (1 mm<sup>3</sup>), con un tamaño promedio de 4x2x1 mm. Son de color blanco, amarillo, marrón y gris; su consistencia varía de suave a dura. Existen una variedad de factores de riesgo en la formación de los urolitos en bovinos (Oryan *et al.*, 2015).

En un estudio clínico sobre Urolitiasis obstructiva, llevado a cabo en el Hospital Veterinario de Referencia de la Universidad de Kashmir, India; se correlacionó los niveles de Calcio, Fosforo y Magnesio, en sangre, orina y cálculos urinarios, en terneros machos; determinándose que las alteraciones hematobioquímicas no son significativas. Sin embargo, el incremento en sangre, de los niveles de nitrógeno ureico (BUN), creatinina, calcio y fósforo inorgánico; serían indicadores válidos para determinar la severidad

de la enfermedad. De otro lado, una alta ingestión de fosfatos, con un rumen no funcional, resulta en una alta absorción de los mismos, con una mala absorción del Calcio y una alta excreción de éste por la orina. Los cálculos urinarios, obtenidos quirúrgicamente de estos terneros, clínicamente afectados con Urolitiasis; contenían 70% de fósforo, 20% de calcio y 10% de oxalato. Siendo el cálculo de estruvita, el más comunmente encontrado; especialmente en terneros alimentados con una alta carga de concentrado a base de salvado de trigo (Mohsin, 2015).

En una investigación, llevada a cabo para determinar las causas de decomiso en bovinos beneficiados en el Matadero Municipal del Cantón Guayaquil, Ecuador, se inspeccionó tanto la carcasa como las vísceras durante un año, llegándose a decomisar 879 riñones, de los cuales se reporta que por Litiasis renal se decomisó el 13,7% (Paredes, 2015).

## **2.2. BASES TEÓRICAS QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN**

### **2.2.1. SOBRE EL GANADO BOVINO CRIOLLO**

El ganado bovino (*Bos Taurus*) en América, deriva de las razas bovinas introducidas por Cristóbal Colón, en su segundo viaje, en 1493. Los bovinos criollos, en el Perú, son un conjunto de poblaciones muy heterogéneas, con numerosos morfotipos y adaptaciones locales, escasamente estudiadas, que habitan en zonas donde el medio ambiente presenta características difíciles, como el Altiplano, o en regiones aisladas geográficamente en los valles interandinos, no contando con razas caracterizadas de estos animales, a

diferencia de Colombia, Bolivia y Brasil, entre otros. El ganado bovino criollo se reconoce, comúnmente teniendo en cuenta las características de las razas bovinas criollas de América Latina; como ser:

- Mansedumbre natural, excepto la raza Casanare de Colombia.
- Predominio de una sola capa de pelo de color entre amarillo claro y rojo cereza, excepto la raza BON en Colombia, las criollas de Argentina, Uruguay y la Crioula Lageana en Brasil.
- Cabeza con cuernos, excepto la raza Romosinuano en Colombia, el Mocho Nacional y el Caracú, variedad mocha en Brasil.
- Sobresalientes en fertilidad, habilidad materna y longevidad.
- Piel bien pigmentada y ombligo corto.
- Desprendimiento alto de la cola.
- Dorso de apariencia ensillada, excepto la raza Casanare de Colombia.
- Partos normales y terneros fuertes al nacimiento.
- Toros sexualmente activos.
- Alto vigor híbrido en cruces con Cebú (Primo, 1992).

Las actividades de caracterización del bovino criollo en el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA) se iniciaron en el año 2003, en las regiones de Junín, Ancash, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Puno. Estos trabajos fueron realizados por el área de recursos genéticos de la institución. Se espera conseguir al menos tres poblaciones de bovinos criollos con variabilidad conocida para los genes de kappa-caseínas y beta lactoglobulinas, y al menos dos ecotipos de bovinos criollos candidatos a razas. La caracterización deberá incluir el fenotipo (marcadores

morfológicos, bioquímicos y registros de producción) y genotipo - marcadores moleculares- (Rivas *et al.*, 2007).

En el Perú, la población de ganado bovino es 5'156,000 de los cuales el 63,9% son bovinos criollos, seguido por la raza Brown Swiss con 17,6%; la Holstein con 10,3%; Gyr/Cebú con 3,4% y otras razas con 4,8%. De este total (3'774,300) el 73,2% se concentran en la Sierra. La región Cajamarca cuenta con una población de 497,119 bovinos criollos. A nivel provincial 69,133 y a nivel distrital 7,351 (INEI, 2012).

### **2.2.2. SOBRE LA UROLITIASIS**

Los cálculos renales son concreciones sólidas que se forman en el tracto urinario superior y generalmente están compuestas por oxalato cálcico monohidratado, oxalato cálcico dihidratado, fosfatos cálcicos, ácido úrico, otras sustancias orgánicas tales como uratos, cistina, restos orgánicos, o por una mezcla de dos o varios de esos componentes. Todos ellos, excepto los restos orgánicos, son compuestos que deben pasar al estado sólido desde una disolución (orina) en el tracto urinario superior. Por tanto, el requisito imprescindible para la formación de cálculos es la llamada sobresaturación de la orina con respecto al componente en cuestión, es decir, en la orina hay una concentración de compuesto disuelto mayor que la que puede contener y ese exceso se elimina o bien por la formación de partículas sólidas o va disminuyendo lentamente debido al crecimiento cristalino de los cristales ya presentes. Prácticamente cualquier orina está sobresaturada respecto al oxalato cálcico, menos frecuentemente también respecto a los distintos tipos de fosfatos cálcicos o ácido úrico (en ambos casos dependiendo del pH

urinario: los fosfatos cálcicos son insolubles para valores de  $\text{pH} > 6$  y el ácido úrico es insoluble para valores de  $\text{pH} < 5,5$ ) u otros compuestos. Consecuentemente, los cálculos oxalocálcicos son el tipo más frecuente de cálculos. De hecho, aproximadamente el 70-80% de todos los cálculos contienen oxalato cálcico como componente mayoritario. Las otras sustancias que acompañan al componente mayoritario se forman cuando se produce alguna variación en la composición de la orina o en su acidez ( $\text{pH}$ ) debido a cambios en la dieta, diuresis, etc. Por otra parte, el hecho de que la orina esté sobresaturada implica una tendencia natural a la formación de partículas sólidas y, al ser los cálculos, concreciones de partículas sólidas unidas por distintos medios, la incidencia de la litiasis renal debería ser superior a la que existe. Los cálculos renales, independientemente de su composición química, se pueden clasificar en dos grandes grupos: **1.** Cálculos papilares: los formados sobre la pared renal (especialmente la papila), y **2.** Cálculos de cavidad: aquellos desarrollados en una cavidad renal con baja eficacia urodinámica, tal como un cáliz; que contiene constantemente orina, con un tiempo de residencia que supera el valor medio de residencia en el riñón. Por otra parte, las partículas contenidas en la orina, también se pueden acumular mediante sedimentación, y posteriormente quedar agrupadas, dando una concreción sólida. Los cálculos que se han formado exclusivamente mediante este mecanismo tienen una estructura interna con carácter sedimentario. Sin embargo, en la mayoría de casos, en el desarrollo de cálculos de cavidad participan en distinta proporción tanto el crecimiento cristalino como la sedimentación (Grases *et al.*, 2001).



La litiasis de fosfato amónico magnésico, más conocida como litiasis de estruvita, constituye el 15% de las Urolitiasis. Los cálculos de estruvita se forman cuando el tracto urinario está infectado por bacterias productoras de ureasa, que hidrolizan la urea y la transforman en amoníaco y dióxido de carbono. Este proceso produce una alta concentración de bicarbonato y alcaliniza el pH, lo que favorece la formación de cálculos. Los gérmenes implicados son cepas bacterianas pertenecientes a los géneros *Proteus*, *Pseudomonas*, *Providencia*, *Klebsiella*, *Staphylococcus* y *Micoplasma*; así pues, ante una infección producida por cualquiera de estos gérmenes es fundamental controlar el pH de la orina y descartar la presencia de un cálculo renal. Los cálculos de estruvita crecen y se ramifican rápidamente, provocando obstrucción, e incluso, insuficiencia renal; además, es característico que se alojen grandes cálculos en la pelvis renal y se formen cálculos en asta de venado (Gómez, 2008).

La formación de urolitos, en el ganado bovino, se debe, en parte, a la interacción de la proteína filtrada y la presencia del ácido silícico en la orina (Bailey *et al.*, 1982). Los cálculos urinarios son masas duras, semejantes a piedras, que se forman en cualquier parte de las vías urinarias. Pueden causar dolor, hemorragia, obstrucción del flujo de la orina o una infección. Su etiología es compleja y multifactorial (Makhdoomi y Gazi, 2013), y su presentación puede tener lugar únicamente si todas las condiciones necesarias se dan simultáneamente (Grases *et al.*, 2001); contemplando además, elementos anatómicos, infecciosos y ambientales, como la ingesta constante de aguas duras o con exceso de sales de calcio, como el Carbonato de Calcio [CaCO<sub>3</sub>] (Arrabal y Reina, 2013).

Los cálculos renales son de origen multifactorial y se asocian con anomalías genéticas e infecciones que favorecen las etapas litogénicas: nucleación, agregación, crecimiento y fijación del cálculo. Conviene recordar que los cálculos urinarios son concreciones sólidas compuestas por cristales inorgánicos y por matriz orgánica en proporción variable. Actualmente se admite que la nucleación es el proceso inicial para la formación de los cristales que luego formarán el cálculo urinario definitivo. Este proceso puede ser inducido por una variedad de sustancias o situaciones:

- Aumento de los solutos.
- Modificación del pH urinario.
- Disminución de los inhibidores de la cristalización. Una vez que se ha formado el cristal, éste queda retenido en el aparato urinario y se produce su crecimiento mediante la agregación de nuevos cristales (Gómez, 2008).

La orina es una solución sobresaturada que contiene un gran número de solutos (minerales), muchos de ellos en elevadas concentraciones que superan, en ocasiones, su solubilidad. Por otro lado, existen numerosos factores que predisponen a la precipitación de estos minerales en la orina y, por tanto, a la formación de cálculos. La formación de cálculos urinarios en los animales domésticos se produce como resultado de la interacción de numerosos factores fisiológicos, nutricionales y de manejo. Entre éstos, cabe destacar la disminución de la ingestión de agua o el incremento en las pérdidas insensibles de agua, el estasis urinario, el incremento del pH que favorece la precipitación de urolitos de fosfatos, incrementos en la excreción urinaria de cualquier mineral ingerido en exceso en la dieta, y disminución

en la concentración del coloide protector de la orina que inhibe la precipitación de los minerales al convertir la orina en un gel estable (Radostits *et al.*, 2006).

Determinados compuestos, presentes en la orina a concentraciones muy bajas, pueden modificar dramáticamente el proceso de cristalización y se cree que juegan un papel muy importante en la Urolitiasis. Así, los inhibidores de la cristalización tienen un papel determinante ya que son sustancias que pueden impedir o retrasar el desarrollo de cristales en el seno de un líquido. Por tanto, cuando están presentes por encima de unas concentraciones dadas antes de formarse el nido, nunca podrá desarrollarse un cálculo de determinados compuestos cristalinos, aun cuando todas las otras condiciones sean favorables. Sin embargo, una vez que se ha formado el nido, los inhibidores de la cristalización sólo pueden retrasar su desarrollo hasta formar un cálculo completo, pero no tienen capacidad para parar totalmente ese proceso. Parte de las investigaciones en el ámbito de la Urolitiasis están enfocadas a la identificación de los inhibidores de la formación y desarrollo de los cálculos renales. Aunque se han identificado varios inhibidores más o menos efectivos tales como el citrato, no se ha encontrado definitivamente un inhibidor específico y potente presente únicamente en la orina de los no-litiásicos y ausente de la orina de los litiásicos. Sólo recientemente se ha observado que el fitato es un inhibidor muy efectivo que está presente en la orina de los litiásicos en concentraciones considerablemente menores que las que se observan en la orina de los no-litiásicos (Grases *et al.*, 2001).

El cálculo en la pelvis del riñón puede causar pielitis por la irritación; y luego por la invasión de microorganismos pueden convertirse en supurativa. Uno de los signos más tempranamente reconocibles de irritación de la pelvis es la aparición de sangre en la orina (Hematuria). El cálculo en la pelvis del riñón puede causar síntomas no muy serios hasta que los cálculos se muevan para la uretra. La determinación de la presencia del cálculo renal es posible solamente en los animales grandes, si el cálculo puede ser palpado vía rectal, pero si está en la parte anterior de la uretra; estará fuera del alcance del clínico. Si el animal es gordo, no puede llevarse a cabo un examen radiológico con vistas a demostrar el cálculo. Asimismo, si el cálculo es relativamente pequeño esto será difícil. El cálculo vesical puede causar mayor frecuencia en el acto de orinar (polaquiuria), debido a la irritación de la pared de la vejiga y contracción del pasaje de la orina. La irritación continua de la vejiga causa Cistitis. El cálculo vesical puede ser palpado vía rectal en animales grandes y a través de la pared abdominal en los animales pequeños. Es preferible una demostración del cálculo por examen radiológico. El cálculo en la uretra causa retención de la orina por obstrucción. Los intentos frecuentes de orinar sólo resultan en pocas gotas de orina con sangre. El pasaje de una sonda en el caballo o en el perro revelará la presencia y situación de la obstrucción. En el perro macho está en la parte posterior del pene. En el ganado bovino, el ganado lanar y los cerdos, la obstrucción es hallada con frecuencia posterior a la flexión en la uretra, un punto a donde no se puede pasar la sonda. En el gato macho la vejiga distendida puede sentirse a través de la pared abdominal y el examen

del pene mostrará que la uretra está impactada con material arenoso. La obstrucción de la uretra en las hembras es muy rara (Radostits *et al.*, 2006).

El estudio en profundidad de la microestructura del cálculo y la detección e identificación de compuestos en cantidades muy minoritarias, requiere el uso de la microscopía electrónica de barrido con microanálisis por energía dispersiva de rayos X. Debe tenerse en cuenta que la presencia de sustancias en muy pequeñas cantidades, que incluso pueden ser indetectables mediante la espectroscopia infrarroja convencional, pueden ser decisivas en el momento de establecer la etiología del cálculo. Precisamente, para poder determinar la importancia de un microcomponente es imprescindible el conocimiento de la estructura cristalina íntima del cálculo, de tal manera que pueda establecerse con claridad la zona inicial de su desarrollo, ya que en esta zona están las claves de su formación (Grases *et al.*, 2001).

Existe una heterogeneidad de criterios respecto a la utilidad del análisis del cálculo urinario, así como de cuál es la metodología más adecuada, desde la técnica del estudio morfoconstitucional, basada en la combinación de la microscopía estereoscópica con el estudio de infrarrojos, análisis químico, microscopía electrónica y difracción por rayos X. El estudio morfoconstitucional es el que más información clínica de utilidad ofrece al urólogo y permite catalogar el cálculo en los distintos subgrupos de la clasificación morfoconstitucional que consta de seis categorías principales, definidas por la composición química y/o especie cristalina, y 21 subcategorías, definidas por las características morfológicas. Además, permite identificar los mecanismos etiopatogénicos de la litiasis en el 98%

de los casos. El análisis morfoconstitucional comprende dos etapas: 1. Examen morfológico mediante microscopía estereoscópica. Esta etapa se inicia con la observación del cálculo tanto de la superficie como de su estructura interna mediante un microscopio estereoscópico, y tiene como objetivos detectar las características morfológicas, identificar el núcleo y distinguir si existe, o no, una secuencia de precipitación. Durante este proceso se realiza la tipificación de la superficie, capas intermedias y núcleo en los distintos subgrupos definidos por la clasificación morfoconstitucional. 2. Identificación y cuantificación de los constituyentes por espectrometría de infrarrojo, que a la vez comprende dos fases. En la primera se procede a la identificación por infrarrojo, de los componentes de distintas áreas del cálculo (núcleo, capas intermedias, superficie) previamente seleccionadas, mediante el microscopio, por sus características diferenciales. La segunda etapa se realiza sobre una muestra representativa del conjunto del cálculo y permite la cuantificación relativa de cada uno de los componentes (Grácia *et al.*, 2011).

La Urolitiasis es una enfermedad subclínica relativamente frecuente en rumiantes bajo sistemas de producción intensivos, en los que la dieta está compuesta principalmente por grano, y en aquellos animales explotados en sistemas de producción extensivos o semi-intensivos que pastorean en ciertos tipos de pasto (Radostits *et al.*, 2006). Diversos factores pueden contribuir para la formación de cálculos urinarios, dentro de estos, el desequilibrio nutricional y la dureza del agua consumida por los rumiantes (Sacco y Lopes 2011). La formación de cálculos urinarios en los animales

domésticos se produce como resultado de la interacción de numerosos factores fisiológicos, nutricionales y de manejo (Radostits *et al.*, 2006).

La identificación exacta del tipo o tipos de minerales presentes en un urolito es fundamental para aplicar el régimen terapéutico y preventivo apropiado. Los urolitos pueden recogerse utilizando una red de acuario, tras su expulsión, su aspiración en una sonda uretral, cistoscopia o extracción quirúrgica. Todos los urolitos recuperados deben ser analizados cuantitativamente en laboratorios especializados para determinar la composición mineral de cualquiera (o de todas) de las capas que puedan estar presentes. Existen diversas técnicas disponibles para el análisis cuantitativo, entre ellas la microscopia de luz polarizada, la espectroscopia infrarroja, la microscopia electrónica de barrido con microanálisis de rayos X y difracción de rayos X. Los urolitos que contienen al menos un 70% de un solo mineral se clasifican como ese tipo de mineral. Los urolitos que tienen un nido y capas de diferentes tipos de minerales se clasifican como compuestos. Los urolitos que contienen menos del 70% de un solo componente mineral y sin un nido ni cortezas obvias se clasifican como mixtos. Históricamente la composición de los cálculos se ha determinado mediante exploración visual, por su aspecto radiológico, por deducción según la presencia de ciertos cristales en la orina y mediante el uso de kits de análisis comerciales. Si bien el aspecto físico de muchos cálculos es una buena indicación de su composición, hemos descubierto que todos los diferentes tipos de cálculos pueden formarse en una amplia variedad de formas, tamaños y colores. Incluso técnicos que han analizado miles de cálculos en nuestro centro, a veces son engañados en su evaluación visual

inicial de lo que esperaban que fuera un cálculo específico. Lo más importante es que el aspecto externo de un cálculo casi nunca proporciona una indicación de la composición de su interior, cuyo centro es la clave para el diagnóstico y el tratamiento preciso; que puede ser bastante diferente de la masa del cálculo (Moore, 2007).

En función de su composición química, los cálculos urinarios se dividen en cinco grandes grupos, aunque casi el 60% de ellos son de oxalato cálcico:

1. Cálculos, que a su vez pueden ser de oxalato cálcico monohidrato o dihidrato, fosfato cálcico y una combinación de fosfato y oxalato cálcico.
2. Fosfato amónico magnésico.
3. Ácido úrico-uratos.
4. Cistina.
5. Otros componentes. Todos los cálculos comparten muchas características patogénicas, diagnósticas y terapéuticas, aunque cada grupo tiene peculiaridades de suma importancia (Gómez, 2008).

La litiasis urinaria se clasifica en función del tamaño del urolito, su composición, consistencia, localización, morfología de la vía excretora y la función renal. La litiasis coraliforme se define como una litiasis con un cuerpo central piélico con una o más extensiones caliciales y puede incluirse en los diferentes grupos de litiasis renal. Se subclasifica en tres tipos: • Tipo I. Litiasis renal <2-3 cm, consistencia blanda o intermedia, con distribución pielocalicial homogénea, función renal conservada y morfología infundibular normal. • Tipo II. Litiasis renal de 3-4 cm (6-12 cm<sup>2</sup>) de consistencia blanda-intermedia, o menores de 3 cm y consistencia dura o



con distribución central, función renal conservada y cálices poco ramificados. • Tipo III. Litiasis renal > 4 cm (> 12 cm<sup>2</sup>), o de 3-4 cm (6-12 cm<sup>2</sup>) de consistencia dura, o litiasis de predominio periférico y/o estenosis infundibulares. En algunos casos puede existir atrofia parenquimatosa y alteración de la función renal (Arrabal y Reina, 2013).

La prevención de la Urolitiasis en rumiantes se basa en considerar la dilución de los iones calculogénicos en la orina, esto se consigue, incrementando el consumo de agua en aquellos animales en riesgo. La adición de azúcar, en el agua de bebida, puede incrementar su consumo. Por otro lado, proveer agua, rigurosamente limpia y en forma continua, incrementa la palatabilidad de la misma. El contenido de sales de la dieta puede incrementarse gradualmente para promover el consumo de agua y la formación de grandes volúmenes de orina diluida (Kalim *et al.*, 2011).

## CAPÍTULO III

### DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

#### 3.1. HIPÓTESIS

##### **Hipótesis general:**

La frecuencia de presentación de urolitos renales en bovinos (*Bos taurus*) criollos, sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca, es superior al 10%; y su naturaleza química es del tipo oxalato.

#### 3.2. DISEÑO METODOLÓGICO

##### **3.2.1. Método de investigación**

La investigación asume el método Hipotético – Deductivo, ya que partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. El cual consiste en plantear un problema científico, formular una respuesta anticipada (Hipótesis) y finalmente contrastar dicha respuesta. Si las evidencias encontradas están de acuerdo con la hipótesis planteada, entonces ésta queda corroborada; caso contrario, se refuta. Además, como complemento del método se usará un conjunto de técnicas específicas para cada etapa de la investigación.

##### **3.2.2. Diseño de la investigación**

El estudio corresponde a un Diseño No Experimental, de nivel analítico descriptivo y transversal en el tiempo; ya que no admite repetición, y las

variables no se pueden modificar. Se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente, cada uno de ellos por separado. Con un enfoque cuali-cuantitativo, ya que se trabaja, tanto con teorías, como con datos estadísticos recolectados en el campo, objeto del estudio.

### **1) Criterios de selección:**

Bovinos criollos de todas las edades, de ambos sexos, que son sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca (MMPC).

### **2) Muestreo**

En los corrales de encierro del MMPC, se elige al azar, tres bovinos, siguiendo los criterios de selección e identificándolos por sus características fenotípicas. Se filia a los animales, se espera su sacrificio y evisceración para recoger los riñones en bolsas de polietileno.

### **3.2.3. Localización**

Esta investigación se realizó en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca, en el Laboratorio de Fisiología Veterinaria de la Universidad Nacional de Cajamarca y en el Laboratorio Clínico ESCALABS de Trujillo - La Libertad. La ciudad de Cajamarca se ubica en la Sierra Norte del Perú, a una altitud de 2750 msnm, Latitud 7°9'8''S, Longitud 78°29'29''O y presión atmosférica de 745,34 hPa, con temperaturas que oscilan entre los 3°C y 14°C.

Presenta dos épocas bien marcadas, una de lluvias, comprendida entre los meses de septiembre a marzo o abril, con precipitación pluvial de hasta 750 mm; y otra de estiaje, entre los meses de mayo a agosto; con una radiación solar de 460 cal/cm/día, humedad relativa del 75% y una evaporación de 2,8 mm/día (SENAMHI, 2016). Cajamarca es accesible por vía aérea desde Lima, y vía terrestre desde cualquier lugar del territorio nacional.

#### **3.2.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.**

**Población:** Constituida por todos los bovinos criollos sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca, durante la ejecución del trabajo de investigación. Es decir una población aproximada de 7800 bovinos (50 animales diarios x 6 meses x 26 días al mes).

**Muestra:** Constituida por dos bovinos criollos, sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca, los días lunes, miércoles y viernes, de todas las semanas (24) ; durante el tiempo de ejecución del trabajo de investigación (6 meses).

##### **Tamaño de la muestra**

140 bovinos criollos sacrificados en el Matadero Municipal de Cajamarca. En este caso, aproximadamente conocemos el tamaño de la población (7800) y utilizamos la fórmula para calcular el número de participantes; con los siguientes datos: nivel de confianza = 95%, variabilidad positiva = 10%, variabilidad negativa = 90%, precisión o error = 0,05.

$$n = \frac{Z^2 p q N}{NE^2 + Z^2 p q}$$

Donde:

$n$  es el tamaño de la muestra

$Z$  es el nivel de confianza

$p$  es la variabilidad positiva

$q$  es la variabilidad negativa

$N$  es el tamaño de la población

$E$  es la precisión o el error.

(Thrusfield, 2005)

### **Unidades de análisis:**

- 1) Bovinos criollos, sacrificados en el Matadero Municipal de Cajamarca; que constituyen la muestra.

### **Unidades de Observación:**

- 1) Riñones, de los bovinos criollos sacrificados en el Matadero Municipal provincial de Cajamarca; que constituyen la muestra.
- 2) Urolitos renales, encontrados en los riñones de los bovinos criollos sacrificados en el Matadero Municipal provincial de Cajamarca; que constituyen la muestra.

## **3.2.5. Descripción del diseño metodológico**

### **3.2.5.1. Etapas de la investigación**

- a) Identificación de los animales a través del llenado de fichas de filiación. Con la finalidad de separar los riñones correspondientes a dicho animal y considerar todas las variables de los criterios de selección, para elaborar el informe de resultados y su tratamiento estadístico.

- b) Sacrificio de los animales. Se lleva a cabo en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca, por personal especializado en el faenamiento de bovinos.
- c) Evisceración de los animales. Con la finalidad de descubrir la localización de los órganos del Sistema Excretor y dejar libre acceso a los riñones.
- d) Extracción de las unidades de observación (riñones). Con mucho cuidado se retira los dos riñones del bovino identificado inicialmente, se recoge en una bolsa de polietileno y se numera, asignándole el mismo número de la ficha de filiación del bovino sujeto de estudio.
- e) Traslado al Laboratorio de Fisiología Veterinaria de la UNC. En una caja de teknoport se colocan las bolsas de polietileno conteniendo los riñones, y se traslada al laboratorio, el mismo día del sacrificio de los bovinos; para su disección.
- f) Disección de órganos. Se lleva a cabo mediante diferentes cortes, tanto longitudinales como transversales, siguiendo las lobulaciones del riñón. En cada lóbulo se realizan cortes, a fin de exponer la papila renal y el fondo de saco ciego que da origen a los cálices renales menores.
- g) Observación macroscópica directa del riñón. Para visualizar la presencia, o ausencia, de urolitos que hubiesen en Corteza, Médula y fondo de los Cálices renales menores.

- h) Identificación, recojo, conteo y caracterización de los urolitos.  
Con la finalidad de pesarlos (mg), medirlos (mm), ver su coloración y analizar su composición química.
- i) Conservación de urolitos al medio ambiente. Se realizará en frascos de vidrio con tapa, sin ningún aditamento para su conservación y a una temperatura ambiente, aproximada de 10°C.
- j) Observación estereoscópica de los urolitos. Para determinar la forma, color, superficie, y algunas características de cada uno de los urolitos.
- k) Identificación de la naturaleza química de los urolitos renales (Química analítica). Para conocer su composición química e identificar los tipos de urolitos.
- l) Recolección de datos. De todas las observaciones realizadas, tanto macroscópicas como microscópicas estereoscópicas, y de los resultados de los análisis químicos. Se realiza en fichas de resultados.
- m) Tratamiento estadístico de los datos. Para poder referir los resultados en tablas; y estadísticos correspondientes.
- n) Interpretación de resultados de la investigación. Se realiza, relacionando las variables recogidas en la ficha de filiación y los hallazgos de la investigación.
- o) Informe final

### **3.2.5.2. Metodología en la investigación de la naturaleza físico química de los urolitos.**

#### **Naturaleza física**

**Localización:** Se tomó como referencia, la división anatómica del riñón, corteza y médula renal; y se procedió a la disección del órgano (3.2.5.1.f)

**Color:** Se procedió con una selección visual de los urolitos, utilizando la luz natural, identificando el color de acuerdo a una escala de colores cromáticos y acromáticos.

**Tamaño:** Utilizamos una regla milimetrada para determinar la longitud de los urolitos colectados. Se midió varios urolitos, desde los más pequeños hasta los más grandes; para determinar los límites inferior y superior correspondientes.

**Forma:** Entendida como la figura exterior de un cuerpo material sólido. En su determinación se utilizó las formas geométricas básicas, y su identificación fue a la observación microscópica estereoscópica.

**Peso:** En su determinación se utilizó una balanza analítica con un rango menor del miligramo. Se eligieron varios urolitos, que macroscópicamente eran los más pequeños, se pesaron y se determinó el de menor peso, para referirlo como límite del peso inferior. Se procedió de la misma manera para los urolito más grandes.



## **Naturaleza química**

Para este análisis, la totalidad de los urolitos (531) se clasificó en tres grupos (G1 n= 68, G2 n= 272, G3 n= 191), según sus características de color y forma: G1= colores claros (blanco, amarillento, crema) redondeados, ovoides y lisos, G2= colores opacos (marrón, anaranjado oscuro, pardo) lenticular y cóncavas; y G3= colores oscuros (gris, ceniza, cemento) piramidales, irregulares y con agregados. Luego fueron remitidos al laboratorio de análisis químico ESCALABS, para su análisis correspondiente. El método utilizado en la determinación físico química de la naturaleza de los urolitos renales fue manual y óptico, con técnicas colorimétricas, utilizando diferentes reactivos, según el analito a determinar, el mismo que por un viraje de color y su intensidad, determinan su composición.

### **3.2.5.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de la información**

#### **Técnicas de recopilación de la información**

- 1) Filiación. Permite la identificación y el registro de datos.
- 2) Disección. Permite la visualización interna de órganos y estructuras complejas, por separación de tejidos o corte.
- 3) Observación Macroscópica Directa. Permite la visualización de órganos, tejidos, urolitos, ubicación, forma, etc.
- 4) Observación Microscópica Estereoscópica. Permite la visualización tridimensional a diferentes aumentos, de aquellas estructuras pequeñas.

- 5) Química analítica. Permite obtener la composición química de los compuestos orgánicos e inorgánicos.

### **Instrumentos de recopilación de la información**

- 1) Fichas de filiación y resultados (Apéndice 1)
- 2) Fichas de resultados del laboratorio (Anexo 2)

#### **3.2.5.4. Técnica para el procesamiento y análisis de la información**

- 1) **Estadística descriptiva.** Incluye tablas y su representación en gráficos, con el cálculo de los correspondientes parámetros estadísticos (medidas de centralización y de dispersión), que describen el conjunto estudiado; a través del programa Excel 2013. Los Intervalos de confianza para un porcentaje ( $P$ ) (frecuencia), se calcularon utilizando la fórmula:  
$$IC = P \pm Z \sqrt{P * 100 - P / n}.$$

Se utilizó la prueba de Chi cuadrado con la fórmula  $X^2 = \sum (f_t - f_t)^2 / f_t$  para ver la asociación entre sexo y urolitiasis, y la asociación entre edad y urolitiasis.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. FRECUENCIA DE UROLITOS RENALES, EN BOVINOS CRIOLLOS.

Entre octubre del 2016 y marzo 2017 se inspeccionaron los riñones de 140 bovinos (*Bos taurus*) criollos sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca, resultando 68 animales positivos a la presencia de urolitos, lo que significa una frecuencia de 48,57% (Tabla 1 y Figura 1).

Tabla 1. Frecuencia de urolitos renales en bovinos (*Bos taurus*) criollos, sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca-2017.

Total bovinos	Total Positivos	Frecuencia (%) (IC=±8,3%)
140	68	48,57 (40,29 - 56,85)

IC = Intervalo de confianza al 95%

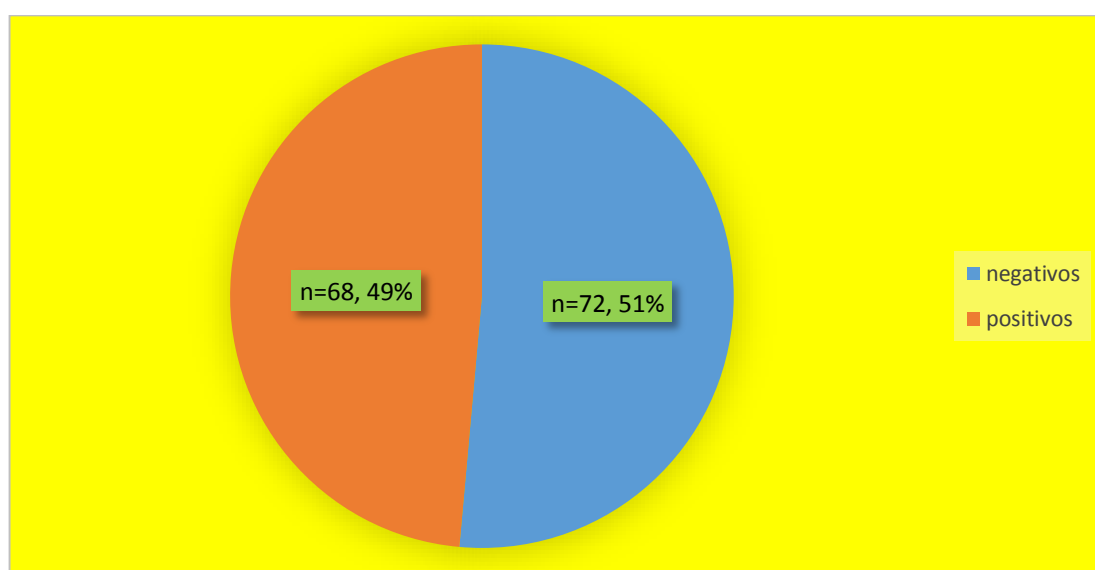


Figura 1. Número y porcentaje de bovinos criollos con y sin urolitos renales.

Esta frecuencia (48,57%), supera grandemente a lo reportado por Amarपाल *et al.* (2013) quienes, al determinar la frecuencia de Urolitiasis en bovinos (*Bos taurus*), recogieron información de diez años (1997 – 2007) de trabajo en el Departamento de Cirugía, del Instituto de Investigaciones Veterinarias de Izatnagar – India; observando solamente el 10%. Esta diferencia, posiblemente se debe a que, la frecuencia presentada es el resultado de ocurrencias quirúrgicas, donde no se realizó una búsqueda minuciosa de urolitos renales como causa, sino como casos. Asimismo, es mayor a la frecuencia reportada por Oryan *et al.* (2015), con el 8,88% (16/180) en bovinos sacrificados en un matadero, en Irán. Del mismo modo, es mayor a lo reportado por Paredes (2015), quien inspeccionó carcasa y vísceras de bovinos beneficiados en el Matadero Municipal del Cantón Guayaquil - Ecuador, durante un año, llegando a decomisar el 13,7% de riñones con Urolitiasis. Tal diferencia podría deberse, posiblemente, a lo anotado líneas arriba, para Amarपाल *et al.* (2013), en el sentido de: “búsqueda minuciosa de urolitos renales como causa”, ya que Paredes (2015) trabajó en la revisión de vísceras; como causas de decomiso.

Por otro lado, también resulta ser superior a lo reportado por Sahinduran *et al.* (2007), quienes determinaron la prevalencia de Urolitiasis en bovinos de la Región Burdur, Turquía; detectando Urolitiasis incidental en un 20,4%, en animales de uno a ocho años de edad, que fueron sacrificados en los mataderos. Esta diferencia posiblemente se debe a que ellos trabajaron con bovinos de la raza Holstein, mientras que en este trabajo se realizó en bovinos criollos, y posiblemente el manejo, la alimentación y la calidad del agua (dureza) fueron diferentes. Asimismo, es superior a lo reportado por Matto *et al.* (2015), quienes detectan el 13,2% de Urolitiasis obstructiva, en novillos de engorde, en Uruguay; mientras que cuando

faenan dos lotes de estos novillos, alcanzan el 50,62% en uno de ellos y el 100% en el otro. Porcentajes que, en el primer lote (50,62%) resulta semejante a lo determinado en este trabajo (48,57%) si tenemos en cuenta el intervalo de confianza al 95%, que nos da un rango entre 40,27% a 56,87%. Posiblemente, el 100% de presentación de urolitos del segundo lote, fue debido a que los novillos presentaban signos visibles de Urolitiasis clínica, y por esa razón fueron sacrificados.

#### 4.1.1. FRECUENCIA DE UROLITOS RENALES, EN BOVINOS CRIOLLOS, SEGÚN EL SEXO.

Si consideramos a la variable sexo, vemos que la frecuencia de urolitos renales en bovinos criollos es de 56,82%±14,64% para machos (25/44) y 44,79% ±9,95% para hembras (43/96) (Tabla 2 y Figura 2).

Tabla 2. Frecuencia de urolitos renales, en bovinos (*Bos taurus*) criollos sacrificados en el M.M.P.C - 2017, según sexo.

	Machos	positivos	Hembras	positivas	Total de bovinos	Total de positivos
<b>Número de bovinos</b>	44	25	96	43	140	68
<b>Frecuencia I C (%)</b>	<b>56,82% a</b> (42,18 - 71,46)		<b>44,79% a</b> (34,84 - 54,74)		<b>48,57% a</b> (40,27 - 56,87)	

IC = Intervalo de confianza al 95%

$X^2 = 1,7470$  ( $p > 0,05$ ) Letras iguales en una misma fila, no existe diferencia significativa

M.M.P.C. = Matadero Municipal Provincial de Cajamarca.

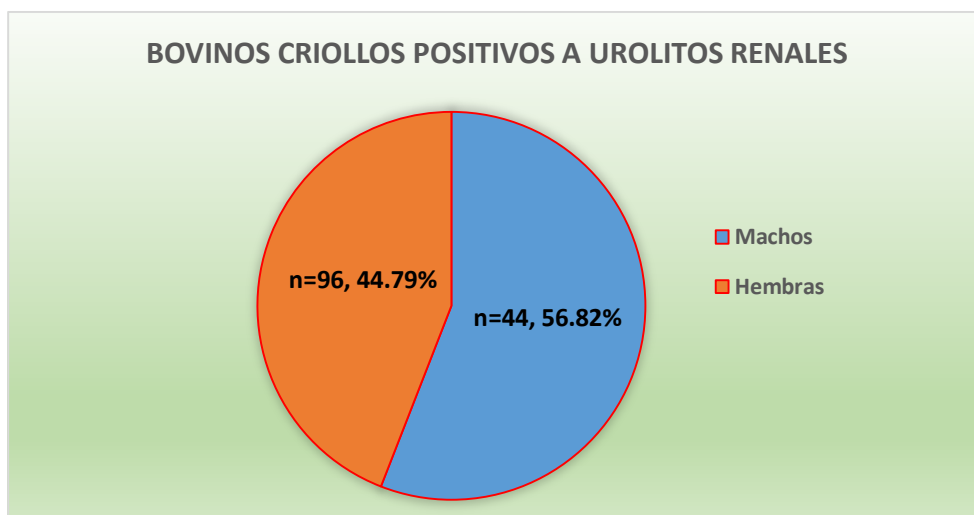


Figura 2. Número y porcentaje de urolitos renales en bovinos (*Bos taurus*) criollos, sacrificados en el M.M.P.C - 2017, según sexo.

Esta frecuencia (56,82%) de presentación de urolitos renales en bovinos criollos machos, es superior a las reportadas por Sahinduran *et al.* (2007) con 20,17% (73/362) para machos; Amarpal *et al.* (2013) y Paredes (2015) con el 10% y 13,7% respectivamente. Estos últimos autores, al no referenciar sexo, cabe la posibilidad de que éstas sean diferentes a sus frecuencias absolutas observadas por estos investigadores. Sin embargo, resulta ser similar a lo reportado por Matto *et al.* (2015) con el 50,62%, quienes trabajaron en Uruguay, con novillos Hereford y cruza, en engorde. Vale mencionar que estos investigadores encontraron el 100% de Urolitiasis renal, en uno de los dos lotes de novillos faenados que presentaban Urolitiasis obstructiva. Por otro lado, concordamos con Amarpal *et al.* (2013), quienes señalan que, son los toros y terneros jóvenes, los más afectados por Urolitiasis obstructiva.

El único trabajo que menciona la frecuencia de Urolitiasis en bovinos hembras, es el de Sahinduran *et al.* (2007), quienes determinaron la prevalencia de Urolitiasis en bovinos de la Región Burdur, Turquía;

detectando Urolitiasis en animales de uno a ocho años de edad, que fueron sacrificados en los mataderos; y reportan el 21,01% (29/138) para hembras. Esta prevalencia es inferior a la frecuencia de 44,79% encontrada en este trabajo, para el mismo sexo. Probablemente debido a la raza, ya que ellos trabajaron con bovinos Holstein, y aquí fueron criollos, o también debido al manejo y condiciones climáticas, ya que ellos trabajaron en la Región Burdur, Turquía; donde evaluaron la dureza del agua de bebida.

#### 4.1.2. FRECUENCIA DE UROLITOS RENALES, EN BOVINOS CRIOLLOS, SEGÚN LA EDAD.

Según la variable edad, la mayor frecuencia (51,61%±17,59%, 16/31) de bovinos criollos con urolitos renales está en los animales de seis dientes (6D), es decir aquellos comprendidos entre los tres y cuatro años de edad; siendo las dos más altas frecuencias, las obtenidas para los bovinos comprendidos en el grupo etario de seis dientes y boca llena (BLL) (Tabla 3, Figura 3).

Tabla 3. Frecuencia de urolitos renales, en bovinos (*Bos taurus*) criollos, sacrificados en el M.M.P.C. - 2017, según la edad.

<b>Cronología dentaria</b>	<b>Número de bovinos</b>	<b>Positivos</b>	<b>Frecuencia (%) (IC) (%)</b>
<b>2D</b>	9	3	<b>33,33</b> a (2,53 – 64,13)
<b>4D</b>	15	7	<b>46,67</b> a (21,42 – 71,92)
<b>6D</b>	31	16	<b>51,61</b> a (34,02 – 69,20)
<b>BLL</b>	85	42	<b>49,41</b> a (38,78 – 60,04)
<b>TOTAL</b>	<b>140</b>	<b>68</b>	<b>48,57</b>

IC = Intervalo de confianza al 95%

X<sup>2</sup> = 0,9972 (p>0,05)

Letras iguales en una misma columna, no existe diferencia significativa

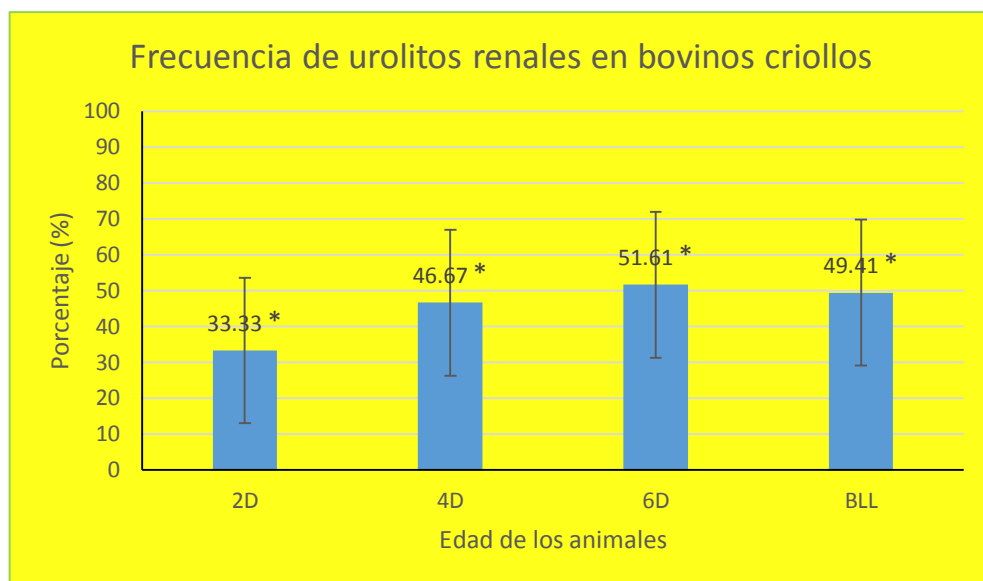


Figura 3. Frecuencia de urolitos renales, en bovinos criollos; según la edad de los animales.

Respecto a la edad de los bovinos y la frecuencia de urolitos renales; los diferentes investigadores no han referenciado para esta variable, mencionando solamente que se presentan desde los cero meses (Amarpal *et al.*, 2013) hasta los ocho años de edad (Sahinduran *et al.*, 2007). Esto debido posiblemente a que, los bovinos encontrados con urolitos renales, en los diferentes estudios, han sido provenientes de corrales de engorde (Matto *et al.*, 2015), animales de experimentación (Kallfelz *et al.*, 1987; Petersson *et al.*, 1988; Sacco y Lopes, 2011) o casos clínicos y de cirugía (Gasthuys *et al.*, 1993; Parrah *et al.*, 2010; Amarpal *et al.*, 2013; Mohsin 2015).

#### 4.2. NATURALEZA DE LOS UROLITOS RENALES

Macroscópicamente, la caracterización físico química de los urolitos renales colectados de bovinos criollos sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca, se realizó teniendo en cuenta su localización, número, forma, tamaño, color, peso, tipo y composición química de los mismos (tabla 4).



Tabla 4. Caracterización de la naturaleza físico química de los urolitos renales, colectados de 68 bovinos (*Bos taurus*) criollos sacrificados en el M.M.P.C.- 2017.

Características	Descripción
<b>Localización</b>	Saco ciego inicial de los cálices menores del riñón.
<b>Número</b>	3 a 15 urolitos, por foco de localización (1 a 3 focos) n= 531
<b>Forma</b>	Redondeada, ovoidea, piramidal, lenticular, cóncava, irregular.
<b>Superficie</b>	Lisa, rugosa, granulosa, irregular, con agregados.
<b>Tamaño</b>	Variable, desde 0,5 mm hasta 10 mm
<b>Color</b>	Marrón, blanco, amarillento, gris, rosado; ya sean claros u oscuros
<b>Peso</b>	Variable, desde 1 mg hasta 170 mg
<b>Tipo</b>	I (uno) Cavitario Oxalato Cálcico Monohidratado (OCM) Oxalato Cálcico Dihidratado (OCD) Fosfato Cálcico o Hidroxiapatita (HAP) Mixto (OCM+HAP)
<b>Composición química</b>	Calcio (9,2% - 46,1%), Fosfato (4,5% - 8,0%), Magnesio (3,3% - 23,2%), Ácido úrico (0,0% - 1,5%) y Urea (25,1% - 79,5%).

**4.2.1. Localización de los urolitos en el riñón.** En su totalidad, los urolitos se retiraron desde el saco ciego inicial de los cálices menores, lugar donde vierten la orina las papilas renales, correspondiente a cada lóbulo renal. Por otro lado, se presentaron en mayor porcentaje (87,5%) en el riñón izquierdo. Asimismo, los hallazgos fueron, generalmente, en un sólo foco de localización; pero se encontró hasta en tres diferentes focos de localización.

**4.2.2. Número de urolitos.** Se presentaron en número muy variado, desde tres hasta quince urolitos, en cada foco de localización; predominando la presentación múltiple de urolitos.

**4.2.3. Forma de los urolitos.** Estos tienen formas muy variadas, desde redondeada, lenticular hasta granulosa; con un aspecto superficial liso, pero también rugoso, con agregados e irregulares.

**4.2.4. Tamaño de los urolitos.** Se encontró urolitos de diferentes tamaños desde 0,5 mm hasta 10 mm. En casi todos los hallazgos predominan los de menor tamaño.

**4.2.5. Color de los urolitos.** Los urolitos tienen colores que van desde el marrón hasta el grisáceo o plomo, ya sean claros u oscuros.

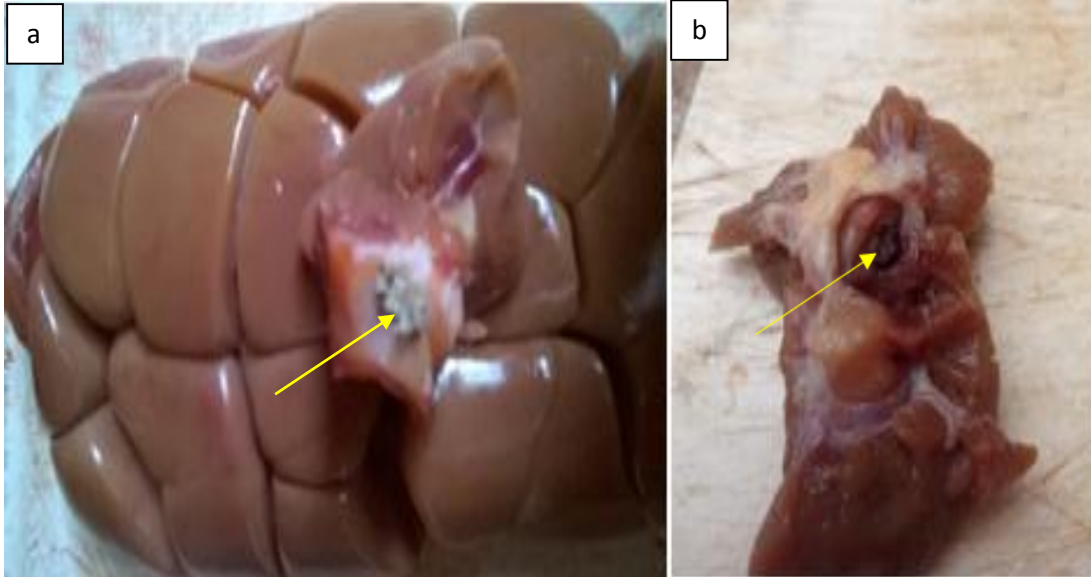
**4.2.6. Peso de los urolitos.** La gran mayoría de urolitos tiene un peso que varía entre 1mg y 100 mg, siendo muy pocos los más pesados, cuyo peso varía entre 160 mg a 170 mg.



Fotografía 1. Múltiples urolitos renales, de diversas formas y tamaños, colectados de bovinos criollos sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca -2017.

Concordamos con Moore (2007) quien manifiesta que todos los diferentes tipos de cálculos pueden formarse en una amplia variedad de formas, tamaños y colores. Así mismo, concordamos con Ozmen (2004) y Sahinduran *et al.* (2007), quienes afirman que los cálculos recuperados oscilaban entre 20 mg y 237,44 g, con colores entre marrón, blanco y amarillo; de consistencia suave o dura, con superficies lisas o rugosas; solos o múltiples, grandes o pequeños como arenilla, de diferentes formas, localizados en los cálices y la pelvis renal; al igual que lo manifestado por Oryan *et al.* (2015).

De igual manera, lo manifiestan Matto *et al.* (2015), quienes dicen que los urolitos tenían un color cremoso, redondeados, superficie irregular y consistencia dura; con una localización a nivel de pelvis renal, y medían de 0,5 a 2 cm de diámetro.



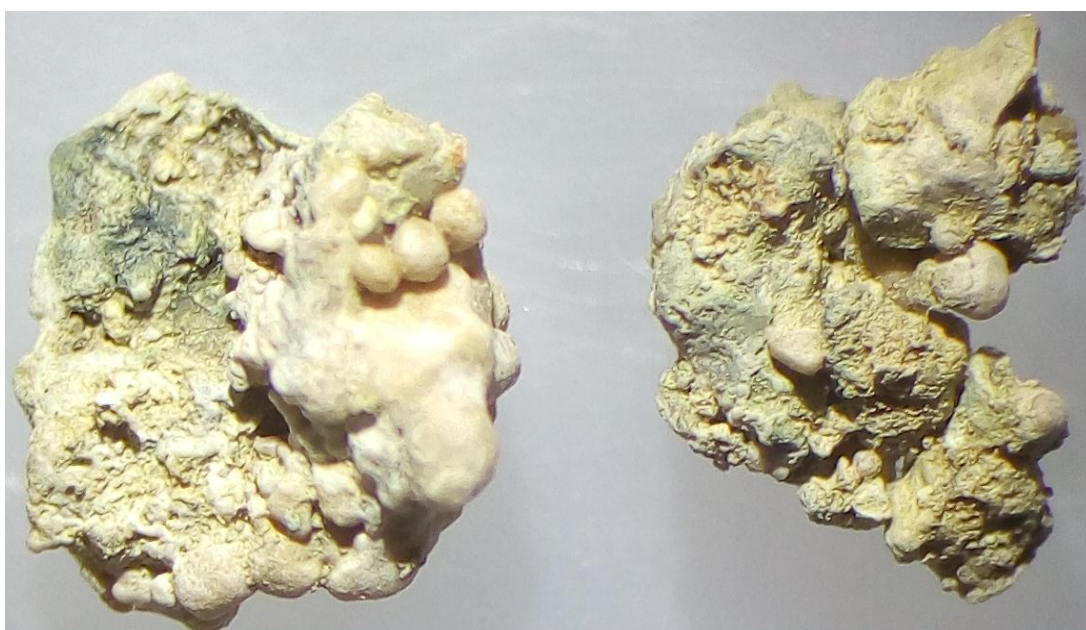
Fotografía 2. Múltiples urolitos de color gris, localizados en cáliz renal (a). Urolito de color marrón oscuro en cáliz renal (b); en riñones de bovinos criollos sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca -2017.



Fotografía 3. Vista estereoscópica de los urolitos renales del grupo uno (G1), colectados de bovinos criollos, sacrificados en el M.M.P.C. - 2017. (14X)



Fotografía 4. Vista estereoscópica de los urolitos renales del grupo tres (G3), colectados de bovinos criollos, sacrificados en el M.M.P.C. - 2017. (14X)



Fotografía 5. Vista estereoscópica de los urolitos renales del grupo dos (G2), colectados de bovinos criollos, sacrificados en el M.M.P.C. - 2017. (14X)

**4.2.7. Tipo de urolitos.** Los urolitos colectados en este trabajo son del tipo I (uno), ya que tienen tamaños menores a 2 cm. Teniendo en cuenta la clasificación reportada por Arrabal y Reina (2013), quienes manifiestan que la litiasis urinaria se clasifica en función del tamaño del urolito, siendo del tipo I,

aquella cuyos urolitos son <2 ó 3 cm. Por otro lado, según la localización de los urolitos en el riñón, estos son del tipo: urolito de cavidad, o Cavitario; ya que éstos se desarrollan en una cavidad renal con baja eficacia urodinámica, tal como un cáliz renal (Grases *et al.*, 2001). En las observaciones realizadas al microscopio estereoscopio, los urolitos fueron clasificados como: Oxalato Cálculo Monohidratado (OCM), Oxalato Cálculo Dihidratado (OCD), Fosfato Cálculo o Hidroxiapatita (HAP) y Mixtos (OCM+HAP); teniendo como base el atlas de diagnóstico práctico en litiasis (AEU, 2012) y el Laboratorio de Investigación en Litiasis Renal (UIB, 2009).

Por otro lado, también se puede decir que los urolitos responden a la tipificación de uratos, debido a su alto contenido de urea; coincidiendo con Grases *et al.* (2001) quienes manifiestan que las partículas contenidas en la orina, también se pueden acumular mediante sedimentación, y posteriormente quedar agrupadas, dando una concreción sólida. Los cálculos que se han formado exclusivamente mediante este mecanismo tienen una estructura interna con carácter sedimentario. Sin embargo, en la mayoría de casos, en el desarrollo de cálculos de cavidad participan en distinta proporción tanto el crecimiento cristalino como la sedimentación.

Asimismo, coincidimos con Moore (2007) quien manifiesta que los urolitos que contienen menos del 70% de un solo componente mineral y sin un nido ni cortezas obvias se clasifican como mixtos.



**4.2.8. Composición química de los urolitos.** Al análisis químico de los urolitos remitidos al laboratorio, se tiene la siguiente composición (Tabla 5).

Tabla 5. Composición química de los urolitos renales, colectados de 68 bovinos (*Bos taurus*) criollos sacrificados en el M.M.P.C.- 2017, según grupo.

Analitos	Composición en porcentaje (%)		
	G1 (n= 68)	G2 (n= 272)	G3 (n= 191)
<b>Calcio total</b>	46,10	9,19	11,80
<b>Fosfato total</b>	5,12	8,02	4,52
<b>Magnesio</b>	23,16	3,28	5,02
<b>Ácido úrico</b>	0,56	0	1,52
<b>Urea</b>	25,06	79,50	77,12

Se concuerda con Moore (2007), en cuanto a la identificación del tipo o tipos de minerales presentes en un urolito, ya que es fundamental para el diagnóstico y el tratamiento preciso, así como para aplicar el régimen terapéutico y preventivo apropiado. Por otro lado, concordamos con Radostits *et al.* (2006) porque los urolitos se presentaron en animales explotados en sistemas de producción extensivos (bovinos criollos), que pastorean en ciertos tipos de pasto y se encuentran sometidos a la interacción de numerosos factores fisiológicos, nutricionales y de manejo. Asimismo, se concuerda con Sacco y Lopes (2011) ya que diversos factores pueden contribuir para la formación de cálculos urinarios, dentro de estos: el desequilibrio nutricional y la dureza del agua consumida por los rumiantes, ya que no se conocen las condiciones de manejo de los animales sacrificados en el Matadero Municipal Provincial de Cajamarca.

Coincidimos con Gómez, (2008) quien manifiesta que en función de su composición química, los cálculos urinarios se dividen en cinco grandes grupos, aunque casi el 60% de ellos son de oxalato cálcico; que a su vez pueden ser de oxalato cálcico monohidrato o dihidrato, fosfato cálcico y una combinación de fosfato y oxalato cálcico.

Por otro lado, se concuerda con Kallfelz *et al.* (1987) referente a la composición química de los urolitos recuperados de terneros machos en crecimiento, la cual fue apatita de calcio (HAP). Asimismo concordamos con Sahinduran *et al.* (2007), quienes manifiestan que los urolitos colectados de bovinos están compuestos de Apatita de Calcio (42,45%), Estruvita (20,15%), Carbonato de Magnesio (15,15%), Carbonato de Calcio (12,12%) y Fosfato de Calcio y Cistina (10,13%).

Coincidimos, en parte, con Parrah *et al.*, (2010, 2011) quienes manifiestan que, en terneros, en el 90% de los casos, la estruvita fue el único componente de los urolitos recuperados, mientras que en el resto de los casos, fueron otros componentes menores como fosfato de calcio, carbonato de calcio, oxalato, etc. Aun cuando no se determinó si los urolitos estaban o no infectados por algún tipo de microorganismo, como lo manifiestan Divers *et al.*, (1989).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

1. La frecuencia de urolitos renales en bovinos criollos es  $48,57\% \pm 8,3\%$  (n=140).
2. La frecuencia de urolitos renales en bovinos criollos machos es  $56,82\%$  (n=44)
3. La frecuencia de urolitos renales en bovinos criollos hembras es  $44,79\%$  (n=96)
4. La edad y sexo de los bovinos criollos, no influye en la presentación de urolitos renales.
5. Los urolitos renales corresponden al tipo I (uno) ( $< 2$  cm) y cavitarios (Cáliz renal), con una composición química de Calcio (9,2% - 46,1%), Fosfato (4,5% - 8,0%), Magnesio (3,3% - 23,2%), Ácido úrico (0,0% - 1,5%) y Urea (25,1% - 79,5%).
6. Morfológicamente los urolitos son del tipo: Oxalato Cálculo Monohidratado (OCM), Oxalato Cálculo Dihidratado (OCD), Fosfato Cálculo o Hidroxiapatita (HAP) y Mixtos (OCM+HAP).



## LISTA DE REFERENCIAS

- AEU 2012. Asociación Española de Urología. Atlas de diagnóstico práctico en litiasis, editorial EdikaMed, Barcelona, España. 79 p.
- Amarpal, Prakash Kinjavdekar, Hari Prasad Aithal, Abhijit Motiram Pawde Krishna Pratap and Mudasir Bashir Gugjoo 2013. A Retrospective Study on the Prevalence of Obstructive Urolithiasis in Domestic Animals during a Period of 10 years, *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 1, 3, 88 – 92.
- Arrabal, M.; Reina, C. Editores 2013. Proceso Urolitiasis, Asociación Andaluza de Urología, Editorial Esmon Publicidad S.A. Barcelona. España. 59 p.
- Bailey, B.; Cheng, J. and Costerton, W. 1982. Electron Micrographic Study of Precipitates Formed by Interaction of Silicic Acid and Alkaline Phosphatase: Contribution to a Study of Silica Urolithiasis in Cattle. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 17, 4, 343-348.
- Divers, T.; Reef, V.; Roby, K. 1989. Nephrolithiasis resulting in intermittent ureteral obstruction in a cow. *Cornell Veterinarian*, 79, 2, 143 - 149.
- Gasthuys, F.; Steenhaut, M.; De Moor, A.; Sercu, K. 1993. Surgical treatment of urethral obstruction due to urolithiasis in male cattle: a review of 85 cases. *Veterinary Record*. 133, 21, 522-526.
- Gómez, A. 2008. Litiasis renal Etiopatogenia, clínica y factores de riesgo. *Farmacia Comunitaria*. ISSN 0213-9324. 22, 2, 44-47.
- Gràcia, S.; Millán, F.; Rousaud, F.; Montañés, R.; Angerri, O.; Sánchez, F. 2011. Por qué y cómo hemos de analizar los cálculos urinarios. *Actas Urológicas Españolas*. 35, 6, 354-362.
- Grases, F.; Conte, A.; Costa A. 1997. Análisis y estudio de los cálculos renales. *Urology Integral Investigation*, 2, 477- 487.

- Grases, F.; Conte, A.; Costa A.; Ramis, M. 2001. Tipos de cálculos renales. Relación con la bioquímica urinaria. *Archivo Español de Urología*, 54, 9, 861-871.
- INEI 2012. IV Censo Nacional Agropecuario, Resultados definitivos. Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGROpdf>. [accesado el 25 de enero del 2016]
- Kalim, M.; Zaman, R.; Tiwari, S. 2011. Surgical Management of Obstructive Urolithiasis in a male Cow calf. *Veterinary World*, 4, 5, 213-214.
- Kallfelz, A.; Ahmed, S.; Wallace, J.; Sasangka, H.; Warner, G. 1987. Dietary magnesium and urolithiasis in growing calves. *The Cornell Veterinarian*, 77, 1, 33 – 45.
- Makhdoomi, M. and Gazi, A. 2013. Obstructive urolithiasis in ruminants – A review *Veterinary World*, 6, 4, 233-238.
- Matto, C.; Artía, L.; Belassi, S.; Rivero, R. 2015. Description of an obstructive urolithiasis outbreak in feedlot cattle. *Veterinaria (Montevideo)*, 51, 199, 24-29.
- Miranda, M.; Rigueira, L.; Suárez, M.; Carbajales, P.; Moure, P.; Fidalgo, L. Failde, D.; Vázquez, S. 2010. Xanthine nephrolithiasis in a galician blond beef calf. *Journal of Veterinary Medical Science*, 72:7, 921-923.
- Mohsin, A.; Mohmmad, A.; Dil, M.; Gazalla, S.; Shahid, H.; Abdul, Q. 2015. Possible role of calcium, phosphorus and magnesium shift in blood, urine and calculi in calves affected by urolithiasis. *African Journal of Agricultural*, 10, 4, 207-214.
- Moore, A. 2007. Análisis cuantitativo de los cálculos urinarios en perros y gatos, *Veterinary Focus*, 17, 1, 22-27.
- Ogaa, J.; Agumba, J.; Patel, J.; Kiere, S.; Mwangi, J. 1985. Massive obstructive urolithiasis in a bull used for artificial insemination. *Journal British Veterinary*, 117, 25-26.

- Oryan, A.; Azizi, S.; Kheirandish, R.; Hajimirzaei, R. 2015. Nephrolithiasis among Slaughtered Cow in Iran: Pathology Findings and Mineral Compositions. *Journal of Veterinary Medical Science*, 4, 1.
- Ozmen, O. 2004. Kidney Pathology in Non-obstructive, Urolithiasis in Cattle. *Journal of Veterinary Medical Science*, 51: 405–408.
- Paredes, L. 2015. Estudio epidemiológico de las causas más frecuentes de decomiso de animales de abasto (bovinos), faenados en el Matadero Municipal del cantón Guayaquil, en el año 2013. Propuesta de un diseño de registro de inspección sanitaria, Tesis para Magister en Epidemiología, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 128 pp.
- Parrah, D.; Hussain, S.; Moulvi, A.; Singh, M. and Athar, H. 2010. Bovine Uroliths Analysis: A review of 30 cases. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 65, 3, 103 -107.
- Parrah, D.; Moulvi, A.; Hussain, S.; Bilal, S.; Athar, H. 2011. Aetiopathogenesis of bovine obstructive urolithiasis. *Indian Journal of Animal Research*, 45, 1, 10-17.
- Petersson, H.; Warner, G.; Kallfelz, A.; Crosetti, F. 1988. Influence of magnesium, water, and sodium chloride on urolithiasis in veal calves. *Journal of Dairy Science*, 71, 12, 3369-3377.
- Primo, A. 1992. El ganado bovino ibérico en las américas: 500 años después. *Archivos de Zootecnia Universidad de la Rioja*, 41, 154, 421 – 432.
- Radostits, O.; Gay, C.; Hinchcliff, K.; Constable, P. 2006. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10th Ed. Editorial Saunders Ltd. New York, Estados Unidos.
- Rivas, E.; Veli, E.; Aquino, Y.; Rivas, V.; Pastor, S. y Estrada, R. 2007. Acciones para la caracterización y conservación del bovino criollo peruano (*Bos taurus*). Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria, INIEA, 40, 33-42.

- Ruíz, F. e Ibarz, L. 2007. Historia de la Litotricia por Ondas de Choque en España, en Historia de la Urología Española, Archivo Español de Urología, 60, 8, 1003-1008.
- Sacco, S. y Lopes, R. 2011. Urolitíase: estudo comparativo em bovinos Guzerá oriundos de propriedades com e sem o problema. Pesquisa Veterinária Brasileira, 31, 3, 206-212.
- Sahinduran, S.; Buyukoglu, T.; Gulay, M.S. and Tasci, F. 2007. Increased Water Hardness and Magnesium Levels May Increase Occurrence of Urolithiasis in Cows from the Burdur Region (Turkey). Veterinary Research Communications, 31, 6, 665–671.
- Thrusfield, M. 2005. Veterinary Epidemiology. Third Edition. Blackwell Scientific Publications Ltd., Oxford. Inglaterra.
- UIB 2009. Universitat de les Illes Balears. Cálculos Renales, grupo, tipo y subtipo. Laboratorio de Investigación en Litiasis Renal, Baleares, España. Disponible en:  
[http://www.uib.cat/secc6/laboratori\\_litiasi/3inform/tiposc/Grucal.htm](http://www.uib.cat/secc6/laboratori_litiasi/3inform/tiposc/Grucal.htm)  
[accesado el 28 de mayo del 2018].
- USC 2006. Universidad Santiago de Compostela. Métodos generales de análisis de principios inmediatos Análisis bromatológicos. Disponible en:  
<http://www.usc.es/caa/MetAnalisisStgo1/PROGRAMA.htm>. [accesado el 28 de mayo del 2018].

## **APÉNDICES/ANEXOS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
**SECCIÓN DE POST GRADO EN CIENCIAS VETERINARIAS**  
**TESIS DOCTORAL**  
**Frecuencia y naturaleza de los urolitos renales en bovinos**  
**(*Bos taurus*) criollos sacrificados en el Matadero Municipal**  
**Provincial de Cajamarca.**

**APÉNDICE 1**  
**Ficha de Filiación y resultados**

Fecha: .....

N°
----

Sexo: Macho ( ) Hembra ( )

Edad: 2D ( ) 4D ( ) 6D ( ) BLL ( )

Procedencia: .....

**Resultados: OBSERVACIÓN MACROSCÓPICA DIRECTA**

Positivo ( ) Negativo ( )

Ubicación: .....

Forma: .....

Color: .....

Tamaño: .....

Número: .....

**OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA ESTEREOSCÓPICA**

Estructura externa: Papilar ( ) No papilar ( )

Estructura Interna: Radial ( ) en capas ( ) desorganizada ( )

Tipo de urolito: Oxalato ( ) Fosfato ( ) Carbonato ( ) otro ( )

Otro especificar .....

Observaciones:

.....

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DOCTORADO EN CIENCIAS - CIENCIAS VETERINARIAS**  
**FRECUENCIA Y NATURALEZA DE LOS UROLITOS RENALES**  
**EN BOVINOS CRIOLLOS - CAJAMARCA- PERÚ**

Fecha	N°	sexo		edad				bovino	Urolitos	
		macho	hembra	2D	4D	6D	BLL	Positivo	Número	Color
28/09/2016	1	1			1			1	3	Marrón
	2		1			1				
	3		1				1	2	5	Marrón
	4		1		1			2	3	Gris
	5	1					1			
01/10/2016	6		1			1		2	4	Marrón
	7	1			1			1	8	Marrón
	8		1	1						
05/10/2016	9		1			1				
	10		1				1	2	5	Gris
	11		1				1			
07/10/2016	12	1					1			
	13		1			1		2	7	Marrón
	14		1		1					
12/10/2016	15		1			1		2	3	Gris
	16		1			1				
	17	1				1		1	6	Pardo
14/10/2016	18	1			1			1	5	Marrón
	19	1				1		1	9	Gris
	20	1			1					
18/10/2016	21		1				1	2	11	Marrón
	22		1				1			
	23		1				1	2	15	Gris
20/10/2016	24	1				1				
	25		1				1	2	5	Pardo
	26		1				1	2	5	Crema
22/10/2016	27	1				1		1	12	Marrón
	28		1		1					
	29		1	1				2	13	Gris
26/10/2016	30	1			1					
	31		1				1	2	10	Crema
	32		1			1				
28/10/2016	33		1				1	2	8	Marrón
	34		1				1			
	35		1				1	2	4	Marrón
03/11/2016	36		1				1			
	37	1					1	1	7	Crema
	38	1				1				

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DOCTORADO EN CIENCIAS - CIENCIAS VETERINARIAS**  
**FRECUENCIA Y NATURALEZA DE LOS UROLITOS RENALES EN BOVINOS**  
**CRIOLLOS - CAJAMARCA- PERÚ**

		sexo		edad				bovino	Urolitos	
05/11/2016	39	1			1			1	9	Gris
	40		1	1						
	41		1				1	2	7	Marrón
07/11/2016	42		1				1	2	15	Marrón
	43		1			1				
	44	1					1	1	6	Crema
09/11/2016	45		1				1			
	46		1				1	2	8	Pardo
	47	1					1			
11/11/2016	48	1				1		1	3	Blanco
	49	1		1						
	50		1		1			2	9	Pardo
15/11/2016	51		1				1	2	6	Crema
	52		1				1			
	53	1					1	1	4	Gris
18/11/2016	54		1				1	2	6	Gris
	55		1			1				
	56		1	1				2	13	Pardo
21/11/2016	57		1		1					
	58	1					1	1	3	Marrón
	59	1					1			
23/11/2016	60		1				1	2	13	Gris
	61		1				1			
	62	1					1	1	7	Crema
25/11/2016	63		1			1				
	64		1				1	2	9	Gris
	65		1				1			
28/11/2016	66	1					1	1	9	Pardo
	67	1					1			
	68		1				1			
30/11/2016	69		1	1				2	3	Blanco
	70		1		1					
	71		1				1	2	10	Gris
07/12/2016	72	1					1			
	73		1				1			
	74		1			1		2	10	Gris
09/12/2016	75	1				1		1	8	Pardo
	76		1				1			
	77		1				1			



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DOCTORADO EN CIENCIAS - CIENCIAS VETERINARIAS**  
**FRECUENCIA Y NATURALEZA DE LOS UROLITOS RENALES EN BOVINOS**  
**CRIOLLOS - CAJAMARCA- PERÚ**

		sexo		edad			bovino	Urolitos		
12/12/2016	78		1				1	2	5	Marrón
	79	1					1			
	80	1					1	1	9	Gris
14/12/2016	81		1		1					
	82		1			1		2	15	Gris
	83		1				1			
16/12/2016	84		1				1	2	7	Gris
	85		1				1			
	86		1				1			
19/12/2016	87	1					1	1	3	Blanco
	88	1		1						
	89		1				1	2	8	Pardo
21/12/2016	90		1				1			
	91		1			1				
	92	1					1	1	6	Marrón
23/12/2016	93		1				1			
	94		1				1	2	9	Gris
	95		1				1			
27/12/2016	96		1				1	2	11	Crema
	97	1			1					
	98	1					1	1	8	Marrón
30/12/2016	99		1				1			
	100	1					1	1	9	Marrón
	101		1			1				
09/01/2017	102		1			1		2	9	Marrón
	103		1				1			
	104	1					1	1	12	Marrón
13/01/2017	105		1				1			
	106		1			1		2	15	Gris
	107		1	1						
18/01/2017	108		1			1		2	9	Marrón
	109		1				1			
	110	1					1			
23/01/2017	111	1					1	1	5	Marrón
	112		1				1			
	113		1				1			
27/01/2017	114		1		1			2	10	Gris
	115	1					1			
	116		1				1	2	11	Marrón

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DOCTORADO EN CIENCIAS - CIENCIAS VETERINARIAS**  
**FRECUENCIA Y NATURALEZA DE LOS UROLITOS RENALES EN BOVINOS**  
**CRIOLLOS - CAJAMARCA- PERÚ**

		sexo		edad				bovino	Urolitos	
30/01/2017	117		1				1			
	118		1			1		2	4 Crema	
	119	1				1				
15/02/2017	120		1				1			
	121		1				1	2	6 Gris	
	122		1				1			
22/02/2017	123	1					1	1	9 Marrón	
	124		1				1			
	125	1				1		1	7 Marrón	
20/03/2017	126	1		1						
	127		1				1			
	128		1				1	2	8 Marrón	
22/03/2017	129		1				1			
	130		1			1				
	131		1			1		2	7 Pardo	
24/03/2017	132	1					1			
	133		1				1			
	134		1				1	2	3 Blanco	
27/03/2017	135		1			1				
	136	1					1	1	9 Marrón	
	137		1			1				
29/03/2017	138		1				1			
	139		1				1	2	11 Gris	
	140		1				1			
sumas		44		0	4	6	15	25		
sumas			96	3	3	10	27	43		
Total			140	9	15	31	85	68		
				<b>2D</b>	<b>4D</b>	<b>6D</b>	<b>BLL</b>			
		1 = Machos, 2 = Hembras								
		Marrón =								
		26						199		
		Gris = 21						191		
		Crema = 8						56		
		Blanco = 4						12		
		Pardo = 9						73		
								531		
		G1 = 68								
		G2 = 272								
		G3 = 191								

## ANEXO 1

### PROCEDIMIENTOS EN LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MINERALES

#### **Determinación del calcio:**

**Principio:** El método permite determinar el contenido en calcio total. La muestra se trata con ácido clorhídrico y el calcio se precipita en forma de oxalato de calcio. Después de disolver el precipitado en ácido sulfúrico, el ácido oxálico formado se valora mediante una solución de permanganato de potasio.

**Procedimiento:** Disolución de la muestra por ácido clorhídrico, sin incineración previa. Mezclar íntimamente en un crisol la parte tomada con cinco veces su peso de una mezcla compuesta en partes iguales de carbonato de potasio y de carbonato de sodio. Calentar con precaución hasta la fusión completa de la mezcla. Refrigerar y disolver con ácido clorhídrico.

En un erlenmeyer de 250 ml, añadir 40 ml de ácido clorhídrico  $d=1,14$ ; 60 ml de agua y algunas gotas de ácido nítrico  $d=1,40$ . Llevar a ebullición y mantenerlo así durante treinta minutos. Enfriar, trasvasar la solución a un matraz aforado de 250 ml, enjuagar el erlenmeyer y completar el volumen con agua, homogeneizar y filtrar. Tomar con una pipeta según la cantidad presumible de calcio, una alícuota que contenga de 10 a 40 mg de calcio e introducirla en un erlenmeyer de 250 ml. Añadir 1 ml de la solución al 30 por 100 (p/v) de ácido cítrico y 5 ml de solución al 5 por 100 (p/v) de cloruro de amonio. Completar el volumen a 100 ml aproximadamente con agua. Llevar a ebullición, añadiendo de 8 a 10 gotas de solución al 0,04 por 100 (p/v) de verde de bromocresol y 30 ml de solución saturada de oxalato amónico en caliente. Si aparece un precipitado, disolver éste mediante la adición de algunas gotas de ácido clorhídrico. Neutralizar después muy lentamente con amoníaco  $d=0,98$  agitando constantemente, hasta obtener un pH 4,4-4,6 (viraje del indicador). Colocar el erlenmeyer en un baño de agua hirviendo durante treinta minutos, dejando reposar el precipitado formado. Retirarlo del baño, dejarlo reposar durante una hora y filtrar en un crisol filtrante G4. Lavar el erlenmeyer y el crisol con agua hasta la total eliminación del exceso de oxalato de amonio (la ausencia de cloruros en el agua de lavado indica que el lavado es suficiente).

Disolver el precipitado sobre el filtro con 50 ml de ácido sulfúrico  $d=1,13$  caliente, enjuagar el crisol con agua caliente hasta llevar el filtrado a 100 ml aproximadamente. Calentar a 70-80 °C y valorar mediante la solución de permanganato de potasio 0,1N hasta la obtención de una coloración rosa persistente durante un minuto. **Cálculo:** 1 ml de permanganato de potasio 0,1 N corresponde a 2, 004 mg de calcio. Expresar el resultado obtenido en tanto por ciento de la muestra.

### **Determinación de Fosfato:**

**Principio:** Determinación del fósforo de una muestra mineralizada, mediante la transformación de sus compuestos fosforados en ortofosforados. La mineralización se realiza por vía seca (calcinación) y posterior disolución en ácido, o bien por digestión ácida. Medida de la absorbancia a 430 nm del complejo formado con el reactivo nitro-molibdo-vanadato.

### **Procedimiento:**

**Curva de calibrado:** En matraz aforado de 100 ml y a partir de la solución patrón de fósforo (1 mg de fósforo por mililitro) preparar soluciones conteniendo 0, 5, 10, 20, 30 y 40  $\mu\text{g}$  de fósforo por ml. En seis erlenmeyer, tomar con pipetas de doble enrase 10 ml de cada solución patrón de fósforo. Añadir a cada uno de ellos, también con pipeta de doble enrase, 10 ml del reactivo de nitro-molibdo-vanadato, agitar para homogeneizar y dejar en reposo por diez minutos a 20 °C. Efectuar las lecturas fotométricas a 430 nm, empleando cubetas de 10 mm de paso de luz, utilizando la solución blanco de fósforo, como solución de referencia. Representar gráficamente las absorbancias obtenidas frente a los  $\mu\text{g}/\text{ml}$ , o a los mg de fósforo existentes en cada lectura.

**Preparación de la muestra: Mineralización por digestión ácida:** Pesar 1 g de muestra, con precisión de 1 mg, y llevar a matraz Kjeldahl, añadir 20 ml de ácido sulfúrico ( $d_{420} = 1,84 \text{ g/ml}$ ), agitar el matraz circularmente para evitar que la muestra se adhiera a las paredes y hervir durante diez minutos. Dejar enfriar un poco y añadir 2 ml de ácido nítrico ( $d_{420} = 1,38 - 1,42 \text{ g/ml}$ ), calentar y llevar otra vez al punto de ebullición. Repetir este procedimiento hasta decoloración de la solución. Enfriar, añadir un poco de agua y trasvasar el líquido, filtrando si es necesario, a matraz aforado de 500 ml, lavar el matraz Kjeldahl con agua caliente, y unir los líquidos del lavado si es preciso a través del filtro empleado inicialmente. Una vez frío, añadir agua hasta el enrase.

**Desarrollo del color y medida de la absorbancia:** Diluir una alícuota del filtrado problema, para conseguir una concentración de fósforo no superior a 40 µg/ml. Transferir 10 ml de esta solución a un erlenmeyer y añadir 10 ml del reactivo nitro-molibdo-vanadato. Las dos soluciones tomadas con pipeta de dos enrasas. Mezclar bien y dejar diez minutos en reposo. Transferir una alícuota a la célula y medir la absorbancia en el espectrofotómetro a 430 nm, usando como referencia una solución de 10 ml de solución blanco con 10 ml del reactivo nitro-molibdo-vanadato. Efectuar siempre un ensayo en blanco con los reactivos utilizados, siguiendo el mismo procedimiento experimental. Usar éste como referencia en cada lectura espectrofotométrica.

**Cálculos:** Determinar la concentración de fósforo en la porción alícuota diluida de la solución problema o de los microgramos/mililitros de dicha solución, por referencia a la curva de calibrado, calculando el porcentaje en peso de fósforo en la muestra.

$$\% P = S * C1 * C2 * \dots Cn / G * 10.000 * A1 * A2 \dots An$$

Siendo:

G = Peso de la muestra en gramos.

C1 C2 ... Cn = Diluciones a que se llevaron las alícuotas en ml

A1 A2 ... An = Alícuotas tomadas para las diluciones sucesivas en ml

S = µg/ml de fósforo medidos de la solución problema con relación a la curva de calibrado.

**Observaciones:** La diferencia entre el resultado de dos determinaciones sucesivas no debe exceder de: 3% (valor relativo), con contenidos de fósforo menor del 5% (m/m). 0,1% (valor absoluto) para contenidos de fósforo igual o mayor que el 5% (m/m).

## **Determinación de Magnesio**

**Principio:** Incineración de la muestra y tratamiento de las cenizas con ácido clorhídrico diluido.

### **Procedimiento.**

**Preparación de la muestra:** Pesar con precisión de 1 mg, 5 g de la muestra e introducirlos en un matraz aforado de 500 ml con 250-300 ml de agua desionizada. Añadir 40 ml de ácido clorhídrico d = 1,16, llevar a ebullición lenta durante treinta minutos. Enfriar, enrasar con agua desionizada, homogeneizar y filtrar en vaso de precipitado con filtro de pliegues. Eliminar los 30 ml primeros del filtrado.

### **Medida de la absorbancia.**

**Curva de calibrado:** Preparar, diluyendo la solución de calibrado de magnesio, con agua desionizada, al menos cinco soluciones de referencias de concentraciones crecientes, escogidas en función de la zona de medida óptima del espectrofotómetro. Añadir a cada solución 10 ml de solución de sal de estroncio al 2,5 por 100 (p/v) y completar al volumen de 100 ml con agua desionizada.

**Preparación de la muestra:** Diluir con agua desionizada una parte alícuota del filtrado, de forma que se obtenga una concentración en magnesio comprendida en los límites de concentración de las soluciones de referencia. La concentración en ácido clorhídrico de dicha solución no debe exceder de 0,4N. Añadir 10 ml de la solución de sal del estroncio al 2,5 por 100 (p/v) y completar al volumen de 100 ml con agua destilada. Medir la absorción de la solución problema y la de las soluciones referenciales a una L.O. de 285,2 nm.

**Cálculos:** Calcular la cantidad de magnesio de la muestra a partir de las soluciones de referencia. Expresar el resultado en porcentaje de la muestra.

### **Determinación de Urea:**

**Principio:** Defecación de la muestra y medida de la absorbancia a 420 nm del compuesto formado al añadir p-dimetilaminobenzaldehído.

#### **Procedimiento**

**Curva de calibrado:** Llevar volúmenes de 1, 2, 4, 5, y 10 ml de la solución patrón de urea al 0,1 por 100 (p/v) a matraces aforados de 100 ml y enrasar con agua destilada. Tomar 5 ml de cada solución, llevar a los tubos de 160 x 16 mm y añadir respectivamente 5 ml de la solución p-dimetilaminobenzaldehído (DMAB). Mezclar y poner los tubos en baño de agua a 20 °C durante 15 minutos. Medir la absorbancia de cada solución a 420 nm frente a un blanco obtenido al tomar 5 ml de agua destilada y siguiendo el mismo procedimiento, obtener la curva de calibrado.

**Preparación de la muestra:** Pesar con aproximación de 1 mg, 2 g de muestra e introducirlos en un matraz aforado de 500 ml y añadir 1 g de carbón activo que no absorba urea. Añadir 400 ml de agua destilada, 5 ml de solución Carrez I y 5 ml de solución Carrez II. Poner el matraz en el agitador de 35 a 40 rpm durante 30 minutos. Enrasar con agua destilada, agitar y filtrar.

**Determinación:** Tomar 5 ml del filtrado y llevar a los tubos de 160 x 16 mm. Añadir 5 ml de la solución DMAB y continuar como en la curva de calibrado.

**Cálculos:** Determinar el contenido de urea al comparar las absorbancias obtenidas de la muestra frente a las de la curva de calibrado. Expresar el resultado en porcentaje de muestra (USC, 2006).

# ANEXO 2

## RESULTADOS DE LABORATORIO

DE : ESCALABS

N° DE TEL : 203616

19 OCT. 2017 19:10 P3



### INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

PACIENTE: **BURGA LEON JORGE**  
MÉDICO:  
INSTITUCIÓN: LABORATORIO SABA

EL-PPA-01-F02  
Rev. 03  
Vg. 11/2014



FECHA NAC: **28/03/1955** EDAD: **62 AÑOS** DIRECCIÓN: **- CAJAMARCA**

TELÉFONO:  
/

**ANÁLISIS RESULTADO**

Recepción de muestra(s): 12/10/17 05:17 PM

#### ESTUDIO FÍSICO-QUÍMICO DE CALCULO

MUESTRA **Cálculo urinario**

#### RESULTADOS

#### Características microscópicas y

##### organolépticas :

- Cantidad de fragmentos **Múltiples fragmentos**
- Forma **Iregular**
- Dureza **Duro**
- Color **Gris**
- Tamaño **9mm x 4mm.**

#### Analitos:

- Calcio Total	11,8	%
- Fosfato Total	4,52	%
- Ácido Úrico	1,52	%
- Urea	77,12	%
- Magnesio	5,02	%

#### COMENTARIO :

Los cálculos renales están constituidos en un 80 % por sales de oxalato y el 40 % combinaciones de estos con el ácido úrico, magnesio, calcio, fosfato y otros compuestos poco solubles en ocasiones asociados con bacterias lo que hace difícil y laborioso su estudio.

En estos casos los resultados tienen solo carácter orientativo y deben ser valorados por el médico tratante con los aspectos clínicos que acompañan a esta patología.

#### Bibliografía:

HAGarcía-Perdomo PB Solarte PP España.  
Urología colombiana 2016 ELSVIER.

Última impresión: 19/10/17

Dr. WILLY F. PLASENCIA ANGULO  
Especialista en Laboratorio Clínico y Patología  
C. 1340, 13099 - I. A. C. 12233  
Director Técnico

Primer Laboratorio de provincias con Certificación Internacional de Calidad ISO 9001 : 2008

Laboratorio Central: Jr Bolognesi 334 Trujillo  
Teléfono: (044) 480730 / (044) 205937





Certificado 02069862

### INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

PACIENTE: **BURGA LEON JORGE**  
 MÉDICO:  
 INSTITUCIÓN: LABORATORIO SABA



EL-PPA-01-F02  
 Rev: 03  
 Vig: 11/2014

FECHA NAC: 28/03/1955 EDAD: 62 AÑOS DIRECCIÓN:  
 - CAJAMARCA

TELÉFONO:  
 /

ANÁLISIS RESULTADO

Recepción de muestra(s): 12/10/17 05:16 PM  
**ESTUDIO FÍSICO-QUÍMICO DE CÁLCULO**

MUESTRA Cálculo urinario  
**RESULTADOS**

**Características microscópicas y organolépticas :**

- Cantidad de fragmentos	Múltiples fragmentos
- Forma	Irregular
- Dureza	Duro
- Color	Pardo
- Tamaño	5mm x 4mm.

**Analitos:**

- Calcio Total	9.19	%
- Fosfato Total	8.02	%
- Ácido Úrico	0.0	%
- Urea	79.50	%
- Magnesio	3.28	%

**COMENTARIO :**

Los cálculos renales están constituidos en un 80 % por sales de oxalato y el 40 % combinaciones de estos con el ácido úrico, magnesio, monofosfato y otros compuestos poco solubles en ocasiones asociados con bacterias lo que hace difícil y laborioso su estudio.

En estos casos los resultados tienen solo carácter orientativo y deben ser valorados por el médico tratante con los aspectos clínicos que acompañan a esta patología.

**Bibliografía:**

HAGarcía-Perdomo PB Solarte PP España.  
 Urología colombiana 2016 ELSVIER.

Última impresión: 19/10/17

DR. WILLY F. POCCERRIA ANGULO  
 Especialista en Laboratorio Clínico y Patología  
 C.I.P. 10019 - R.M.E. 12235  
 D.E. 1037 / 1997/00

Primer Laboratorio de provincias con Certificación Internacional de Calidad ISO 9001 : 2008

Laboratorio Central: Jr Bolognesi 334 Trujillo  
 Teléfono: (044) 480730 / (044) 205937



## INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

PACIENTE: **BURGA LEON JORGE**  
 MÉDICO:  
 INSTITUCIÓN: LABORATORIO SABA



EL-PPA-01-F02  
 Rev: 03  
 Vig: 11/2014

FECHA NAC: **28/03/1955** EDAD: **62 AÑOS** DIRECCIÓN:  
**- CAJAMARCA**

TELÉFONO:  
 /

## ANÁLISIS

## RESULTADO

Recepción de muestra(s): **12/10/17 05:18 PM**  
**ESTUDIO FÍSICO-QUÍMICO DE CÁLCULO**

MUESTRA **Cálculo urinario**  
**RESULTADOS**

**Características microscópicas y organolépticas :**

- Cantidad de fragmentos	Múltiples fragmentos
- Forma	Iregular
- Dureza	Duro
- Color	Crema
- Tamaño	8mm x 9mm.

**Analitos:**

- Calcio Total	46.10	%
- Fosfato Total	5.12	%
- Ácido Úrico	0.56	%
- Urea	25.06	%
- Magnesio	23.16	%

**COMENTARIO :**

Los cálculos renales están constituidos en un 80 % por sales de oxalato y el 40 % combinaciones de estos con el ácido úrico, magnesio, amonio, fosfato y otros compuestos poco solubles en ocasiones asociados con bacterias lo que hace difícil y laborioso su estudio.

En estos casos los resultados tienen solo carácter orientativo y deben ser valorados por el médico tratante con los aspectos clínicos que acompañan a esta patología.

**Bibliografía:**

HAGarcía-Perdomo PB Solarte PP España.  
 Urología colombiana 2016 ELSVIER.

Última impresión: 19/10/17

Primer Laboratorio de provincias con Certificación Internacional de Calidad ISO 9001 : 2008

*[Firma]*  
 DR. WILSON F. BARRERA ANGULO  
 Especialista en Laboratorio Clínico y Patología  
 C.R.P. 19622 - R.N.E. 12237  
 D.E.A.T.O. T. 02710

Laboratorio Central: Jr Bolognesi 334 Trujillo  
 Teléfono: (044) 480730 / (044) 205937