

Revista de la Facultad de **Medicina Veterinaria** y de **Zootecnia**

ISSN-L: 0120-2952

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN, REPORTES DE CASO Y REVISIÓN

VOL. **70** N.º **2**

MAYO-AGOSTO DE 2023



Revista de la
Facultad de **Medicina Veterinaria**
y de **Zootecnia**



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Artículos de Investigación, Reportes de Caso y Revisión

Volumen 70 n.º 2, mayo-agosto de 2023

© UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA

Vol. 70 n.º 2, mayo-agosto de 2023

ISSN-enlace (ISSN-L): 0120-2952

ISSN en línea: 2357-3813

DOI: 10.15446/rfmvz (CrossRef)

<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/index>

Correo electrónico: rev_fmvezbog@unal.edu.co

Teléfono: (601) 3165000 Ext.19473

Bogotá, D. C., Colombia

DECANA

Lucía Botero Espinosa

VICEDECANA

Gloria Amparo Casas Bedoya

DIRECTORA DE BIENESTAR

Myriam Acero Aguilar

DIRECTORA DEPARTAMENTO DE SALUD ANIMAL

Claudia Isabel Brieva Rico

DIRECTOR DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Miguel Ángel Landines Parra

DIRECTORA DE PROGRAMA DE POSGRADO

Ligia Mercedes Jiménez Robayo

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Jorge Luis Zambrano Varón

REPRESENTANTE DE LOS PROFESORES

Giovanni Vargas Hernández

SECRETARIO ACADÉMICO

Juan Sebastián Mora Cárdenas

EDITOR GENERAL

William Frend Osorio Zambrano, Universidad Nacional de Colombia. wosorioz@unal.edu.co

COMITÉ CIENTÍFICO Y EDITORIAL:

Benjamin M. Bohrer. Ph. D., The Ohio State University. Estados Unidos.

Alexandra Calle Madrid. Ph. D., Texas Tech University. Estados Unidos

Aroa Suárez Vega. Ph. D., Universidad de Leon. España.

Francisco Javier Martínez Cordero. Ph. D., Research Center for Food and Development. México.

Hans Henrik Stein. Ph. D., University of Illinois. Estados Unidos.

Isabel Gómez-Redondo. Ph. D., GlaxoSmithKline. España.

Lizandra Amoroso. Ph. D., Universidade Estadual Paulista. UNESP. Brasil.

César Agustín Corzo Rugeles. Ph. D., University of Minnesota. Estados Unidos.

Martha Olivera Ángel. Ph. D., Universidad de Antioquia. Colombia.

Silvia Martha Feijóo, Especialista en Clínica Médica de Pequeños Animales, Universidad de Buenos Aires. Argentina.

Águeda Aparecida de Oliveira, Ph.D., Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro. Brasil.

Jerri Teixeira Zanusso, Ph.D., Universidad Federal de Pelotas. Brasil.

COORDINADOR (A) EDITORIAL:

Luz Grass Bernal. I. A. rev_fmvezbog@unal.edu.co

ESTUDIANTE DE APOYO EDITORIAL:

Fabián Danilo López Valbuena. MV. fdlopezv@unal.edu.co

CORRECCIÓN DE ESTILO

Lina Rojas Camargo

MAQUETACIÓN

Julían Hernández–Taller de diseño. director@julianhernandez.co

DERECHOS DE AUTOR Y COPYRIGHT

Los derechos de publicación de los contenidos de esta revista pertenecen a la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia. Se autoriza la citación y reproducción de los contenidos con fines académicos y científicos, siempre y cuando se indique explícitamente el nombre de la revista, el nombre de los autores, el año, el volumen, el número y las páginas del material fuente, de acuerdo con los estándares de citación de literatura científica vigentes. La reproducción de la totalidad de alguno de los artículos en otros medios de difusión debe contar con la aprobación del editor de la revista. Los contenidos publicados son responsabilidad exclusiva de los autores.

DOAJ
DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS
www.doaj.org

SciELO Colombia
www.scielo.org.co

SciELO
<https://scielo.org/>

redalyc.org
www.redalyc.org

latindex
catálogo
www.latindex.org

e-revist@s
<https://ddd.uab.cat>

Dialnet
<https://dialnet.unirioja.es/>

CAB ABSTRACTS
www.cabi.org

REDIB
www.redib.org

AGRIS
www.fao.org/agris/data-provider/universidad-nacional-de-colombia

LILACS
Literatura Latinoamericana y del
Caribe en Ciencias de la Salud
<https://lilacs.bvsalud.org/>

EBSCO
EBSCO Essentials

Contenido

Política editorial _____ 161

Editorial

Ganadería bovina sustentable para la producción de carne

Gregorio Piñeros Gómez _____ 162

Artículos de investigación

Salud animal

Protocolo anestésico para periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*)

[Anesthetic protocol for budgerigar (*Melopsittacus undulatus*)]

M. Barrera-Mendoza, J.J. Pérez-Rivero, A. Ávalos-Rodríguez, J. A. HerreraBarragán 164

Phimosis in a cat: diagnosis, treatment, and complications

[Fimosis en un gato: diagnóstico, tratamiento y complicaciones]

A. J. Ospina _____ 172

Incidence of endemic fascioliasis in animals and estimation of the financial loss

due to seizure of livers in Andahuaylas, Peru

[Incidencia de fascioliasis endémica en animales y estimación de la pérdida económica por decomiso de hígados en Andahuaylas, Perú]

S. A. Reinoso, A. A. Valderrama _____ 179

Producción animal

Niveles de pH gastrointestinal posprandial en juveniles de *Piaractus brachypomus*

(Serrasalminidae) y *Schizodon fasciatus* (Anostomidae)

[Postprandial gastrointestinal pH levels in juveniles of *Piaractus brachypomus*

(Serrasalminidae) and *Schizodon fasciatus* (Anostomidae)]

A. R. Palomino-Ramos, J. J. Coasaca-Céspedes, J. A. Bastidas-Henostroza,

A. E. Romani-Alegre y J. C. Francia-Quiroz _____ 192

Artículo de revisión

Salud animal

Identificación molecular de microorganismos hemotrópicos transmitidos por vectores

en caninos domésticos de diferentes centros veterinarios de Medellín, Colombia

[Molecular identification of hemotropic microorganisms transmitted by vectors in

domestic canines from different veterinary centers in Medellín, Colombia]

C. Ríos-Usuga, A. Arias, D. Gómez, D. Pérez, C. Muñoz-Cadavid,

I. L. Jaramillo-Delgado _____ 206

Enfermedades transmitidas por vectores en gatos: una mirada molecular en ambientes urbanos de Medellín, Colombia
 [Vector-borne diseases in cats: a molecular look at urban environments in Medellín, Colombia]
C. Ríos-Usuga, A. Arias, D. Gómez, D. Pérez, C. Muñoz-Cadavid, I. L. Jaramillo-Delgado _____ 220

Reportes de caso

Salud animal

Carcinoma escamocelular ocular en bovino de raza Brahman Gris: reporte de caso
 [Ocular squamous cell carcinoma in cattle of the Gray Brahman breed: case report]
S. F. Quebrada, L. D. Ramírez _____ 234

Circumferential postioplasty in a kitten with acquired phimosis. Reporte de caso
 [Postioplastía circunferencial en gatitos con fimosis adquirida. Reporte de caso]
E. Salazar-Grosskelwing _____ 245

Instrucciones para los autores y consideraciones éticas _____ 252

Instructions for authors and ethical considerations _____ 257

Instruções aos autores e considerações éticas _____ 261

INDEXACIÓN:

La REVISTA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá D. C., se encuentra referenciada en los siguientes índices y bases de datos:

- SciELO Colombia
- Scielo Citation Index-Web of Science (Thomson Reuters)
- CAB-Abstracts (CAB International)
- Redalyc
- DOAJ (Directory of Open Acces Journals)
- LILACS
- Latindex (UNAM)
- Agris-FAO
- Dialnet
- e-revistas
- Redib
- Ebsco Essentials

Nuestros contenidos Open-Access se pueden consultar y bajar en:
www.revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/index

Política editorial

La *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* fue creada en 1929 por el doctor Doménico Geovine, decano de la Escuela Nacional de Medicina Veterinaria, hoy Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. En el medio universitario y en el área pecuaria, es la revista del área de mayor antigüedad. Desde su creación su objetivo ha sido ofrecer un medio escrito de expresión para toda la comunidad académica interna y externa, en el cual exponer sus ideas, resultados de investigación, ensayos etc., en relación con el quehacer científico en el área de las Ciencias Animales y otras afines. Su filosofía ha sido tener un carácter abierto, decididamente transparente y democrático, no solo en la participación de los articulistas sino en los procedimientos internos de gestión. La Revista busca cumplir con sus objetivos de divulgar los trabajos de investigación, documentos críticos y de revisión técnico científica, permitiendo la difusión del conocimiento entre profesionales de las áreas pecuarias; siempre en la búsqueda de información pertinente y actualizada de temas relacionados con el sector y propendiendo a obtener reconocimiento en la comunidad en general, editando una revista que permita la interacción de la academia con el medio.

Periodicidad: cuatrimestral.

Arbitraje:

Los manuscritos y propuestas de publicación serán evaluados por medio de criterios explícitos, según el tipo de material, por pares académicos externos mediante la modalidad de doble ciego con cuando menos dos evaluadores por manuscrito. La evaluación procurará identificar los aportes a la innovación científica tecnológica o pedagógica de las propuestas, frente al estado vigente de conocimiento en una disciplina; los pares académicos externos deben emitir un concepto de aprobación, modificación o reprobación y en caso de un concepto dividido será el Comité Editorial quien determine la decisión final. Así mismo, el Comité Editorial o el editor en jefe podrán recomendar o negar la publicación del manuscrito, o solicitar la corrección de forma o de fondo del mismo.

Los criterios por aplicar en la evaluación académica de los manuscritos y propuestas son los siguientes:

- Pertinencia de contenido o temática: los textos deberán abordar las cuestiones que resulten relevantes de manera directa o indirecta, para la comprensión de alguna de las disciplinas y profesionales de la salud y la producción animal.
- Rigor argumental: los trabajos deberán tener un pensamiento formal coherente y lógico.
- Coherencia metodológica: concordancia entre el planteamiento del problema, los objetivos, resultados e interpretaciones.
- Claridad conceptual: correspondencia entre términos científicos o técnicos empleados en la finalidad temática.

Ganadería bovina sustentable para la producción de carne

La sostenibilidad, entendida en términos sociales, económicos y ambientales, se debe concebir como un paradigma a la hora de crear, planificar, implementar y evaluar un sistema de producción bovina para carne.

La ganadería bovina para carne ha sido asociada con situaciones de marginalidad y exclusión social para un núcleo importante de su población humana, en especial por el limitado acceso a tierras productivas y geográficamente bien ubicadas, a servicios básicos como alimentación, salud y educación y a mercados competitivos y justos para los pequeños y medianos productores.

El riesgo de producir bajo condiciones de incertidumbre climática, laboral y de acceso a mercados objetivos y racionales, desde el punto vista económico, no se compadece con el precio del ganado en pie y de la carne ni con el alto grado de participación de la intermediación en la determinación de estos precios, a los que adicionalmente se les confiere una baja agregación de valor y de garantía de inocuidad.

Por otra parte, la producción ganadera ha sido relacionada con el calentamiento global, la deforestación, las altas en las huellas de carbono e hídrica, la pérdida de la biodiversidad, el monocultivo de pastos, el empleo indiscriminado de agroquímicos, la siembra alterna de cultivos ilícitos y la minería ilegal.

A esto se suma el maltrato animal y la baja implementación de protocolos de bienestar animal, que constituyen una justificación para el fomento actual de las tendencias sociales y alimentarias del veganismo y en parte el vegetarianismo.

Debido a la carente y subjetiva información que existe al respecto de esta controvertida temática, un grupo de investigadores de varios países se reunió para analizarla, validarla o refutarla y, como resultado de su labor, el 27 de octubre de 2022 se promulgó la Declaración de Dublín de los Científicos sobre el Papel Social de la Ganadería. Allí se aborda la necesidad de encontrar pruebas fiables sobre los beneficios para la salud y la alimentación, la sostenibilidad ambiental, los valores sociales y económicos de esta producción y de proponer soluciones efectivas y racionales para las problemáticas derivadas de los ineficientes sistemas de producción bovina para carne y para refutar la desinformación existente a nivel público.

Los sistemas de producción ganadera para carne se deben enfocar a garantizar la seguridad alimentaria y la inocuidad de los alimentos para la población humana, especialmente para la tercera parte de la actual población del mundo, que se encuentra en un alto grado de vulnerabilidad en términos nutricionales debido al reducido acceso a alimentos de origen proteico por su alto costo, lo que afecta su consumo en núcleos poblaciones vulnerables como niños y adolescentes en crecimiento, mujeres gestantes y lactantes y adultos mayores pertenecientes a estratos socioeconómicos con bajo poder adquisitivo.

En lo referente a la inocuidad, se deben implementar las estrategias contempladas en el concepto de “una sola salud”, que propende al cuidado del medioambiente, de la salud animal y de la salud humana y de las interacciones que susciten entre ellas.

Los sistemas ganaderos desarrollados bajo modelos silvopastoriles eficientes pueden conducir a la captación del carbono atmosférico, a mejorar la microfauna del suelo, proteger la biodiversidad y el agua y a fomentar el desarrollo de diversos servicios ecosistémicos.

Otro aspecto por considerar tiene que ver con la temática del abordamiento integral de “un solo bienestar”, a través del cual se debe promover la protección del medio ambiente, el cuidado racional de los animales y el aseguramiento de condiciones de seguridad social y de calidad de vida a los trabajadores de las explotaciones ganaderas.

Ante el anterior panorama, el reto de las actuales y las futuras generaciones de profesionales del sector pecuario es contribuir a desmontar todos los mitos que satanizan a la ganadería, visibilizar los beneficios nutricionales, sanitarios, ambientales y socioeconómicos de la producción de carne bovina y contribuir a la solución de las problemáticas derivadas de esta explotación.

Gregorio Piñeros Gómez




Zootecnista, Magíster en Educación

Profesor Asociado del Departamento de Producción Animal

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Protocolo anestésico para periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*)

M. Barrera–Mendoza ¹ , J.J. Pérez–Rivero ² , A. Ávalos–Rodríguez ² ,
J. A. Herrera–Barragán ^{2*} 

Recibido: 01/09/2022. Aprobado: 03/11/2022

RESUMEN

La anestesia aviar constituye un área de estudio controvertida debido a la morfofisiología diferente entre aves y mamíferos. Lo anterior hace necesario desarrollar protocolos confiables que contribuyan al bienestar de las aves en cautiverio. La anestesiología en aves representa una actividad clínica que demanda especial cuidado de los pacientes que requieren procedimientos quirúrgicos. Este estudio describe los parámetros de SpO₂, frecuencias cardíaca y respiratoria durante la anestesia con isoflurano de *Melopsittacus undulatus*. Se monitorearon 12 machos y 7 hembras durante las etapas anestésicas. La inducción anestésica duró 1:30 ± 0:31 min en machos y 2:19 ± 0:16 min en hembras, con promedio de mantenimiento de 7:00 ± 1:39 min. No se encontraron diferencias significativas en los tiempos anestésicos entre hembras y machos ($p > 0,05$). Se presentó una variación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) de la SpO₂ en el periodo de recuperación, las hembras presentaron mayor saturación de oxígeno (71 ± 4 %) en comparación con los machos (89 ± 2 %). En la valoración de la función cardíaca durante la anestesia, no se detectaron diferencias significativas entre machos y hembras ($p > 0,05$). Se concluye como un protocolo anestésico seguro para procedimientos clínicos de corta duración para aves pequeñas como *M. undulatus*.

Palabras clave: anestesia, isoflurano, electrocardiograma, fisiología, psitácidos.

Anesthetic protocol for budgerigar (*Melopsittacus undulatus*)

ABSTRACT

Avian anesthesia is a controversial area of study due to the differences between birds and mammals morpho physiology. This makes necessary to develop reliable protocols for birds in captivity, which contributes to their welfare under human care. Bird anesthesiology today represents a veterinary clinical activity that demands special care for patients requiring surgical procedures. This study describes the parameters of SpO₂, cardiac activity, heart and respiratory rate during anesthesia with isoflurane for

¹ Maestría en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, col. Villa Quietud, Coyoacán, 04960, Ciudad de México.

² Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, col. Villa Quietud, Coyoacán, 04960, Ciudad de México.

* Autor de correspondencia. Correo electrónico: jherreab@correo.xoc.uam.mx

Melopsittacus undulatus. 12 males and 7 females were monitored during the anesthetic stages. Anesthetic induction lasted $1:30 \pm 0:31$ min in males and $2:19 \pm 0:16$ min in females, with an average maintenance time of $7:00 \pm 1:39$ min. No significant differences were found in anesthetic times between females and males ($p > 0.05$). There was a statistically significant variation ($p < 0.05$) of SpO₂ in the recovery period, females had higher oxygen saturation ($71 \pm 4\%$) compared to males ($89 \pm 2\%$). In the assessment of cardiac function during anesthesia, no significant differences were detected between males and females ($p > 0.05$). It is concluded as a safe anesthetic protocol for clinical procedures of short duration for small birds such as *M. undulatus*.

Keywords: anesthesia, isoflurane, electrocardiogram, physiology, psittacines.

INTRODUCCIÓN

La anestesia se utiliza por diversas razones en la clínica aviar, desde procedimientos diagnósticos y clínicos no invasivos hasta los quirúrgicos invasivos, los cuales requieren de la implementación de protocolos anestésicos y analgésicos bien balanceados (Alonso 2018; Doss y Mans 2021).

El éxito de los procedimientos anestésicos en psitácidos debe incluir el conocimiento de avances en su farmacología y fisiología, así como el conocimiento de las funciones y los parámetros cardiovasculares y respiratorios y las características morfofisiológicas como el tamaño del ave, la especie y edad, al igual que su manejo y susceptibilidad para reducir el estrés (Sabater y Adami 2022). La utilización de la anestesia para realizar el examen físico rutinario en las aves tiene múltiples ventajas en comparación con la contención manual, debido a la reducción del estrés (Escalante *et al.* 2018). Se han descrito diversas combinaciones farmacológicas por vía parenteral para inducir anestesia en *Melopsittacus undulatus* como la Alfaxalona (15 mg/kg IM) y la combinación de Butorphanol (2,5 mg/kg IM) con Midazolam (1,25 mg/kg IM) (Escalante *et al.* 2018), de lo cual se reportan resultados confiables con adecuada sedación y recuperación sin

accidentes anestésicos, logrados con la supervivencia de los ejemplares posanestesia; sin embargo, una de sus principales limitantes es que, una vez administrados los fármacos, estos no podrán removerse del organismo hasta ser metabolizados. Por otra parte, la anestesia fija también involucra un riesgo alérgico a alguno de los fármacos que sean utilizados, y la utilización de anestesia inhalada requiere el uso de una máquina anestésica que puede representar una inversión económica considerable (Sadegh 2013). Una alternativa para la restricción química, para diagnóstico y cirugía, son los agentes anestésicos inhalados (Doss y Mans 2021; Escobar *et al.* 2016); el isoflurano es el anestésico de elección en las aves debido a su rapidez en los tiempos de inducción y recuperación, así como mínimos efectos secundarios a nivel cardiovascular (Escobar *et al.* 2016).

Por lo anterior, se midieron las constantes fisiológicas respiratorias y cardíacas mediante un pulsioxímetro para evaluar la seguridad del isoflurano como agente anestésico. La oximetría de pulso se basa en que la hemoglobina oxigenada (O₂Hb) y la hemoglobina desoxigenada (HHb) absorben de manera diferencial la luz roja y la luz infrarroja cercana (IR). O₂Hb absorbe

mayores cantidades de luz IR y menores cantidades de luz roja que HHb; esto es consistente con la experiencia: la sangre bien oxigenada con sus concentraciones más altas de O₂Hb aparece de color rojo brillante a la vista porque dispersa más luz roja que la HHb. Por otro lado, HHb absorbe más luz roja y parece menos roja. Aprovechando esta diferencia en las propiedades de absorción de luz entre O₂Hb y HHb, los oxímetros de pulso emiten dos longitudes de onda de luz, roja a 660 nm y casi IR a 940 nm. El oxímetro de pulso utiliza la cantidad relativa de luz roja e IR absorbida para determinar en última instancia la proporción de Hb unida al oxígeno. La capacidad de la oximetría de pulso para detectar la saturación parcial de oxígeno (SpO₂) solo de sangre arterial se basa en el principio según el cual la cantidad de luz roja e IR absorbida fluctúa con el ciclo cardíaco, ya que el volumen de sangre arterial aumenta durante la sístole y disminuye durante la diástole (Chan *et al.* 2013). Esto demuestra la necesidad expuesta y propone una posible evaluación que requiere ser validada en *M. undulatus*, una especie frecuente como animal de compañía bajo cuidado humano y de la cual, debido a su tamaño, se requieren parámetros fisiológicos basales de referencia y antecedentes de protocolos anestésicos confiables y eficientes que garanticen la vida de los pacientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aves

Se utilizaron 19 periquitos australianos (*Melopsittacus undulatus*) (12 machos y 7 hembras) con edades entre los 10 y 12 meses, criados en las mismas condiciones e incluidos como pacientes al azar que

representan una población real; clínicamente sanos, libres de ectoparásitos y endoparásitos, sin ruidos respiratorios y sin secreciones en mucosas sugerentes de algún proceso infeccioso; con peso corporal de $31,37 \pm 1,9$ g y $36,01 \pm 3,7$, machos y hembras respectivamente. Se alojaron de manera individual en jaulas de 70 cm x 50 cm, con exposición a 12 horas de luz natural, se alimentaron con dieta comercial especializada Trill®, Complete Budgie Food y agua *ad libitum* y se sometieron a un ayuno de 2 horas previas al procedimiento de su anestesia.

Comité de ética

Se cumplió con la NOM-062-ZOO-1999 “Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio” (SAGARPA, 1999), además el proyecto se encuentra aprobado por el Comité Interno para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL-UAM-X) con el número 009.22, proyecto número 234, titulado: “Evaluación de diferentes protocolos de sedo analgesia y anestesia general para periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*)”.

Evaluaciones fisiológicas

Antes del monitoreo de los parámetros basales preanestésicos, las aves fueron alojadas en el laboratorio con iluminación tenue y escasos sonidos que pudieran perturbarlas durante al menos 10 minutos, esto con el propósito de facilitar su relajación.

Asimismo, previo a la inducción anestésica, las aves fueron valoradas clínicamente para determinar sus parámetros fisiológicos de frecuencia respiratoria (FR), pulso en latidos por minuto (LPM) y saturación parcial de oxígeno (SpO₂) basales (Botman *et al.* 2016). Para ello se utilizó un oxímetro OX 100 (KONTROLab®, Italia)

colocando el electrodo de pinza sobre la arteria braquial del ala izquierda. La FR, LPM y SpO₂ se midieron durante la anestesia y la recuperación (Reyes 2016).

Electrocardiograma

Con el ave en estado de anestesia, se realizó el electrocardiograma (Hassanpour *et al.* 2016) con un electrocardiógrafo modelo ECG 10AV (SHINOVA®, China), los electrodos se colocaron con el ave en decúbito dorsal, en ala izquierda el electrodo (L), en ala derecha (R), en el tarsometatarso izquierdo (F), en el tarsometatarso derecho (N) y en músculo pectoral (C). Se obtuvieron los intervalos PR (ms), P/QRS/T (ms), QT/QTc (ms) y el eje P/QRS/T (Deg). La interpretación de la nomenclatura y del electrocardiograma (ECG) se realizó con base en métodos estandarizados para aves (Hassanpour *et al.* 2011), los ECG se estandarizaron a 10 mm/mV a una velocidad de 50 mm/s y se evaluaron los patrones morfológicos de las desviaciones de P-QRS-T para cada derivación.

Inducción anestésica

Se utilizó un equipo de anestesia inhalada para isoflurano con un vaporizador Isotec 3 (Branton Vet Anesthesia Service®. EUA), acoplado a un circuito abierto tipo Bain, el cual fue conectado a una cámara de anestesia diseñada para este estudio, construida con acrílico con un volumen de 2.500 cm³ (figura 1), en la cual se introdujo al ave para inducir su anestesia con isoflurano (SofloranVet® Pisa Agropecuaria. México) al 3% para inducción, con un flujo de 2 litros por minuto (L/min) de oxígeno medicinal. El plano anestésico profundo fue considerado cuando el ave presentó respiración profunda, sin respuesta al sonido exterior ni al manejo por contacto, además de inmovilidad en decúbito

esternal, acompañados de ausencia del reflejo palpebral y disminución del tono mandibular (Doss y Mans 2021; Reyes 2016). Posteriormente, el ave se retiró de la cámara de inducción y se ubicó sobre un tapete suave para colocarle una máscara de anestesia, elaborada con un tubo de 50 ml, acoplado en su parte distal a un conector para tubo endotraqueal y a la parte proximal a un tubo de látex a manera de empaque (figura 1); en este momento se redujo a 2,5% la concentración de isoflurano, sin cambios en el flujo de oxígeno, posteriormente se colocó el sensor del oxímetro OX 100, para así mantener una anestesia por 10 min a cada ave.

Recuperación anestésica

Una vez terminado el procedimiento anestésico, se suspendió la administración de isoflurano, se retiró la máscara de anestesia y se regresó al ave a la cámara de anestesia administrando únicamente oxígeno (2 L/min). Se colocó en un lugar con luz tenue y ruidos mínimos. Se determinó la recuperación anestésica del ave cuando esta presentó aleteo, respiración continua, buen tono muscular general permaneciendo de pie y moviendo la cabeza a voluntad (Doss y Mans 2021), momento en que se realizó la última monitorización de los parámetros fisiológicos evaluados, frecuencia respiratoria (FR) pulso (LPM) y saturación parcial de oxígeno (SpO₂).

Análisis estadísticos

Como medidas de resumen, se determinaron el percentil 50 (mediana) ± error estándar (E.E) y como medidas de dispersión adicionales el intervalo entre percentil 25 y 75 de las variables FR, LPM y SpO₂. Se comparó la SpO₂ y LPM durante la inducción, mantenimiento y recuperación de la anestesia entre machos y hembras.

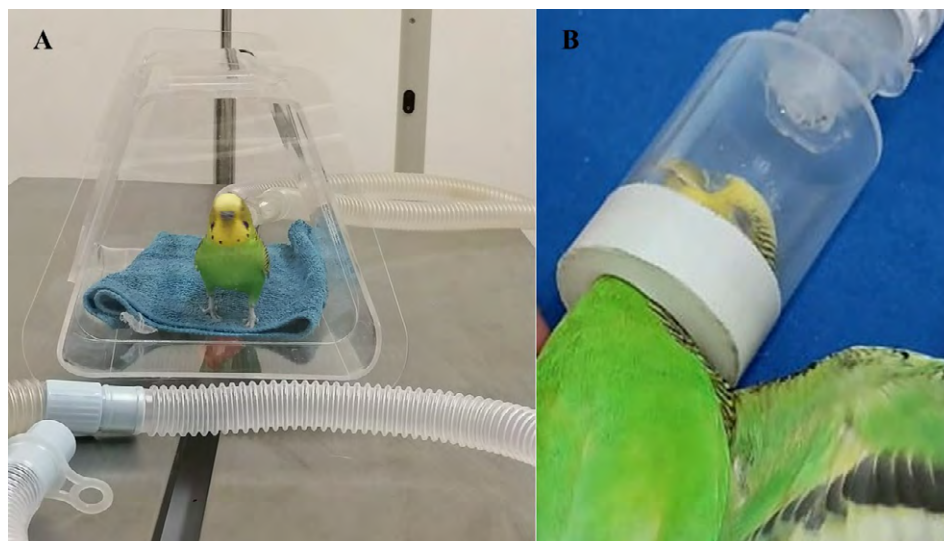


FIGURA 1. Cámara y mascarilla para la inducción y mantenimiento del plano anestésico. 1A. Cámara de 2500 cm³, construida con acrílico. 1B. Mascarilla diseñada para *M. undulatus*, acoplada en su parte distal a un conector para tubo endotraqueal y a la parte proximal a un tubo de látex.

Fuente: elaboración propia.

De manera adicional, se compararon los tiempos de inducción, el mantenimiento y la recuperación de la anestesia entre ambos sexos. El análisis fue realizado mediante las pruebas de Kruskal Wallis y Mann Whitney, tomando como valor significancia estadística para ambas pruebas el valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estabilidad y profundidad anestésica de los periquitos durante el procedimiento fue demostrada cuando el ave presentó respiración profunda, sin respuesta al sonido exterior ni al manejo por contacto, además de inmovilidad en decúbito esternal, acompañados de ausencia del reflejo palpebral y disminución del tono mandibular. El tiempo de inducción a la

anestesia en los machos fue de $1:30 \pm 0:31$ minutos, para las hembras fue de $2:19 \pm 0:16$ minutos. La duración de la anestesia en hembras y machos fue de $7:00 \pm 1:39$ minutos. Por otra parte, el tiempo que tardaron en recuperarse de manera total de la anestesia fue en los machos de $3:00 \pm 0:36$ minutos y para las hembras de $2:00 \pm 1:23$ minutos. No se observaron diferencias significativas en los tiempos de inducción y recuperación de la anestesia entre ambos sexos ($p > 0,05$). Durante este estudio no se registraron muertes de las aves, no se observaron alteraciones en el ritmo cardíaco, con un ritmo sinusal normal en todas las aves. Nuestros resultados coinciden con otros estudios en los que también se obtuvieron lecturas de ECG con anestesia inhalada en aves. Deori *et al.* (2017) utilizaron diferentes

dosis de isoflurano en aves domésticas y encontraron disminución marginal de la frecuencia cardíaca sin afectar el límite fisiológico.

Se registró una estabilidad en la SpO₂ y el LPM durante la evaluación inicial y el mantenimiento de la anestesia entre las hembras y los machos ($p > 0,05$); sin embargo, en las hembras se presentó una disminución en los valores de la SpO₂ en el periodo de recuperación anestésica ($p < 0,05$) (tabla 1). La disminución de la SpO₂ durante la recuperación anestésica en las hembras puede deberse a que estas tardan más tiempo en recuperarse del estrés después de una amenaza (Duggan 2017). Hay que considerar que el isoflurano deprime de manera leve la oxigenación a nivel del miocardio, disminuyendo así el gasto cardíaco, por esta razón, se considera al miocardio como un indicador sensible a la hipoxia, situación que se demuestra por la taquicardia evidenciada por un incremento de los LPM en las hembras

durante recuperación de la anestesia (Botman *et al.* 2016).

La curva pletismográfica obtenida tanto en machos como hembras durante el mantenimiento de la anestesia fue similar en todas las aves evaluadas. Durante la anestesia, los parámetros electrocardiográficos no presentaron cambios ($p > 0,05$) entre machos y hembras cuando se comparan los intervalos PR, P/QRS/T, QT/QTc, P/QRS/T (tabla 2). En concordancia con la misma idea, se ha descrito que el isoflurano tiene efecto vasodilatador, lo cual disminuye la resistencia vascular sistémica y en consecuencia produce hipotensión, la cual se ha correlacionado con la profundidad de la anestesia en otras especies aviares (Botman *et al.* 2016).

En los valores obtenidos en la onda P no se observaron anomalías. A diferencia de lo que sucede con los mamíferos, la onda QRS se observa que va ligeramente deprimida en comparación con la línea isoeletrica, lo que se considera normal

TABLA 1. Parámetros de LPM y SpO₂ en cada etapa del procedimiento anestésico de periquitos australianos

| | Machos (n=12) | | | Hembras (n=7) | | |
|--------------------------|------------------|-----------|--------------------|------------------|-----------|--------------------|
| | Inicial | Anestesia | Recuperación | Inicial | Anestesia | Recuperación |
| LPM* | 261±5 | 268±9 | 257±7 ^a | 271±6 | 281±4 | 291±3 ^b |
| Percentil (25-75) | 253-292 | 253-289 | 249-285 | 255-289 | 258-285 | 257-295 |
| SpO ₂ * | 91±2 | 95±2 | 89±2 ^a | 84±3 | 95±3 | 71±4 ^b |
| Percentil (25-75) | 83-98 | 87-99 | 79-98 | 60-96 | 80-100 | 55-92 |
| Frecuencia Respiratoria* | 180±12 | 85±21 | 120±5 | 151±15 | 101±30 | 157±1 |
| Percentil (25-75) | 168-190 | 80-100 | 110-130 | 130-160 | 44-147 | 150-160 |

SpO₂: Diferentes literales a, b en la misma fila indican diferencias con significancia estadística $P < 0,05$ (Mann-Whitney). (*) Resultados numéricos expresados en mediana ± E.E

Fuente: elaboración propia.

TABLA 2. Parámetros de electrocardiografía durante la anestesia de periquito

| | Machos (n=3) | Hembras (n=3) | Mann-Whitney |
|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| LPM (Latidos/minuto) | 268 ± 9 | 281 ± 4 | p >0,05 |
| Intervalo PR (ms) | 65 ± 17 | 65 ± 14 | p >0,05 |
| Intervalo P/QRS/T (ms) | 45±4/275±41/44±1 | 57±7/180±42/37±5 | p >0,05 |
| Intervalo QT/QTc(ms) | 128±9/265±18 | 153±73/337±162 | p >0,05 |
| Eje P/QRS/T (Deg) | 157±80/159±77/157±83 | 179±38/232±4/163±60 | p >0,05 |

Datos sin diferencia significativa para el análisis estadístico de Mann Whitney ($p > 0,05$).

(*) Resultados numéricos expresados en mediana ± E.E.

Fuente: elaboración propia.

en aves (Hassanpour *et al.* 2011). En el caso de la onda T fue predominantemente positiva con respecto a la línea isoeléctrica y contrario a lo descrito en animales no sometidos a procedimiento anestésico (Hassanpour *et al.* 2011).

CONCLUSIONES

El protocolo anestésico implementado demostró seguridad farmacológica de utilidad clínica. Los parámetros fisiológicos determinados respaldan esta conclusión, pues aportan datos de referencia cardiorrespiratorios confiables para otros procedimientos en la actividad clínica veterinaria de *M. undulatus*.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe ningún tipo de conflicto de interés.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México. Beca 925356, otorgada a Merit Barrera M., alumna de la Maestría en Ciencias Agropecuarias UAM-X.

AGRADECIMIENTOS:

A la universidad Autónoma Metropolitana X y la Maestría en Ciencias Agropecuarias. México.

REFERENCIAS

- Alonso GO. 2018. Cirugía de mínima invasión en veterinaria: Evolución, impacto y perspectivas para el futuro. *Rev Fac Med Vet Zoot.* 65(1). <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v65n1.72035>
- Botman J, Dugdale A, Gabriel F, Vandeweerd JM. 2016. Cardiorespiratory parameters in the awake pigeon and during anaesthesia with isoflurane. *Vet Anaesth Analg.* 43(1):63-71. <http://dx.doi.org/10.1111/vaa.12262>
- Chan ED, Chan MM, Chan MM. 2013. Pulse oximetry: understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. *Respir Med.* 107(6):789-99. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.02.004>
- Deori P, Sarma KK, Nath PJ, Singh CK, Nath R. 2017. Physiological alteration, quality of anesthesia and economy of isoflurane in domestic chickens (*Gallus domesticus*). *Vet World.* 10 (5):493-497. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.493-497>
- Doss G, Mans C. 2021. Avian Sedation. *J Avian Med Surg.* 35(3):253-268. <https://doi.org/10.1647/20-00045>

- Duggan MR, Lee-Soety JY, Anderson MJ. 2017. Personality types in Budgerigars, *Melopsittacus undulatus*. Behav Processes. 38:34-40. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2017.02.003>
- Escalante GC, Balko JA, Chinnadurai SK. 2018. Comparison of the Sedative Effects of Alfaxalone and Butorphanol-Midazolam Administered Intramuscularly in Budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). J Avian Med Surg. 32(4):279-285. <https://doi.org/10.1647/2017-328>
- Escobar A, Da Rocha RW, Pypendop BH, Zangirolami Filho D, Sousa SS, Valadão CA. 2016. Effects of Methadone on the Minimum Anesthetic Concentration of Isoflurane, and Its Effects on Heart Rate, Blood Pressure and Ventilation during Isoflurane Anesthesia in Hens (*Gallus gallus domesticus*). PLoS One. 11(3):e0152546. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152546>
- Hassanpour H, Zarei H, Hojjati P. 2011. Analysis of Electrocardiographic Parameters in Helmeted Guinea Fowl (*Numida meleagris*). J Avian Med Surg. 25(1):-8-13. <https://doi.org/10.1647/2009-048.1>
- Hassanpour H, Dehkordi HA, Khosravi M, Soltani S, Nasiri L. 2016. Analysis of the Normal Electrocardiogram in Wild Rooks (*Corvus frugilegus*). J Avian Med Surg. 30(4):329-334. <https://doi.org/10.1647/2015-079>
- Reyes GL. 2016. Evaluación de un protocolo anestésico basado en ketamina y dexmedetomidina en aves psittacidas (*Ara ararauna*) del bioparque Wakatá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Medicina Veterinaria. Bogotá D.C, Colombia. pp: 28-38. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/168/
- Sabater G, Adami C. 2022. Psittacine Sedation and Anesthesia. Vet Clin North Am Exot Anim Pract. 25(1):113-134. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2021.08.010>
- Sadegh AB. 2013. Comparison of intranasal administration of xylazine, diazepam, and midazolam in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*): clinical evaluation. J Zoo Wild Med. 44(2):241-244. <https://doi.org/10.1638/2009-0116R3.1>
- SAGARPA. 1999. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Diario Oficial de la Federación. México. Agosto, 2001. [Consulta 01 Mayo 2022]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/203498/NOM-062-ZOO-1999_220801.pdf

Forma de citación del artículo:

Barrera–Mendoza M, Pérez–Rivero JJ, Ávalos–Rodríguez A, Herrera–Barragán JA. 2023. Protocolo anestésico para periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*). Rev Med Vet Zoot. 70(2):164-171. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n2.102914>

Phimosis in a cat: diagnosis, treatment, and complications

A. J. Ospina^{1*} 

Recibido: 29/07/2022. Aprobado: 9/09/2022

ABSTRACT

Phimosis is the inability to move the penis through the preputial orifice. This condition, in its congenital form, is infrequent in cats and has a low prevalence compared to canines. Diagnosis is based on the physical exam and the treatment of choice is often preputioplasty. The following case describes a six-week-old feline patient with signs of strangury, pollakiuria, excessive licking, and vocalizations when urinating. The physical examination showed significant stenosis of the preputial orifice. Circular preputioplasty is performed as a therapeutic approach, and after three days the patient shows a recurrence of the initial signs due to the presence of excessive granulation tissue because the surgical margins were not wide enough. Consequently, the patient undergoes corrective surgery to enlarge the preputial orifice and reduce the manifestation of clinical signs. This time the patient showed immediate resolution of the signs of distress that after 1 year have not recurred. The objective of this study is to provide information about clinical-surgical decisions and the main complications in cats with phimosis.

Keywords: complications, phimosis, treatment, cat.

Fimosis en un gato: diagnóstico, tratamiento y complicaciones

RESUMEN

La fimosis es la incapacidad para exponer el pene por el orificio prepucial. La fimosis congénita en gatos es poco común y presenta baja prevalencia en comparación con la presentación en perros. El diagnóstico se basa en el examen físico y el tratamiento de elección es la prepucioplastia. Se describe el caso de un paciente felino de seis semanas de edad con signos de estranguria, polaquiuria, lamido excesivo y vocalización al realizar la micción. En el examen físico se aprecia una marcada estenosis del orificio prepucial. Como abordaje terapéutico se realiza prepucioplastia circular y al cabo de tres días el paciente presenta recidiva de los signos iniciales por la presencia de excesivo tejido de granulación, esto debido a que los márgenes quirúrgicos no fueron lo suficientemente amplios. En consecuencia, es sometido a cirugía correctiva con el fin de ampliar el orificio prepucial y reducir la manifestación de los signos clínicos. El paciente muestra

¹ Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Maestría en Ciencias Veterinarias, Departamento de Salud Animal, Carrera 35 No. 62-160, Manizales, Colombia.

* Autor de correspondencia. Correo electrónico: julianospina55@gmail.com

resolución de los signos después de la cirugía y posterior al seguimiento durante un año no vuelve a presentar evidencias de recidiva. El objetivo de este reporte es contribuir con información en cuanto a las decisiones clínico-quirúrgicas y las principales complicaciones en gatos con fimosis.

Palabras clave: complicaciones, fimosis, tratamiento, gato.

INTRODUCTION

Phimosis is the inability to move the penis through the preputial orifice, so it remains trapped inside the foreskin. This is caused by inadequate development that produces narrowing or complete closure of the orifice (Kruger *et al.* 1996; Sarierler and Kara 1998; May and Hauptman 2009; Vadalía *et al.* 2014). This disease can appear in both dogs and cats, but it is less frequent in felines (Sarierler and Kara 1998; Bright and Mellanby 2004; May and Hauptman 2009; Yoon and Jeong 2013). So far phimosis in cats is not associated with a specific race as a risk factor or carrier of this condition.

However, it has been established that the average age for developing phimosis is between 10.5 and 18 weeks (May and Hauptman 2009; De Vlaming *et al.* 2019). It can be a congenital or acquired disease. When acquired, it is related to traumatic events that unchained edema, inflammatory processes, and in some cases cicatrization (May and Hauptman 2009; Vadalía *et al.* 2014). Clinical symptoms depend on the narrowness of the preputial orifice. Strangury, pollakiuria, hematuria, inflammation, and constant licking are the main signals. Nevertheless, there can be asymptomatic patients with slight stenosis in the orifice, preputial ulcerations in much narrower orifices, and cases with a total absence of the orifice; death can be a consequence if symptoms remain untreated (Kruger *et al.* 1996; Yoon and Jeong 2013). Diagnosis

is based on physical examination, where stenosis in the preputial orifice, narrowing, or impossibility of exposure of the penis can be appreciated (May and Hauptman 2009; de Vlaming *et al.* 2019). Concerning treatment, there are reports of corticosteroid ointments and procedures for expansion of the preputial orifice without resection of surrounding tissue, but the main option is preputioplasty (Papazoglou and Kazakos 2002; Hedlund 2007). In order to choose the best surgical approach, the following classification has been proposed: phimosis type 1 (cats with stenosis in the preputial orifice and absence of adherences between the penis and the prepuce), and phimosis type 2 (cats with stenosis in the preputial orifice and adherences between the penis and the prepuce). According to this classification, in cats with phimosis type 1, preputioplasty with a circular stapler is indicated, meanwhile in cats with phimosis type 2, preputial urethrostomy (Bright and Mellanby 2004; Yoon and Jeong 2013; de Vlaming *et al.* 2019). Exposure of the tip of the penis is the main complication reported in patients subjected to preputioplasty. Normally, this exposure diminishes within post-surgical time, however, there is a possibility of reduced exposure instead of disappearing completely (de Vlaming *et al.* 2019).

The objective of this report is to contribute information about clinical and surgical decisions and the main complications in cats with phimosis.

EXAMINATION OF THE PATIENT

A common cat, 6 weeks old, is brought to consultation due to hematuria, pollakiuria, periuria, vocalization, and excessive licking before and after micturition. The owner declares she found the cat in the street a week ago and since that moment the patient has shown the same symptoms.

The patient walks as usual, is attentive to external stimuli, and has a calm attitude. The systemic state does not show apparent alterations. At the examination, the penis shows preputial distension, the size of the orifice is reduced, and it is impossible to expose the penis (figure 1). After the physical examination, the diagnosis is confirmed. Surgery is suggested as a therapeutic approach. A complete blood count is carried out and the results are in between the reference marks. A urine sample was obtained through cystocentesis and then sent to an antibiogram and urine culture. There was no bacteria growth in the result.

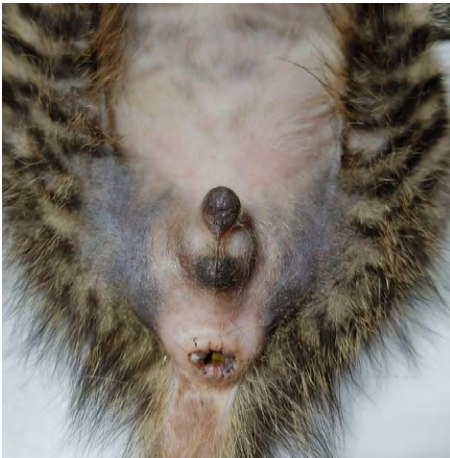


FIGURE 1. Feline patient in dorsal decubitus. The size of the preputial orifice is smaller, and there is preputial distension.

Source: own elaboration.

TREATMENT APPROACH

Fentanil was prescribed as pre-medication ($5\mu\text{g}/\text{kg}$, IV), followed by a dose of propofol as an inducing agent ($2\text{ mg}/\text{kg}$, IV). During the procedure, an oxygen mask was used, and anesthesia was provided through sevoflurane. A catheter number 24 was introduced through the preputial orifice (figure 2). Using the catheter as a guide, a small incision was done in the preputial orifice going to the abdominal, and from this incision, a circular extraction of preputial tissue was carried out. A simple interrupted suture between the mucosa and the preputial skin was done (figure 3). A couple of hours after the procedure, the patient urinates as usual. Three days after the patient is brought back into consultation. The owner says the patient spends more time than usual in the sandbox and does not urinate. Physical examination evinces a granulated tissue blocking the

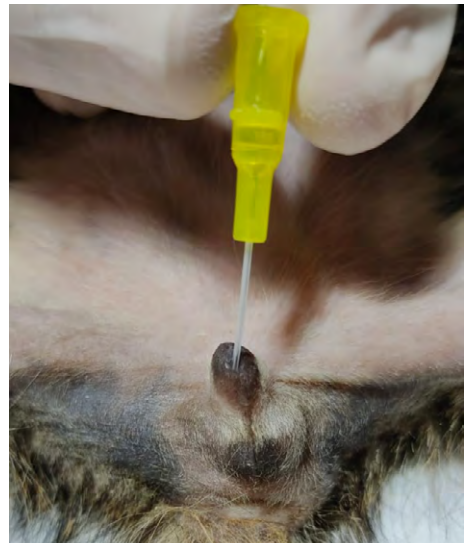


FIGURE 2. Feline patient in dorsal decubitus. A catheter number 24 is used as a guide to mark the preputial orifice.

Source: own elaboration.



FIGURE 3. Feline patient in dorsal decubitus. Circular resection of the foreskin and pattern of simple interrupted suture between the mucosa and the skin.

Source: own elaboration.

movement of the penis (figure 4). It is established that from the circular resection of tissue that initially occluded the penis, the cicatrization process produced a new obstruction in the preputial orifice. The patient undergoes surgery once again with the purpose of solving the relapse. Granulated tissue is removed and most of



FIGURE 4. Feline patient in dorsal decubitus. Examination three days after the surgery. Granulated tissue occludes the penis.

Source: own elaboration.

the preputial tissue is resected (figure 5). After the surgery, ampicillin/sulbactam (20 mg/kg, IV, twice a day) and tramadol (2 mg/kg, IV, once a day) were prescribed as a treatment. Right after the surgery, the patient can urinate, and four days after the patient is discharged since there is no sign of clinical symptoms. Two weeks after, the patient is brought for a medical check, where it can be appreciated that the tip of the penis is exposed and there are no signs of the disease (figure 6). After

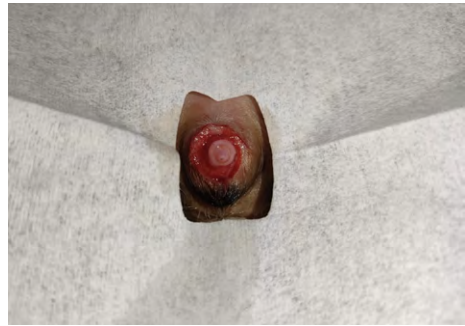


FIGURE 5. Feline patient in dorsal decubitus. Corrective surgery with a generous circular resection. There is more exposure of the penis.

Source: own elaboration.



FIGURE 6. Feline patient in dorsal decubitus. Examination two weeks after the surgery. Cicatrization is going as expected, and the tip of the penis is exposed.

Source: own elaboration.

seven months of following the patient's process, there is a minor exposure of the penis and there are no signs of the disease. Telephonic monitoring is carried out for a year, and the owner does not report any signs of the initial pathology, except for some occasional licking.

DISCUSSION

Phimosis in cats has been reported in a lower frequency in comparison with phimosis in dogs (Ettinger *et al.* 2017). Some isolated cases have been reported, and two more studies include no more than ten patients in a lapse of eight years (Bright and Mellanby 2004; May and Hauptman 2009; de Vlaming *et al.* 2019). The patient of this study was diagnosed with phimosis due to the clinical signs and the physical symptoms found after the explorations of the foreskin. Additional tests were not necessary for the diagnosis, but they were prescribed in order to avoid complications such as crystalluria, UTIs, or renal disease. The age of the patient indicates that it is a case of congenital origin, however, it has been reported that acquired phimosis is the most common result after a traumatism, such as excessive cleaning of the mother or the rest of the litter (De Vlaming *et al.* 2019). There was no information about the interaction with the mother or the rest of the litter, so it was impossible to establish if the case was congenital or acquired. Since the use of corticosteroid ointments has not cured the disease, according to the published studies, the surgical approach was considered the most suitable option (Bright and Mellanby 2004; De Vlaming *et al.* 2019). According to the classification proposed by De Vlaming *et al.* (2019), this is a case of phimosis type 1, where there is a narrow and swollen preputial

orifice, with edema and no adherences between the penis and the preputial tissue. Concerning this classification, this kind of patient benefits from preputioplasty with a circular stapler. Due to the diminished preputial orifice, characteristic of patients with phimosis type 1, using a catheter through the urethra is not suitable (Bright and Mellanby 2004; May and Hauptman 2009). For this specific case, since there was a small preputial opening, catheter number 24 was used as a guide for a more precise surgical correction. With the purpose of increasing the preputial orifice diameter a preputioplasty with a circular stapler was performed. After finishing the procedure, the penis showed an appropriate exposure. Within days, an excess of granulated tissue appears and there is a relapse for preputial stenosis. This complication is associated with the fact that during the first surgical approach, just a small resection of preputial tissue was performed and after some days the cicatrization tissue started to block again the preputial orifice, which is why the clinical symptoms appeared again. This process was solved by resecting the granulated tissue with a bigger amount of preputial tissue, leaving as a result a major exposure of the penis. Exposure of the tip of the penis is the number one post-surgery complication. Most of the cases were solved within 9.5 days (Olsen and Salwei 2001; Yoon and Jeong 2013; De Vlaming *et al.* 2019), meanwhile the patient in this report maintained a small exposure after a seven-month period. The persistence in the exposure of the penis, in the long term, can create complications due to an excess of cleaning, which produces traumatism, localized infections, and Urinary Tract Infection (UTI) symptoms. Monitoring the patient during a year after the surgical procedure evinced occasional

preputial licking but no signs of the disease according to the information provided by the owner. Even though the culture was negative, anti-biotherapy was performed empirically due to excessive surgical manipulation. However, it is not recommended to do this before having a positive culture and related clinical symptoms (Weese *et al.* 2019).

CONCLUSION

Preputioplasty with a circular stapler, a generous extraction of preputial tissue, and a certain exposure of the tip of the penis is the ideal approach for diminishing the apparition of excessive granulated tissue, to avoid post-surgery complications. It is advised to perform the resection of preputial tissue without fear of an excessive exposure of the tip of the penis to avoid scar tissue occluding once again the preputial orifice. The exposure solves itself within a short time, and as the patient keeps growing, the foreskin covers the penis again. It is important to monitor the patients that maintain the exposure for longer periods in order to avoid future complications related to this process. According to this study and the findings in other documents, it is a fact that, up to the present, phimosis is not a frequent disease in cats, which is why it is important to provide information about clinical conditions, surgical procedures, and possible complications.

ACKNOWLEDGEMENTS

To the clinic k-nina in Neiva, Colombia, for the photographs of the patient.
To RMVZ Journal from the National University of Colombia for their help with the translation.

CONFLICT OF INTEREST

The authors of this study declare that there is no conflict of interest.

REFERENCES

- Bright SR, Mellanby RJ. 2004. Congenital phimosis in a cat. *J Feline Med Surg.* 6(6):367-370. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2003.12.006>
- Ettinger SJ, Feldman EC, Côté E. 2017. Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat. In: 8th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co.: Elsevier; p. 4458-4577. Available in: <https://evolve.elsevier.com/cs/product/9780323312110?role=student>
- HedLund CS. 2007. Surgery of the Reproductive and Genital Systems. In: *Small Anim Surg.* 3rd ed. [place unknown]; p. 766-768. Available in: <https://veteriankey.com/surgery-of-the-reproductive-and-genital-systems/>
- Kruger JM, Osborne CA, Lulich JP, Oakley RE. 1996. Inherited and congenital diseases of the feline lower urinary tract. *Vet Clin N Am-Small.* 26(2):265-279. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(96\)50207-x](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(96)50207-x)
- May LR, Hauptman JG. 2009. Phimosis in cats: 10 cases (2000-2008). *J Am Anim Hosp Assoc.* 45(6):277-283. <https://doi.org/10.5326/0450277>
- Olsen D, Salwei R. 2001. Surgical correction of a congenital preputial and penile deformity in a dog. *J Am Anim Hosp Assoc.* 37(2):187-192. <https://doi.org/10.5326/15473317-37-2-187>
- Papazoglou LG, Kazakos GM. 2002. Surgical conditions of the canine penis and prepuce. *Comp Cont Educ Pr.* 24(3):204-219. Available in: https://www.researchgate.net/publication/287706105_Surgical_conditions_of_the_canine_penis_and_prepuce/link/5697da2b08ae1c4279052741/download
- Sarierler M, Kara ME. 1998. Congenital stenosis of the preputial orifice in a dog. *Vet rec.* 143(7):201. <https://doi.org/10.1136/vr.143.7.201>
- Vadalia J V, Patel AM, Kumar V. 2014. Surgical management of congenital phimosis in a pup. *Intas Polivet.* 15(1):160-162. Available in: <https://www.researchgate.net/>

[publication/281965997_Surgical_management_of_congenital_phimosis_in_pup](#)

- De Vlaming A, Wallace ML, Ellison GW. 2019. Clinical characteristics, classification, and surgical outcome for kittens with phimosis: 8 cases (2009-2017). *J Am Vet Med Assoc.* 255(9):1039-1046. <https://doi.org/https://doi.org/10.2460/javma.255.9.1039>
- Weese JS, Blondeau J, Boothe D, Guardabassi LG, Gumley N, Papich M, Jessen LR, Lappin M, Rankin S, Westropp JL, Sykes J. 2019.



International Society for Companion Animal Infectious Diseases (ISCAID) guidelines for the diagnosis and management of bacterial urinary tract infections in dogs and cats. *Vet J [Internet].* 247:8-25. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.02.008>

- Yoon HY, Jeong SW. 2013. Surgical correction of congenital or acquired phimosis in two cats. *J Vet Clin.* 30(2):123-126. Available in: <https://koreascience.kr/article/JAKO201317664652044.pdf>

Forma de citación del artículo:

Ospina AJ. 2023. Phimosis in a cat: diagnosis, treatment, and complications. *Rev Med Vet Zoot.* 70(2): 172-178. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n2.103980>

Incidence of endemic fascioliasis in animals and estimation of the financial loss due to seizure of livers in Andahuaylas, Peru

S. A. Reinoso¹ , A. A. Valderrama^{1*} 

Recibido: 24/08/2022. Aprobado: 04/10/2022

ABSTRACT

This study aimed to determine the frequency of fascioliasis in animals slaughtered in slaughterhouses in the province of Andahuaylas and the financial loss due to the seizure of livers. The research was quantitative at a basic level, analytical design, observational type, and cross-sectional. It was carried out between October and December 2016 in the slaughterhouses of the districts of Andahuaylas, San Jerónimo, and Talavera. At the same time, a retrospective study corresponding to the years 2011-2016 was conducted. Fascioliasis was diagnosed through post-mortem sanitary inspection of the viscera. The statistical examination was carried out with the software Epidat 4.2, using Pearson's Chi-square test to verify differences between proportions; and the t-test to estimate equality of means, assuming a confidence level of 95% and confidence intervals of $\leq 0,05$. Most of the infected animals came from Pampachiri ($p < 0,01$); the most affected species was bovine (51,9%; 95% CI = 49,9 – 53,9). In the 2011-2016 period, the frequency of fascioliasis was 46% (95% CI = 45,8 – 46,2) with a total financial loss for the seizure of livers of USD 238.551.1. The spring season registered the lowest frequency of fascioliasis and the lowest financial loss ($p < 0,01$). The most significant losses occurred in 2014, in March and August, in the Talavera slaughterhouse ($p < 0,01$). The study concludes that Andahuaylas is mesoendemic for fascioliasis but hyperendemic in cattle.

Keywords: *Fasciola hepatica*, slaughterhouse, slaughter, viscera.

Incidencia de fascioliasis endémica en animales y estimación de la pérdida económica por comiso de hígados en Andahuaylas, Perú

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la frecuencia de fascioliasis en animales faenados en mataderos de la provincia de Andahuaylas y la pérdida económica por decomiso de hígados. La investigación fue cuantitativa de nivel básico, diseño analítico, tipo observacional y corte transversal. Se realizó entre octubre y diciembre de 2016 en los mataderos de los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera. Al mismo tiempo, se realizó un estudio retrospectivo correspondiente a los años 2011-2016. La fascioliasis fue determinada a través de la inspección sanitaria post mórtem de las vísceras. El examen estadístico se realizó con el programa Epidat 4.2, utilizando la prueba de Chi-cuadrado

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Calle los Lirios, Patibamba Baja, Abancay, Perú.

* Autor de correspondencia. Correo electrónico: avalderrama@unamba.edu.pe

de Pearson para comprobar diferencias entre proporciones y la prueba t para estimar igualdad de medias, con un nivel de confianza de 95% e intervalos de confianza de $\leq 0,05$. La mayoría de los animales infectados procedieron de Pampachiri ($p < 0,01$); la especie más afectada fue la bovina (51,9%; IC 95% = 49,9–53,9). En el periodo 2011-2016, la frecuencia de fascioliasis fue de 46% (IC 95% = 45,8–46,2) con una pérdida económica total por decomiso de hígados de USD 238.551.1. La menor frecuencia de fascioliasis y la menor pérdida económica ($p < 0,01$) se registró en primavera. Las mayores pérdidas se presentaron en 2014, en marzo y agosto, en el matadero de Talavera ($p < 0,01$). El estudio concluyó que Andahuaylas es mesoendémico para fascioliasis, pero hiperendémico en bovinos.

Palabras clave: *Fasciola hepatica*, matadero, faenamamiento, vísceras.

INTRODUCTION

Fascioliasis is a disease caused by *Fasciola hepatica*, a parasite that belongs to the phylum Platyhelminthes, class Trematoda, order Digenea, and family Fasciolidae (Valderrama 2016) and infects mainly bovine, ovine, and caprine, although it can also affect porcine, donkeys, alpacas, and llamas. Its transmission occurs through the ingestion of contaminated food, and it is caused by trematode worms known as flukes. The infection occurs when drinking water or ingesting aquatic or semi-aquatic plants whose metacercariae are adhered to the stem or the leaves, this explains why the risk of fascioliasis in bovine rises during pluvial precipitation (Merino & Valderrama 2017).

Endemic zones are distributed at a worldwide level; however, the most affected localities can be found in the South American Andes. This parasite affects the liver and lungs but severe morbidity occurs when the worm gets to the main bile ducts (OPS 2021), which causes higher prevalence, mainly in the least developed countries (Carrión–Ascarza *et al.* 2021) with percentages of infection in Europe, Asia, and Africa of 0.1% to 38% (Getahun *et al.* 2020; Khoramian *et al.* 2014; Shamsi *et al.* 2020; Theodoropoulos *et al.* 2002),

and 0.6% to 41.5% in America (Giraldo *et al.* 2016; Londoño *et al.* 2020; Nuñez *et al.* 2017; Palacio *et al.* 2020; Pinilla *et al.* 2020; Ramírez–Hubener *et al.* 2019; Rojas y Cartín 2016; Stoore *et al.* 2018). Nevertheless, Peru shows the highest rates (38.2% to 59.5%) (Chávez *et al.* 2012; Hubener *et al.* 2019; Julon *et al.* 2020), especially in Inter-Andean Valleys (up to 4.500 meters) (Espinoza *et al.* 2010).

This disease has been considered a relevant veterinary problem since 1987, but during the last twenty years, it has been recognized as the vector transmission illness with the highest degree of extension (Valderrama 2016) due to the significant productive and financial loss in the stockbreeding industry (Ashrafi 2015). From a financial point of view, fascioliasis is the most important helminth infection in terms of negative impact on animal production, with no less than 50 million USD per year (Espinoza *et al.* 2010).

In Peru, this disease has been found in 17 out of 24 regions (Stoore *et al.* 2018), and it is the second parasitic infection, causing a loss of 10.5 million USD per year (Palacio *et al.* 2020). The negative impact of stockbreeding is related to the number of livers (Valderrama 2016). Viscera seizure is relevant when the innocuousness and quality

of the food are affected (Carrión–Ascarza *et al.* 2021). Such is the case that infected viscera must be discarded, which causes elevated financial loss in terms of animal production, lessening the development of the stockbreeding industry. However, due to the scarce registered information about stockbreeding production in Peru, it is difficult to evaluate the negative financial impact caused by viscera seizure.

Apurimac is a hyper-endemic location for fascioliasis, especially when it comes to bovine and ovine, which produces an important monthly financial decrease due to viscera seizure (Carrión–Ascarza *et al.* 2021). Therefore, since the breeding of porcine, bovine, ovine, and caprine is a relevant activity in the region, as well as an important source of food for its inhabitants, including viscera consumption, the frequency of fascioliasis in slaughtered animals was determined in slaughterhouses of Andahuaylas and the financial loss due to seizure of livers.

MATERIALS AND METHODS

Type of study

This study was quantitative at a basic level, analytical design, observational type, and cross-sectional. At the same time, a retrospective study corresponding to the period 2011-2016 was carried out.

Location of the study

Andahuaylas is a province in the Northeast of the Apurimac region, in the coordinates UTM: 635312 E and 722384 E in the East axis, and 8516644 N and 8391547 N in the North axis, latitude 13°38'55", longitude 73°22'0". Its surface measures 4.034.2 km² (19.1% of the region) at

2.865 masl. The temperature varies and increases corresponding to the altitude; in the morning it can be around 25°C and at night it falls below 3°C (SENAMHI 2018, INEI 2018). The study was carried out between October and December 2016 in the municipal slaughterhouses of Andahuaylas, San Jeronimo, and Talavera.

Studied animals

In Andahuaylas, the cattle population is divided as follows: 73.608 bovines, 124.589 ovines, 50.786 porcine, 14.914 alpacas, which corresponds to 25.3% bovine, 24.8% ovine 56.3% porcine, and 6.6% alpacas of the complete population of this region (INEI 2012). The studied zone is shown in figure 1.

Authorization for the use of information included in the seizure charts

The retrospective data from the corresponding slaughterhouses have the approval of the National Service of Plant Sanitary (Senasa in Spanish) from both the province and the inspectors of Talavera de la Reyna, Andahuaylas, and San Jerónimo (Apurimac Region) (document signed on September 13th, 2018).

Methods of study

Every journey started at 8:00 a.m. with the slaughtering process at slaughterhouses, following all the post-mortem inspection protocols according to the Manual on Good Practices for the Meat Industry (FAO 2007) and the Sanitary Regulations for Slaughtering Animals for Human Consumption (MINAGRI 2012). Thus, the methodology for viscera inspections was carried out: external observation (surface, color), size, and consistency palpation.

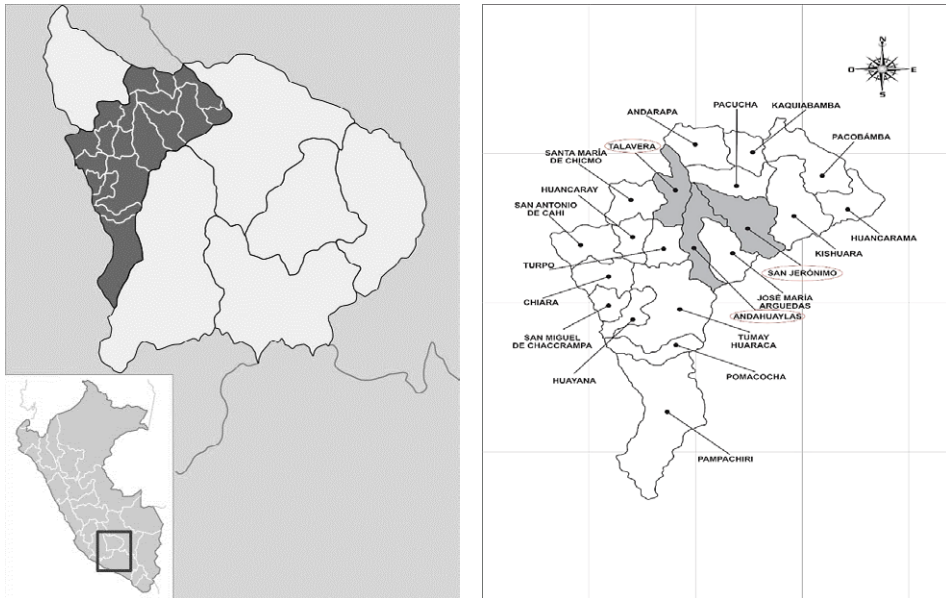


FIGURE 1. Location of the slaughterhouses in the districts of the province of Andahuaylas, in the region Apurimac, Peru (2016).

Source: own elaboration.

Afterward, the liver was placed on a flat surface, where the visceral face and then the base of the caudate lobe were examined to explore the biliary duct, looking for any yellow-greyish collocation inflammation, bleeding, and necrotic areas under the fibrous capsule of the liver and black bile. The veterinarian was the person in charge of the seizure and discard processes.

To establish the origin of the slaughtered animals, an interview with the owners was carried out. Likewise, the age of the animal was determined by observing teeth eruption as well as adult teeth inside the buccal cavity. To estimate the financial loss due to *Fasciola hepatica*, the livers from all species were weighed immediately after slaughtering and a value for the loss in USD was determined, as shown in table 1.

On the other hand, data corresponding to the period 2011–2016 was recovered. These files were found in poor condition and deteriorated in the municipal warehouses and the archives of the National Service of Agroalimentary Sanity and Quality of Andahuaylas. For this purpose, an epidemiologic card on diseases found in slaughterhouses was used. Then, all the information from the veterinary inspection was digitalized and included in a database (Microsoft Excel 2013) considering the species, sex, and origin of the slaughtered animal. The information was analyzed with the software Epidat 4.2 by using Pearson’s Chi-square test to establish differences between proportions, and the t-test to estimate equality of means assuming a confidence level of 95% and confidence intervals of $\alpha = 0.05$.

TABLE 1. Average weight and price of the liver of animals slaughtered in the province of Andahuaylas (2011-2016) (1 USD = 3.22 Peruvian soles)

| Type of Animal | Average weight of the liver | Average price for the kilogram of liver | Average price of the liver |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|
| | kg | USD | USD |
| Bovine | 2.75 | 2.76 | 7.59 |
| Porcine | 1.75 | 1.86 | 3.20 |
| Ovine | 0.75 | 2.76 | 2.07 |
| Caprine | 0.75 | 2.76 | 2.07 |

Source: own elaboration.

RESULTS

Fascioliasis in animals of Andahuaylas (October-December 2016)

Figure 2 shows the origin of the animals with fascioliasis, with an emphasis on the Pampachiri district with 49%. Likewise, animals from Ayacucho (45.3%) and the

Peruvian Coast (21.1%) were put in these slaughterhouses.

Between October and December 2016, 8.535 animals were slaughtered –porcine (42.2%), bovine (28.1%), ovine (28.8%), and caprine (0.9%)– in the slaughterhouses of Andahuaylas, San Jeronimo, and Talavera. Bovine was the species with the most significant financial loss

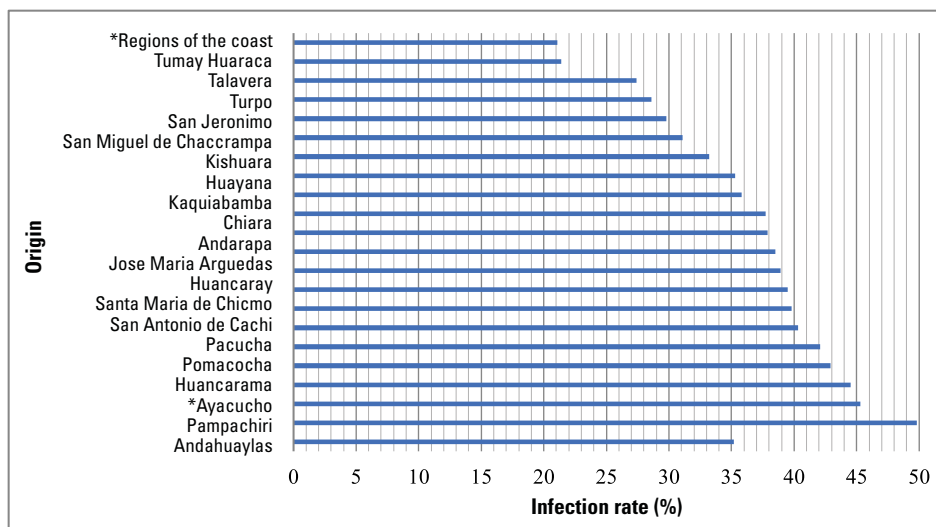


FIGURE 2. Origin of the slaughtered animals and frequency of fascioliasis in slaughterhouses in the province of Andahuaylas, October-December 2016 (p<0.01). *Zones that do not belong to the province of Andahuaylas.

Source: own elaboration.

due to liver seizure as a consequence of fascioliasis (9.434.4 USD), followed by porcine (2.790 USD), ovine (2.248.02 USD), and caprine (72.5 USD). Table 2 shows that fascioliasis had a frequency of 37.9% (IC 95% = 36.9-38.9) during the aforementioned period. November was the month with the most infections (41%) ($p < 0.01$); San Jeronimo was the Slaughterhouse with the most infections (47.3%) ($p < 0.01$) and bovine was the most affected species (51.9%) ($p < 0.01$).

Table 3 shows that male porcine and female ovine developed fascioliasis more frequently than others (27.2% and 59.1% respectively), as well as older porcine,

bovine, and ovine: 37.2%, 57.7%, and 60.9%, respectively. On the other hand, table 4 shows there was no significant difference between the average weight of the healthy animal carcasses and the average weight of the cattle carcasses infected with fascioliasis ($p > 0.05$).

Fascioliasis in animals of Andahuaylas between 2011-2016

During this period, the frequency of fascioliasis was 46% (IC 95% = 45.8-46.2), with a financial loss due to liver seizure of 238.551.1 USD. The most significant percentages of infection (49%) and financial loss occurred during 2014 (44.265 USD)

TABLE 2. Fascioliasis in animals slaughtered in the province of Andahuaylas between October and December 2016

| Demographic factors | Animals with fascioliasis n (%) | Total n (100%) | IC (95%) | p |
|-----------------------|---------------------------------|----------------|-----------|-------|
| Month | | | | 0.002 |
| October | 1015 (37.0) | 2741 | 35.2-38.8 | |
| November | 932 (41.0) | 2275 | 38.9-43.0 | |
| December | 1289 (36.7) | 3517 | 35.0-38.3 | |
| Slaughterhouse | | | | 0.000 |
| Talavera | 1433 (34.3) | 4184 | 32.8-35.7 | |
| San Jeronimo | 259 (47.3) | 547 | 43.1-51.6 | |
| Andahuaylas | 1544 (40.6) | 3805 | 39.0-42.2 | |
| Species | | | | 0.000 |
| Porcine | 872 (24.2) | 3601 | 22.8-25.6 | |
| Bovine | 1243 (51.9) | 2396 | 49.9-53.9 | |
| Ovine | 1086 (44.2) | 2456 | 42.2-46.2 | |
| Caprine | 35 (43.8) | 80 | 32.3-55.3 | |
| Total | 3236 (37,9) | 8533 | 36.9-38.9 | |

Source: own elaboration.

TABLE 3. Fascioliasis by sex and age in the different species of slaughtered animals in the province of Andahuaylas (October-December 2016)

| | Porcine | | Bovine | | Ovine | | Caprine | |
|------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|
| | n (%) | Total (100%) | n (%) | Total (100%) | n (%) | Total (100%) | n (%) | Total (100%) |
| Sex | ** | | | | ** | | | |
| F | 77 (11.4) | 674 | 330 (54.1) | 610 | 342 (59.1) | 579 | 11 (47.8) | 23 |
| M | 795 (27.2) | 2927 | 913 (51.1) | 1786 | 744 (39.6) | 1877 | 24 (42.1) | 57 |
| Age | ** | | * | | ** | | | |
| Y | 434 (20.0) | 2174 | 474 (49.4) | 959 | 436 (40.1) | 1088 | 16 (42.1) | 38 |
| A | 371 (29.8) | 1247 | 619 (52.6) | 1177 | 530 (45.3) | 1170 | 15 (40.5) | 37 |
| O | 67 (37.2) | 180 | 150 (57.7) | 260 | 120 (60.9) | 197 | 4 (80.0) | 5 |

F=Female; M=Male; J=Young; A=Adult; V=Old
 *(p<0.05); **(p<0.01)
 Source: own elaboration.

TABLE 4. Average weight (kg) of healthy and infected with fascioliasis animals' carcasses in slaughterhouses in the province of Andahuaylas between October and December 2016

| Species | Healthy LW (Average) | Fascioliasis LW (Average) | Difference (IC95%) | p |
|---------|----------------------|---------------------------|--------------------|-------|
| Porcine | 49.9 | 51.4 | -1.5 (-2.6-0.5) | 0.103 |
| Bovine | 108.9 | 108.9 | 0.1 (-1.2-1.3) | 0.936 |
| Ovine | 23.2 | 23.1 | 0.1 (-0.2-0.3) | 0.475 |
| Caprine | 22.9 | 22.1 | 0.8 (-0.5-2.1) | 0.205 |

LW=Live weight
 Source: own elaboration.

(p < 0.01). Spring was the season with the lowest frequency of fascioliasis (42.9%) and the smallest financial loss (54.677.9 USD) (p < 0.01), as shown in table 5. Even though April was the month with the highest frequency of fascioliasis, the most significant financial loss occurred in March and August (21.033.7 USD)

(p < 0.01). On the other hand, Talavera was the slaughterhouse with the highest percentages of infection (60.9%) and financial loss (166.986.9) (p < 0.01). For this period (2011-2016), the average monthly financial loss was 3.313.19 USD, and the average annual loss was 39.758.25 USD.

TABLE 5. Infection and financial loss due to fascioliasis in animals slaughtered in municipal slaughterhouses in the province of Andahuaylas (2011-2016)

| Related factors | Slaughtered animals | Animals with fascioliasis n | % | IC (95%) | p | Financial loss USD |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------|------|-----------|-------|--------------------|
| Year | | | | | 0.000 | |
| 2011 | 34523 | 15791 | 45.7 | 45.2-46.3 | | 38,643.8 |
| 2012 | 34816 | 15218 | 43.7 | 43.2-44.2 | | 37,241.6 |
| 2013 | 36229 | 17151 | 47.3 | 46.8-47.9 | | 41,972.0 |
| 2014 | 36902 | 18088 | 49.0 | 48.5-49.5 | | 44,265.0 |
| 2015 | 35088 | 16218 | 46.2 | 45.7-46.7 | | 39,688.8 |
| 2016 | 34314 | 15013 | 43.8 | 43.2-44.3 | | 36,739.9 |
| Season | | | | | 0.000 | |
| Summer | 51756 | 24344 | 47.0 | 46.6-47.5 | | 59,574.8 |
| Autumn | 53924 | 25313 | 46.9 | 46.5-47.4 | | 61,946.1 |
| Winter | 54056 | 25479 | 47.1 | 46.7-47.6 | | 62,352.3 |
| Spring | 52136 | 22343 | 42.9 | 42.4-43.3 | | 54,677.9 |
| Slaughterhouse | | | | | 0.000 | |
| Talavera | 111830 | 68199 | 60.9 | 60.7-61.3 | | 166,896.9 |
| San Jeronimo | 79161 | 18875 | 23.8 | 23.5-24.1 | | 46,191.0 |
| Andahuaylas | 20881 | 10405 | 49.8 | 49.1-50.5 | | 25,463.2 |
| Total | 211872 | 97479 | 46.0 | 45.8-46.2 | | 238,551.1 |

Source: own elaboration.

DISCUSSION

Fascioliasis in animals of Andahuaylas (October-December 2016)

Animals coming from the Pampachiri district showed the highest percentage of infection (49.8%), possibly due to its geographic location on the right side of Chicha River (rich in aquatic vegetation), in the highest spot of Andahuaylas province (3,364 masl), and with mainly cold weather

(0°C-11°C in the night) (SENAMHI 2018). It is necessary to consider the fact that, at a higher altitude, the rain season coincides with the summer, when the number of snails of the gender *Lymnaea* and the risk of infection rise due to the close relationship with the apparition of water, which favors the survival of snails that participate as intermediate hosts (OPS 2021). Thus, extensive breeding enhances the manifestation of the disease, since the animals are in direct contact

with the parasite during its contagious stage (Valderrama 2016), disseminating its eggs (Ashrafi 2015).

Bovine was the most affected species during the aforementioned period (51.9%), reaching hyper-endemic levels of infection (> 50%) according to the ranking of Valderrama (2016). This hyper-endemic level in bovine is similar to other reports from different regions of Peru (55.2%-90%) (Carrión-Ascarza *et al.* 2021; Julon *et al.* 2020; Mehmood *et al.* 2017; Valderrama 2016) and other countries of America such as Bolivia, Brazil, Venezuela, Argentina, Mexico, and Colombia (52.4%-96.5%) (Mehmood *et al.* 2017; Pinilla *et al.* 2020; Valderrama 2016); Africa: Chad, Sudan, Tanzania, and Uganda (63.8%-91%); Asia: Nepal, Saudi Arabia, Turkey, and Vietnam (51%-69.2%); Europe: Germany, Ireland, Poland, and Wales (53.9%-86%); and Australia in Oceania (86%) (Mehmood *et al.* 2017).

Unlike other species, bovine would be more vulnerable to getting infected by *F. hepatica* due to its permanence in less elevated and more humid areas, as well as the search for pastures directly from the soil (Pérez *et al.* 2010). Ovine, porcine, and caprine probably feed on bush species, which diminishes the probability of exposure to contamination by metacercariae. Due to the resistance of bovine, fascioliasis is rarely a cause of death, but it is more frequent in smaller species (Larroza *et al.* 2010). In addition, the coexistence with ovine species could be a risk factor, since sheep are more sensitive to infections by Trematoda because they do not develop resistance to new infections, therefore they continuously contribute to contaminating pastures for a long period (Asim *et al.* 2015), which in turn could be harming for porcine and caprine. Nevertheless,

porcine species seem to have the lowest prevalence (24.2%), due to their liver parenchyma and its solid consistency, with a thin membrane composed of thick connective tissue, covered in the mesothelium. Besides, it is divided into polygonal lobes defined by septum of connective tissue, typical of this species (UBA 2022).

Male porcine and female ovine showed the highest frequency of fascioliasis (27.2% and 59.1%, respectively). The reason behind this could be the social practice of keeping female porcine and male ovines in much better conditions concerning handling and feeding in comparison to those of the opposite sex living in the pastures (Asim *et al.* 2015).

Older porcine, bovine, and ovine showed a higher percentage of infection (37.2%, 57.7%, and 60.9%, respectively), as several authors have reported (Carrión-Ascarza *et al.* 2021; Julon *et al.* 2020; Valderrama 2016), mentioning that this age group of ruminants is the most affected by *Fasciola hepatica* in Peru. Older animals tend to show more prevalence for this trematode since they endure a longer period of exposure to the infection. Therefore, elevated levels of infection are not probable in young animals; in addition, mechanisms of cell and humoral immunity protect them against parasites during the first months of life (Asim *et al.* 2015; Pinilla *et al.* 2020).

There was no difference between the average weight of healthy animal carcasses and the average weight of fascioliasis infected animals' carcasses, as reported in another study in the province of Abancay. This is explained by the fact that the infectious process, which is progressive and could even last years, depends on multiple factors, such as rusticity, a trait of local animals (Carrión-Ascarza *et al.* 2021), their origin (Valderrama 2016), and the

period of pluvial precipitation, due to the increase in the animals' weight along this season (Merino and Valderrama 2017).

Fascioliasis in animals of Andahuaylas between 2011-2016

During this period, the general frequency of the disease was 46%, which classifies the province of Andahuaylas as a mesoendemic zone of infection (10%-50%), according to the recommended ranking (Valderrama, 2016). This level of prevalence, even though in a lower percentage, was like the values reported in the province of Aymaraes (24.6%) as well as in other spots of the country (Valderrama 2016). However, it is lower than what was reported in the province of Abancay, where hyper-endemic levels of infection (51.3%) were reported (Carrión-Ascarza *et al.* 2021).

On the other hand, this study showed that the percentage of infection remained between 46.9%-47.1% during summer, autumn, and winter, going considerably down during spring (42.9%), since rain enhances optimal conditions for the development of snails after a drought, mainly when there are periods of heavy precipitations (Valderrama, 2016).

Fasciola hepatica needs humidity in all its stages, which induces variations in the spreading of the disease according to geographic location and season of the year (Ticona *et al.* 2010). This is why acute epidemics are less frequent in winter (Soca-Pérez *et al.* 2016). Likewise, droughts and floods have an impact on epidemiology. since droughts disrupt the focal points of snails and floods contribute to their survival and propagation (Valderrama 2016).

Regularly, *Fasciola hepatica* eggs spread by the feces of infected animals develop in the snails between spring and the

beginning of summer, producing cercariae and metacercariae at the end of summer. Therefore, animals that ingest them show symptoms of the disease at the end of autumn and during winter. However, the eggs disseminated by animals, that then infect snails, grow with the mild temperatures of spring, therefore metacercariae appear at the end of spring or the beginning of summer. Then, metacercariae are ingested by animals, causing symptoms during summer and autumn (OPS 2021). The infection originating in winter is inferior to the one in spring, probably because of the high rate of mortality of snails that appear in winter, but especially of the mortality of infected snails (Valderrama 2016).

During drought, snails gather in the stream shores and springs (Soca-Pérez *et al.* 2016). In this context, animals catch lots of metacercariae, and later, after six or eight weeks they endure the disease in its acute form. During rainy periods, pastures are abundant in metacercariae, but in drought periods, larvae remain in wet and low areas. Cercariae set themselves in the pastures to be eaten by the animals, which explains why there is a high amount of cercariae at the end of summer and autumn, especially when the cattle feed on swampy spots. However, infections appear at the beginning of spring due to the surviving metacercariae (Palacio *et al.* 2020).

During the period 2011-2016 the average financial damage due to liver seizure was 39.758.25 USD, lower than the numbers reported in Brazil (5.718.813.1 USD) (Quevedo *et al.* 2018), Mexico (4.239.667 USD) (Rodríguez-Vivas *et al.* 2017), and Cuba (58.209.1 USD) (Palacio *et al.* 2020). However, this loss is perceived as highly significant, considering that in the province of Andahuaylas,

there is a poverty level of 68.9% and 26.5% of extreme poverty (INEI 2018). Likewise, the average monthly loss was 3.313.19 USD, only similar to what was reported in Abancay (Carrión–Ascarza *et al.* 2021), Cuba (Palacio *et al.* 2020), Colombia (Ramírez–Londoño *et al.* 2020), and Costa Rica (Rojas & Cartín 2016), and other reports showed the minimum monthly loss in Paraguay (Núñez *et al.* 2017), Cuba (Palacio *et al.* 2020), Greece (Theodoropoulos *et al.* 2002), and Iran (Khoramian *et al.* 2014). This contrast occurs due to different slaughtering and handling techniques performed in every slaughterhouse, as well as to the high percentage of fascioliasis reported (Arias–Pacheco *et al.* 2020).

Bovine species showed the most significant loss due to liver seizure because of *Fasciola hepatica*, followed by porcine, ovine, and caprine. This result is like what was found in Abancay (Carrión–Ascarza *et al.* 2021). Therefore, it is necessary to consider that the financial impact of fascioliasis could be even bigger, since this parasite must be affecting, directly and indirectly, the production and reproduction of animal meat and milk, as well as the development of other diseases, due to the fact the liver is crucial in most of the vital processes of cattle, and connected to the host immunity (Rodríguez–Vivas *et al.* 2017; Soca–Pérez *et al.* 2016; Theodoropoulos *et al.* 2002).

CONCLUSION

The province of Andahuaylas is mesoendemic for fascioliasis, but hyper-endemic in bovine. The most significant financial loss and the biggest annual financial loss due to seizure of livers occur both during winter and affecting food safety.

CONFLICT OF INTEREST

The authors of this study declare that there is no conflict of interest.

FUNDING SOURCES

This study did not require any financial support and was carried out with the authors' resources.

REFERENCES

- Arias–Pacheco C, Lucas JR, Rodríguez A, Córdoba D, Lux–Hoppe EG. 2020. Economic impact of the liver condemnation of cattle infected with *Fasciola hepatica* in the Peruvian Andes. *Trop Anim Health Prod.* 52(4):1927-1932. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-020-02211-y>
- Ashrafi K. 2015. The Status of Human and Animal Fascioliasis in Iran: A Narrative Review Article. *Iran J Parasitol.* 10(3):306-328. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4662732/>
- Asim A, Hussain M, Saleem M, Muhammad M, Inayat S, Akhtar MA. 2015. Prevalence of Bovine Fascioliasis in Different Commercial and Noncommercial Dairy Farms of District Rajanpur, Punjab, Pakistan. *Pak j life soc Sci.* 13(1):8-11. Available in: http://www.pjls.edu.pk/Archive/Volume_13_No_1_2015.htm
- Carrión–Ascarza YP, Bustinza–Cárdenas R, Valde–rrama–Pomé AA. 2021. Viscera seizure due to fascioliasis and cystic echinococcosis in cattle, sheep, and goats slaughtered in Apurímac, Peru. *Journal MVZ Cordoba.* 26(2):1-10. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2056>
- Chávez A, Sánchez L, Arana C, Suárez F. 2012. Resistencia a antihelmínticos y prevalencia de fascioliasis bovina en la ganadería lechera de Jauja, Perú. *Rev Inv Vet Perú.* 23(1):90-97. <https://doi.org/10.15381/rivep.v23i1.887>
- Espinoza JR, Terashima A, Herrera–Velit P, Marcos LA. 2010. Fascioliasis humana y animal en el Perú: impacto en la economía de las zonas endémicas. *Rev Peru Med Exp Salud Pública.* 27(4):604-12. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2010.274.1535>

- Facultad de Ciencias Veterinarias (UBA). 2022. Hígado de cerdo. Available in: [http://www.fvet.uba.ar/b_histo/17-3-higado.htm#:~:text=%C3%93rgano%20macizo%20\(parenquimatoso\),evidentes%20en%20otras%20especies%20dom%C3%A9sticas](http://www.fvet.uba.ar/b_histo/17-3-higado.htm#:~:text=%C3%93rgano%20macizo%20(parenquimatoso),evidentes%20en%20otras%20especies%20dom%C3%A9sticas).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2007. Manual de Buenas prácticas para la industria de la carne. Available in: <http://www.fao.org/3/a-y5454s.pdf>
- Getahun D, Henten SV, Abera A, Senkoro M, Owiti P, Lombamo F, Girma B, Ashenefe B, Deressa A, Diro E. 2020. Cysts and parasites in an abattoir in Northwest Ethiopia; an urgent call for action on “one health”. *J Infect Dev Ctries*. 14(6.1):53-57. <https://doi.org/10.3855/jidc.11713>
- Giraldo JC, Díaz AM, Pulido MO. 2016. Prevalencia de *Fasciola hepatica* en Bovinos Sacrificados en la Planta de Beneficio del Municipio de Une, Cundinamarca, Colombia. *Rev Inv Vet Perú*. 27(4):751-757. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i4.12572>
- Hubener E, Dian PHM, Belo MAA, Soares VE. 2019. Cisticercose, fasciolose e hidatididose em bovinos abatidos na área centro-oeste do estado de São Paulo. *Ars Veterinaria*. 35(3):93-99. <http://dx.doi.org/10.15361/2175-0106.2019v35n3p93-99>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2018. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Available in: <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2018. IX Censo Nacional de Población y VII de Vivienda. Available in: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf
- Julón D, Puicón V, Chávez A, Bardales W, Gonzales J, Vásquez H, et al. 2020. Prevalencia de *Fasciola hepatica* y parásitos gastrointestinales en bovinos de la Región Amazonas, Perú. *Rev Inv Vet Perú*. 31(1):1-9. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i1.17560>
- Khoramian H, Arbabi M, Osqoi MM, Delavari M, Hooshyar H, Asgari M. 2014. Prevalence of ruminants fascioliasis and their economic effects in Kashan, center of Iran. *Asian Pac J Trop Biomed*. 4(11):918-922. <https://doi.org/10.12980/APJTb.4.2014APJTb-2014-0157>
- Larroza M, Olaechea F. 2010. Comparación de la morfología y la viabilidad de huevos de *Fasciola hepatica* en distintos hospedadores en Patagonia. *Vet Argent*. 27(268):1-5. Available in: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/136-Fasciola_hepatica.pdf
- Mehmood K, Zhang H, Sabir AJ, Abbas RZ, Ijaz M, Durrani AZ, Saleem MH, Rehman MU, Iqbal MK, Wang Y, Ahmad HI, Abbas T, Hussain R, Ghori MT, Ali S, Khan AU, Li J. 2017. A review on epidemiology, global prevalence and economical losses of fasciolosis in ruminants. *Microbial Pathogenesis*. 109:253-262. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.06.006>
- Merino Trujillo K, Valderrama Pomé AA. 2017. *Fasciola hepatica* en bovinos del valle interandino de Aymaraes (Perú): identificación de factores asociados. *Rev Med Vet*. 34:137-147. <https://doi.org/10.19052/mv.4262>
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2012. Reglamento sanitario de faenado de animales de abasto. Available in: http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marco-legal/normaslegales/decretosupremos/2012/reglam_ds015-2012.pdf
- Núñez M, Corrales M, Chirife C, Bejarano C, Presentado G. 2017. Prevalencia de *Fasciola hepatica* e hígados bovinos y pérdidas económicas por decomiso en un frigorífico del departamento central, República del Paraguay. *Compend Cienc Vet*. 7(2):17-21. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2017.07.02.17-21>
- Palacio CD, Bertot VJ, Beltrao MM, Vázquez GA, Ortíz VR, Fortune NC. 2020. Economic losses and prevalence of *Fasciola hepatica* in cattle slaughtered in two Cuban provinces. *Rev MVZ Cordoba*. 25(1): 3-6. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1610>
- Pérez L, Francos M, Calero I, Valdés C. 2010. La vigilancia epizootológica como garantía de la salud de la población animal en sistemas de producción integrados con promiscuidad de especies. *REDVET*. 11(3):1-6. Available in: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63613140029.pdf>

- Pinilla JC, Flórez AA, Uribe N. 2020. Prevalence and risk factors associated with liver fluke *Fasciola hepatica* in cattle and sheep in three municipalities in the Colombian Northeastern Mountains. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 19:1-6. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2019.100364>
- Quevedo LS, Bruhn FRP, Teixeira JLR, Alberti TS, Scheid HV, Raffi MB, Sallis ESV, Schild AL. 2018. Epidemiological and clinical-pathological aspects of fasciolosis in livers of cattle slaughtered in southern Brazil. *Pesq Vet Bras*. 38(9):1761-1766. Available in: <https://search.bvsalud.org/gim/resource/es/biblio-976518>
- Ramírez-Londoño F, Cárdenas-Pinto A, Arcila-Quinceno V, Cristancho R, Jaimes-Dueñez JE. 2020. Caracterización de decomisos de vísceras rojas en un frigorífico de exportación en Santander, Colombia. *Orinoquia*. 24(1):64-73. <https://doi.org/10.22579/20112629.592>
- Rodríguez-Vivas RI, Grisi L, Pérez AA, Silva H, Torres-Acosta JF, Fragoso H, Romero D, Cruzg RR, Saldierah F, García D. 2017. Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. *Review. Rev Mex Cienc Pecu*. 8(1):61-74. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4304>
- Rojas D, Cartín JA. 2016. Prevalencia de *Fasciola hepatica* y pérdidas económicas asociadas al decomiso de hígados en tres mataderos de clase a de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 40(2):53-62. <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v40i2.27366>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). 2018. Apurímac. Available in: <https://senamhi.gob.pe/main.php?dp=apurimac>
- Shamsi L, Samaeinasab S, Samani ST. 2020. Prevalence of hydatid cyst, *Fasciola* spp., and *Dicrocoelium dendriticum* in cattle and sheep slaughtered in Sabzevar abattoir, Iran. *Ann Parasitol*. 66(2):211-216. <https://dx.doi.org/10.17420/ap6602.256>
- Soca-Pérez M, Giupponi-Cardoso P, López-Vigoa O, Sanavria A, Sánchez-Santana T, Labrada-Vázquez A. 2016. Prevalencia de *Fasciola hepatica* en vacas en pastoreo durante el período poco lluvioso. *Pastos y Forrajes*. 39(4):281-285. Available in: <https://biblat.unam.mx/en/revista/pastos-y-forrajes/3>
- Stoore C, Andrade C, Hidalgo C, Corrêa F, Jiménez M, Hernández M, Paredes R. 2018. *Echinococcus granulosus* hydatid cyst location is modified by *Fasciola hepatica* infection in cattle. *Parasit Vectors*. 11:1-7. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3128-6>
- Theodoropoulos G, Theodoropoulou E, Petrakos G, Kantzoura V, Kostopoulos J. 2002. Abattoir condemnation due to parasitic infections and its economic implications in the region of Trikala, Greece. *J Vet Med*. 49:281-284. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0450.2002.00563.x>
- Ticona D, Chávez A, Casas G, Chavera A, Li OE. 2010. Prevalencia de *Fasciola hepatica* en bovinos y ovinos de Vilcashuamán, Ayacucho. *Rev Investig Vet Perú*. 21(2):168-174. Available in: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172010000200004
- Valderrama AA. 2016. Prevalencia de fascioliasis en animales poligástricos de Perú, 1985-2015. *Rev Med Vet*. 32:121-129. <https://doi.org/10.19052/mv.4262>
- World Health Organization (WHO). 2021. Fascioliasis. Available in: <https://www.paho.org/es/temas/fascioliasis>

Forma de citación del artículo:

Reinoso SA, Valderrama AA. 2023. Incidence of endemic fascioliasis in animals and estimation of the financial loss due to seizure of livers in Andahuaylas, Peru. *Rev Med Vet Zoot*. 70(2): 179-191 <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n2.104447>

Niveles de pH gastrointestinal posprandial en juveniles de *Piaractus brachypomus* (Serrasalminidae) y *Schizodon fasciatus* (Anostomidae)

A. R. Palomino-Ramos^{*1}, J. J. Coasaca-Céspedes², J. A. Bastidas-Henostroza¹,
A. E. Romant-Alegre² y J. C. Francia-Quiroz²

Recibido: 31/08/2022. Aprobado: 23/02/2023

RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo para determinar variaciones del pH gastrointestinal posprandial en juveniles de *Piaractus brachypomus* (n = 21) y *Schizodon fasciatus* (n = 21) en condiciones de cultivo. Previo ayuno de 24 horas, los peces fueron alimentados tres veces al día a saciedad aparente, empleando una dieta mixta, conformada por alimento balanceado y músculo de corazón de pollo (proporción 1:1). La estimación del pH en el estómago, en la porción anterior y en la porción media del intestino se realizó antes de la alimentación y ocho horas posprandial, utilizando un electrodo de pH con punta tipo lanza. Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) de los valores de pH en el estómago y en la porción media del intestino, según el tiempo de digestión en ambas especies; mientras que, en la porción anterior del intestino, solo *S. fasciatus* mostró diferencias significativas ($p < 0,05$). En ambas especies se observó un incremento del pH estomacal a la primera hora posprandial (2,39 a 4,78 en *P. brachypomus*, 4,47 a 4,73 en *S. fasciatus*), motivado por el efecto del alimento ingerido y con una reducción de los valores al finalizar el experimento. Durante las horas de evaluación, los valores de pH intestinal para *P. brachypomus* y *S. fasciatus* estuvieron entre 6,68 y 7,47 y 6,86 y 7,60, respectivamente, aumentando de manera distal a lo largo del intestino. Se concluye que ambas especies presentan una acidificación estomacal permanente, mientras que la porción anterior y media del intestino mantienen un pH ligeramente neutro durante la digestión y asimilación del alimento.

Palabras clave: digestión, estómago, intestino, peces amazónicos.

Postprandial gastrointestinal pH levels in juveniles of *Piaractus brachypomus* (Serrasalminidae) and *Schizodon fasciatus* (Anostomidae)

ABSTRACT

A comparative study to determine variations in postprandial pH values along the gastrointestinal tract was performed among juveniles of *Piaractus brachypomus* (n = 21) and

¹ Universidad Científica del Sur. Carrera de Ingeniería Acuicola. Carretera Panamericana Sur Km. 19, Villa El Salvador 15067. Lima, Perú.

^{*} Autor de correspondencia. Correo electrónico: apalominor@cientifica.edu.pe

² Universidad Científica del Sur. Carrera de Biología Marina. Carretera Panamericana Sur Km. 19, Villa El Salvador 15067. Lima, Perú.

Schizodon fasciatus (n = 21) in rearing conditions. After fasting for 24 hours, the fish were fed three times a day to apparent satiety, with a mixed diet containing pelleted balanced food and chicken heart muscle (ratio 1:1). The evaluation was made before feeding and postprandial (eight hours), where the pH values of the stomach, in the anterior and in the middle portions of the intestine were estimated, using a pH electrode with a lance-type tip. Significant differences ($p < 0.05$) at the stomach and the middle portions of the intestine, according to the digestion time were observed in both species, while at the anterior portions of the intestine, only *S. fasciatus* showed significant differences ($p < 0.05$). In both species, an increase in stomach pH was observed in the first postprandial hour (2,39 to 4,78 in *P. brachypomus*, 4,47 to 4,73 in *S. fasciatus*), led by the effect of the ingested food, and the pH values were reduced at the end of the experiment. During the evaluation hours, intestinal pH values for *P. brachypomus* and *S. fasciatus* were between 6,68 and 7,47 and 6,86 and 7,60, respectively, increasing distally along the intestine. It is concluded that both species present a permanent stomach acidification, and that the anterior and middle portions of the intestine maintain a slightly neutral pH during digestion and assimilation of food.

Keywords: digestion, pH, gastrointestinal tract, Amazonian fish.

INTRODUCCIÓN

El tracto gastrointestinal de los peces es un sistema complejo de órganos, con secciones funcionales bien diferenciadas, donde cada una de ellas presenta condiciones únicas en la digestión de nutrientes (Bucking y Wood 2009), ampliamente variables según el grupo trófico, los hábitos alimentarios, el estadio de desarrollo y el tipo de dieta ingerida por las especies (Goodrich *et al.* 2020), especialmente en lo que se refiere a la hidrólisis y asimilación de proteínas. La optimización de la digestión proteica en peces juega un rol importante para alcanzar una alta eficiencia y rentabilidad en la piscicultura (Márquez *et al.* 2012). Varios factores afectan la eficiencia de la digestión proteica en peces, como: predigestión ácida en el estómago, tipo y actividad de proteasas involucradas en la hidrólisis, condiciones intestinales de pH y el tiempo total de reacción para el funcionamiento óptimo de tales proteasas (Márquez *et al.* 2012).

Los valores de pH en el tracto gastrointestinal difieren tanto entre especies como en individuos de la misma especie (Deguara *et al.* 2003; Solovyev *et al.* 2015; Yúfera *et al.* 2012). Generalmente, estos valores fisiológicos de pH no son similares a los valores de pH óptimos para la actividad enzimática gastrointestinal de las especies (Solovyev *et al.* 2016). Valores óptimos de pH para la máxima eficiencia de las enzimas digestivas demostradas *in vitro*, como el caso de la pepsina, se encuentran en el rango de 2,00 a 3,00, según lo reportado para varias especies como *Clarius guriepinus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Scophthalmus maximus*, *Sparus aurata* (Deguara *et al.* 2003; Munilla–Morán y Saborido–Rey 1996; Uys y Hecht 1987). Esta situación podría causar variaciones en la acción óptima de la pepsina (por los altos valores del pH estomacal presentados en algunas especies de peces), así como en la actividad proteolítica durante el tránsito gastrointestinal. Por ejemplo, *O. mykiss* presenta un rango de pH gástrico entre

3,40 y 3,80, *S. aurata*, entre 2,50 y 5,50, y *Piaractus mesopotamicus*, entre 3,00 y 5,12, respectivamente (Deguara *et al.* 2003; Gonçalves–França *et al.* 2017; Sugiura *et al.* 2006).

El conocimiento de los valores fisiológicos del pH complementa los diversos estudios relacionados a la actividad enzimática y la capacidad digestiva de las diversas especies de peces en cultivo, y esto puede mejorar el proceso de manejo alimentario y la actividad acuícola (Hlophe *et al.* 2014; Solovyev *et al.* 2016). Sin embargo, es necesario aún disponer de información detallada sobre la variación de los valores de pH en diferentes segmentos del tracto gastrointestinal y sus efectos sobre la actividad enzimática que ayuden a entender un poco más sobre el ritmo circadiano digestivo de los peces (Solovyev *et al.* 2016).

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue conocer la variación de los niveles de pH en el tracto digestivo de juveniles de “paco” (*Piaractus brachyomus*) y “lisa amazónica” (*Schizodon fasciatus*) en condiciones experimentales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Declaración de ética

El Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur, con fecha 18 de septiembre de 2018, aprobó las actividades de este proyecto de investigación según Constancia N.º 14-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2018.

Localización

El presente estudio fue desarrollado en las instalaciones del Centro Experimental Ambiental (CEA) de la Carrera de Ingeniería

Ambiental de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Científica del Sur, ubicado en el distrito de Villa El Salvador, provincia y departamento de Lima, Perú.

Condiciones experimentales

Juveniles de *P. brachyomus* (n=21) de $58,25 \pm 0,57$ g de peso húmedo total (PHT) y $14,23 \pm 0,12$ cm de longitud total (LT), y *S. fasciatus* (n=21) de $53,65 \pm 4,61$ g de PHT y $17,38 \pm 0,94$ cm de LT, provenientes de la empresa “Aquacultura Tambopata”, ubicada en Puerto Maldonado (Madre de Dios, Perú), fueron trasladadas a las instalaciones del CEA de la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú). Los peces se acondicionaron por dos semanas en tanques circulares de fibra de vidrio reforzado (250 L) a una densidad de siete individuos por tanque, separados por especie, y se verificó que no presentarían enfermedades y tuvieran un buen comportamiento alimentario.

Sistema de cultivo

Los ejemplares de *P. brachyomus* y *S. fasciatus* se mantuvieron en un sistema de recirculación conformado por seis unidades de tanques circulares de fibra de vidrio reforzado de 250 L, con caudal de $0,80 \text{ L min}^{-1}$, equipado con filtros mecánicos y biológicos, calentadores con termostato ($27 \text{ }^\circ\text{C}$), aireación constante por una bomba de aire ($0,035 \text{ Mpa}$, 70 L min. , 80 W , $220\text{--}240 \text{ V/50Hz}$), y se conservaron los parámetros de calidad de agua óptimos para peces amazónicos ($27 \text{ }^\circ\text{C}$, $5,00 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$, pH 7,20, y $0,025 \text{ NH}_3/\text{NH}_4^+ \text{ L}^{-1}$). El experimento se manejó con un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas de oscuridad. Además, los tanques se cubrieron con mallas de nylon para evitar que los peces se escaparan. Los individuos

de *P. brachypomus* se mantuvieron en tres tanques circulares, mientras que los individuos de *S. fasciatus*, en los otros tres tanques.

Alimentación

Los peces se alimentaron por una semana con una dieta mixta (DM 1:1) conformada por alimento balanceado Aquatech 35 Tilapia (35,00% de proteína bruta, 5,00% de lípidos, 4,00% de fibra, 1,20% de calcio y 0,80% de fósforo) y músculo de corazón de pollo (previo retiro de cartilago y grasa, y posterior lavado con solución salina). Esta dieta mixta fue empleada para garantizar un mejor consumo del alimento por parte de los peces, dado que la inclusión del ingrediente cárnico permitió una mejor atractabilidad de las dietas. La alimentación se suministró a saciedad aparente en una frecuencia de tres veces al día.

Determinación de pH gastrointestinal

Después de tres semanas en condiciones de cultivo controlado, se procedió con la cuantificación del pH en el sistema gastrointestinal de *P. brachypomus* (n = 21) con $69,74 \pm 7,44$ g de PHT y $14,84 \pm 0,85$ cm

de LT y *S. fasciatus* (n=21) con $65,32 \pm 13,95$ g de PHT y $18,15 \pm 1,06$ cm de LT, respectivamente. Los peces fueron sometidos con anterioridad a un periodo de ayuno por 24 horas, considerado suficiente para la evacuación gástrica completa (Hlophé *et al.* 2014). Luego se procedió a medir el pH antes de la alimentación (hora 0) y posterior de ingerir la DM (hora 1, 2, 3, 4, 6 y 8). En cada hora de evaluación se sacrificaron tres organismos por especie (un ejemplar por tanque, totalizando tres por hora de evaluación según especie), empleando una solución de benzocaína de 100 mg/L, según Neiffer y Stamper (2009) y se procedió a disectar a los organismos por la zona abdominal, con la finalidad de reconocer y extraer el estómago (E) y el intestino anterior (IA) y medio (IM) por cada individuo sacrificado. Cada porción intestinal recolectada consideró cerca de un tercio de la longitud intestinal. Finalmente, el pH gastrointestinal se midió utilizando un pHmetro EcoSense pH100A Meter (YSI, Estados Unidos), con un electrodo de pH con punta tipo lanza (PE06HD, Lutron), el cual se introdujo en cada sección del sistema digestivo (figura 1), según los tiempos establecidos.

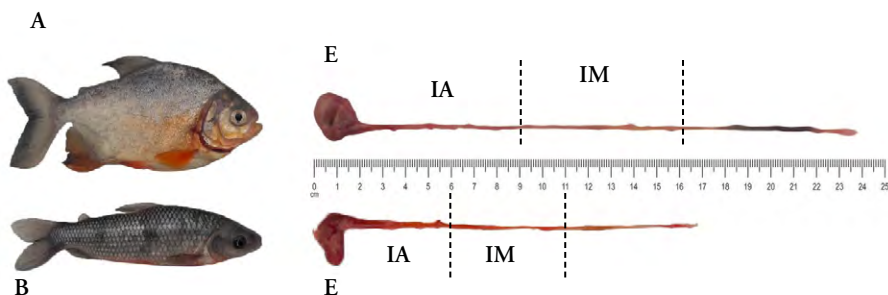


FIGURA 1. A. Anatomía digestiva y estimación del pH estomacal de *P. brachypomus*. B. Anatomía digestiva y estimación del pH estomacal de *S. fasciatus*. E: estómago, IA: intestino anterior, IM: intestino medio.

Fuente: elaboración propia.

Análisis estadístico

Los valores de pH obtenidos en las diferentes secciones del tracto gastrointestinal de ambas especies se sometieron a las pruebas estadísticas de Jarque–Bera y Barlett para verificar la distribución normal y homogeneidad de varianzas de los datos, respectivamente. Para este análisis, se consideraron los tres segmentos gastrointestinales, estómago (E), intestino anterior (IA) e intestino medio (IM) como unidades experimentales en grupos, aplicando la prueba ANOVA a dos vías ($p < 0,05$), para determinar diferencias significativas considerando los factores de especie y hora, posteriormente, se utilizó la prueba Tukey. Para el análisis estadístico, se utilizó el programa RStudio V 4.0.3.

RESULTADOS

Estómago

El efecto del tiempo sobre los valores de pH posprandial en el estómago mostró diferencias significativas en ambas especies ($p < 0,05$) frente a las demás porciones intestinales evaluadas. Previo a la alimentación, los valores de pH fueron de $2,39 \pm 0,31$ en *P. brachypomus* y de $4,47 \pm 0,00$ en *S. fasciatus*. A la primera hora posterior a que los peces consumieran la DM, se observó un incremento del pH en los estómagos de todos los organismos (figura 2). Para el caso de *P. brachypomus*, luego de la segunda hora en que los individuos se alimentaran, se evidenció que el pH volvió a disminuir hasta la sexta hora, con un posterior incremento al finalizar el experimento para todas las evaluaciones. En el caso de *S. fasciatus*, la tendencia a disminuir después de la

segunda hora siguió hasta la cuarta hora, luego del cual se observó un incremento de los valores de pH más evidente hasta la octava hora posprandial, en comparación con *P. brachypomus* (figura 2). Estas diferencias observadas en ambas especies, de preferencias alimentarias por frutos y material vegetal, podrían estar influenciadas por el tipo de dieta utilizada y su efecto tampón.

Intestino anterior

El efecto del tiempo sobre los valores de pH posprandial generó diferencias significativas en *S. fasciatus* ($p < 0,05$), lo cual parece indicar que el estado de alimentación, con DM, afecta al pH en esta sección intestinal para esta especie herbívora. Los datos de pH en el intestino anterior para *S. fasciatus* y *P. brachypomus* indican que antes de la alimentación se encuentran entre $7,04 \pm 0,00$ a $7,31 \pm 0,10$, lo cual hace referencia a un entorno neutro. A partir de la primera hora de alimentación con DM, se puede observar que el pH se incrementa para las dos especies, hasta la segunda hora (figura 3). Sin embargo, el pH para *P. brachypomus* disminuye a la tercera y cuarta hora posterior a la ingestión del alimento, y a partir de ese momento, se evidencia un incremento desde la sexta hora hasta finalizar las evaluaciones de pH (figura 3). En el caso de *S. fasciatus*, se determinó que el pH continúa aumentando desde la segunda hasta la octava hora, posterior al consumo de la DM. Todas las variaciones son mínimas (figura 3).

Intestino medio

El efecto del tiempo sobre los valores de pH posprandial en este segmento

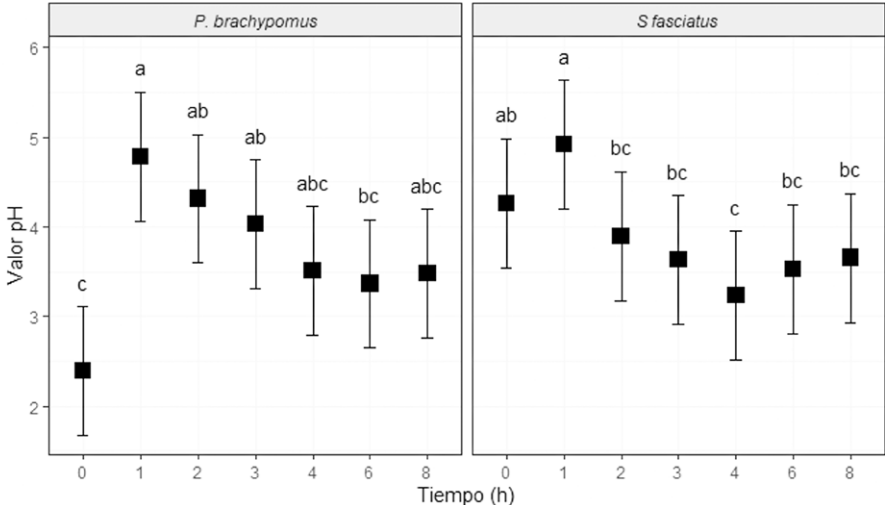


FIGURA 2. Valores de pH estomacal de *P. brachypomus* y *S. fasciatus* durante el proceso digestivo (ocho horas). Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre horas de digestión a nivel estomacal para cada especie.

Fuente: elaboración propia.

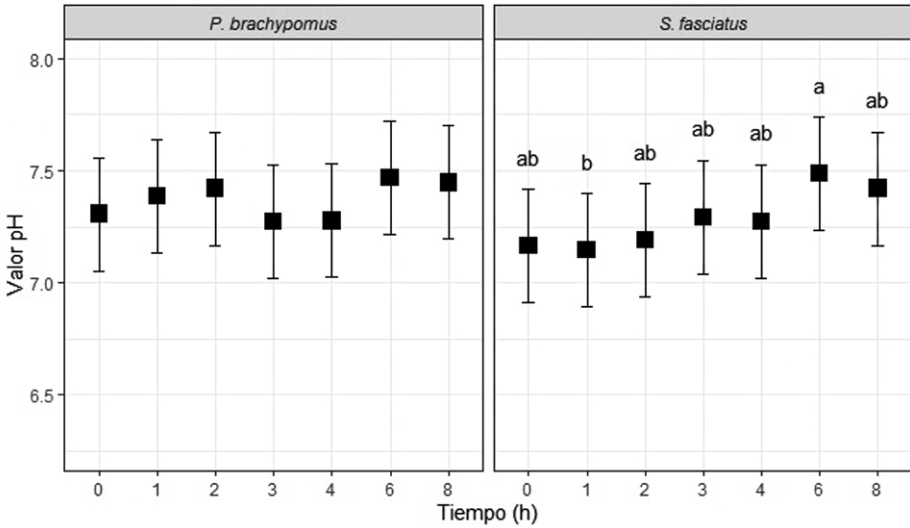


FIGURA 3. Valores de pH del intestino anterior de *P. brachypomus* y *S. fasciatus* durante el proceso digestivo (ocho horas). Letras distintas indican diferencias significativas entre horas de digestión en el intestino anterior para cada especie ($p < 0,05$). Ausencia de letras indica que no existe diferencia significativa.

Fuente: elaboración propia.

gastrointestinal presentó diferencia significativa para ambas especies ($p < 0,05$). El pH del intestino medio para *P. brachypomus* y *S. fasciatus* es ligeramente menor, en comparación con el pH del intestino anterior en todas las evaluaciones previas a la alimentación con DM (figura 4). Al analizar las variaciones de pH durante el consumo de DM, se aprecia un aumento de este desde la primera hasta la tercera hora, y luego se observa su reducción hacia la cuarta hora de alimentación (figura 4). Finalmente, a la sexta y octava hora de consumo de la DM, ocurre un incremento del pH para todos los ejemplares (figura 4).

DISCUSIÓN

En teleósteos, se han descrito dos estrategias básicas de acidificación gástrica. Por

una parte, especies que mantienen una acidificación permanente en el estómago y, por otra parte, especies que mantienen un ambiente luminal neutro entre comidas. Además, la acidificación gástrica solo se inicia al entrar el alimento en el estómago, y los valores neutros se recuperan cuando este se vacía (Solovyev *et al.* 2015; Yúfera *et al.* 2012). Especies que presentan una acidificación permanente pueden tener una subida de pH gástrico motivada por el efecto tampón del alimento ingerido (Bucking y Wood 2009).

El pH observado para *P. brachypomus* ($pH = 2,39 \pm 0,31$) mostró una acidificación gástrica en ayunas, como también se ha reportado para juveniles de *P. mesopotamicus* ($pH = 1,47$) (Gonçalves-França *et al.* 2017). Esta situación podría sugerir la estrategia de la especie al ingerir alimentos

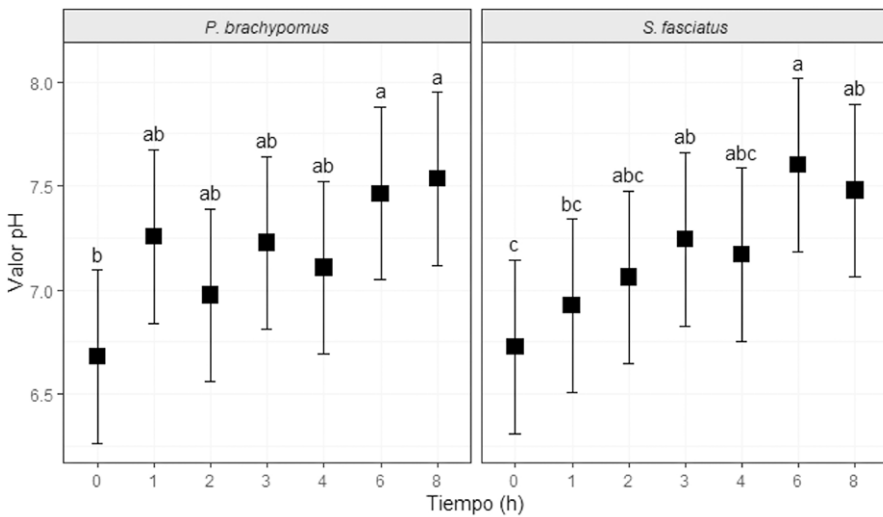


FIGURA 4. Valores de pH del intestino medio de *P. brachypomus* y *S. fasciatus* durante el proceso digestivo (ocho horas). Letras distintas indican diferencias significativas entre horas de digestión en el intestino medio para cada especie ($p < 0,05$).

Fuente: elaboración propia.

de difícil digestión, creando un ambiente ácido en el estómago (García Gallego y Sanz Runs 2009). *P. brachypomus* se caracteriza por su carácter omnívoro frugívoro y preferencia por granos duros, restos de vegetales, así como por frutas de cortezas resistentes (Guimarães y Martins 2015), materiales difícilmente digeribles a pesar de su grupo trófico.

La acidificación gástrica permanente también ha sido descrita en especies de hábitos carnívoros, como *O. mykiss* y juveniles de *Rachycentron canadum*, los que presentaron un estómago permanentemente ácido, con pH gástrico luminal de 2,72 y 2,76, respectivamente (Bucking y Wood 2009; Yúfera *et al.* 2016).

En *S. fasciatus*, el valor de pH estomacal sobre valores de cuatro en situación de ayuno evidenciaría también una estrategia de acidificación permanente. No existen reportes sobre la variación de pH a nivel del tracto digestivo para *S. fasciatus* o de alguna especie del género *Schizodon* que permitan corroborar los valores encontrados en este estudio. Diversas especies de este género han sido descritas como herbívoras, teniendo como preferencia alimentaria macrófitas C_4 (Forsberg *et al.* 1993; Jepsen y Winemiller 2007; Manetta *et al.* 2003), vegetales caracterizados por poseer la ruta del ácido carboxílico para la fijación de carbono, y ser una fuente alimenticia pobre para la mayoría de los herbívoros (Caswell *et al.* 1973).

Para el caso de *S. fasciatus*, Soares y Almeida (1986) mencionan que esta especie es de gremio trófico herbívoro, consumiendo macrófitas acuáticas, perífiton, algas, raíces, hojas y frutos del bosque inundable; mientras que Mérona y Rankin-de-Mérona (2004) sostienen en su estudio una preferencia exclusiva

por hojas. Estudios en *Tilapia rendalli* y *Oreochromis mossambicus*, herbívoros que se alimentan de macrófitas y algas, presentaron valores de pH estomacal por encima de 4,00 (Hlophé *et al.* 2014), similar a lo reportado en este estudio. Sin embargo, el resultado obtenido debe tomar en cuenta las condiciones del experimento, que consideró una dieta mixta con un ingrediente cárnico húmedo para una especie herbívora.

El aumento del pH posterior a la ingesta de alimento en *P. brachypomus* y *S. fasciatus* puede relacionarse con el proceso de neutralización, debido al consumo de agua asociado a la alimentación, lo que ocasiona la dilución de las secreciones ácidas del estómago, así como la capacidad *buffer* del alimento (Bucking y Wood 2006; Bucking y Wood 2009; Kristiansen y Rankin 2001). Esta variación en el ritmo posprandial ha sido reportada para *P. mesopotamicus* (Gonçalves-França *et al.* 2017), así como especies de hábitos alimentarios diferentes como *O. mykiss*, aunque no el mismo grado, y *R. canadum* (Bucking y Wood 2009; Sugiura *et al.* 2006; Yúfera *et al.* 2016).

La rápida disminución del pH gástrico en *P. brachypomus* y *S. fasciatus*, luego de alcanzar el máximo ascenso en la primera hora posprandial, puede atribuirse a la expulsión y absorción de líquidos, y pareciera tener relación con la alcalinidad y dureza del agua utilizada en el experimento, y que debe ser demostrada en estudios posteriores. De acuerdo con Bucking y Wood (2009), el alto grado de disolución de Ca^{2+} y Mg^{2+} en la fase fluida del quimo gástrico se correlaciona con grandes tasas de absorción del estómago y, por consiguiente, una disminución del pH gástrico. Si bien es cierto que

no se hizo una medición de alcalinidad y dureza, es sabido que las aguas donde se realizó el estudio se caracterizan por su alta dureza.

Otra explicación a la disminución rápida del pH estomacal puede deberse a los procesos digestivos posprandiales. La presencia de alimento en el estómago estimula la secreción de ácido gástrico, una mezcla de ácido y enzimas digestivas, ocasionando la disminución del pH (De-guara *et al.* 2003, Gonçalves–França *et al.* 2017), lo que justificaría los cambios en los valores de pH del estómago observados en este estudio. Resultados similares fueron reportados para alevinos y juveniles de *S. aurata* (Márquez *et al.* 2012; Yúfera *et al.* 2004), así como una tendencia similar para juveniles de *T. rendalli* (Hlophe *et al.* 2014) en las siguientes ocho horas posprandial.

Otra razón que explica la tendencia decreciente del pH posprandial estaría relacionada con el tipo de alimento. Taylor y Grosell (2006) demostraron que los perfiles de pH de cada dieta influyen en su capacidad *buffer* y, por consiguiente, en los valores del pH gástrico posprandial, lo cual explica situaciones de mayor acidificación o no, independiente de los valores preprandiales. Papastamatiou y Lowe (2004) reportaron para tiburón leopardo (*Triakis semifasciata*) alimentado con calamar una tendencia similar a lo encontrado en nuestro estudio, con un aumento inicial del pH gástrico, seguido de una rápida disminución del pH. Esta variación posprandial puede ser afectada con la digestibilidad inherente de la presa, el contenido de lípidos y energía y la presencia de colágeno en el tejido de la presa.

Los rangos de pH gástrico medido durante la digestión en ambas especies fueron

similares, $3,36 \pm 0,35 - 4,78 \pm 0,17$ y $3,23 \pm 0,33 - 4,73 \pm 0,28$, respectivamente. Esta situación apuntaría a una capacidad limitada de los juveniles de *P. brachypomus* y *S. fasciatus* para alcanzar las condiciones óptimas de la acción enzimática de la pepsina. Esta limitación podría deberse a las características de la dieta suministrada, en vista de que las especies estudiadas tienen una preferencia alimentaria por los frutos y material vegetal. La dieta suministrada puede cambiar o causar una modificación en la actividad enzimática (Enes *et al.* 2015). Además, la información sobre las características de los pepsinógenos y las pepsinas de los peces tropicales de agua dulce, sobre todo de las especies de este estudio, es limitada.

Dada la anatomía funcional del estómago y el intestino, se evidencia un cambio de niveles o valores de pH de ácido a alcalino, debido a la neutralización del quimo, a medida que ingresa al intestino anterior (Gonçalves–França *et al.* 2017; Grosell *et al.* 2005; Taylor y Grosell 2006; Wilson *et al.* 2002). Esta neutralización se debe a la bilis, la secreción activa de HCO_3^- por parte del páncreas, y el HCO_3^- suministrado por un aumento del intercambio apical $\text{Cl}^- / \text{HCO}_3^-$ (Grosell *et al.* 2005; Taylor y Grosell 2006; Wilson *et al.* 2002).

En el caso de *P. brachypomus*, las variaciones del pH a lo largo de las horas evaluadas no mostraron cambios significativos para la sección del intestino anterior ($7,27 \pm 0,10$ a $7,47 \pm 0,06$). Estos resultados presentan las mismas particularidades a los reportados en *P. mesopotamicus*, así como en juveniles de *S. aurata* (Gonçalves–França *et al.* 2017; Yúfera *et al.* 2004). Esto parece indicar que el estado de alimentación no afecta fuertemente al pH en esta sección intestinal. La creación de ambientes ácidos

en el estómago permitiría un quimo que pueda ser hidrolizado sin inconvenientes por parte de las enzimas pancreáticas en el intestino anterior y su aprovechamiento en el intestino medio. Las condiciones alcalinas permiten mantener la integridad del epitelio intestinal y la actividad de las enzimas pancreáticas e intestinales (Bucking y Wood 2009).

Estudios realizados parecen indicar que especies con digestión estomacal más ácida son capaces de alcalinizar rápidamente el intestino anterior, tal como se ha observado en *Dicentrarchus labrax* L. (Nikolopoulou *et al.* 2011). Sin embargo, en el presente estudio, los valores del pH a nivel intestinal estuvieron en un ambiente de neutro a ligeramente alcalino, pasando de $\text{pH} = 7,31 \pm 0,10$ (preingesta) a $\text{pH} = 7,42 \pm 0,18$ (segunda hora posprandial). Esta situación probablemente se debería a una baja actividad del intercambiador apical $\text{Cl}^- / \text{HCO}_3^-$, el cual secreta de manera adicional HCO_3^- , amortiguando el H^+ secretado y liberado con el quimo gástrico, y de esta forma, incrementa el pH de la luz intestinal (Bucking y Wood 2009; Taylor y Grosell 2006; Taylor *et al.* 2007). Se desconoce su accionar en los procesos de digestión en los peces neotropicales.

No se observó un aumento de la alcalinidad en el intestino medio con relación al intestino anterior para *P. brachypomus* y *S. fasciatus*. Esta situación difiere de lo reportado en *D. labrax* L., *O. mykiss*, *S. aurata*, *T. rendalli* y *O. mossambicus* (Bucking y Wood 2009; Hlophe *et al.* 2014; Nikolopoulou *et al.* 2011; Yúfera *et al.* 2004). La alcalinidad tiende al aumento mientras se avanza distalmente a lo largo del intestino, pasando de un promedio de pH de 6,00 a 8,00 (intestino anterior) a una media de 7,00 a

9,00 (intestino inferior). (Deguara *et al.* 2004). El incremento de la alcalinidad responde a la acumulación de secreciones de HCO_3^- en el quimo por parte del intercambiador $\text{Cl}^- / \text{HCO}_3^-$ (Bucking y Wood 2009). Una explicación sugerida radicaría en que el intercambiador apical $\text{Cl}^- / \text{HCO}_3^-$ no tendría una secreción activa de HCO_3^- en peces neotropicales.

En la sección del intestino anterior y medio de *S. fasciatus*, las diferencias significativas encontradas permitirían establecer la influencia de la alimentación sobre los valores del pH posprandial, probablemente mediado por las condiciones digestivas de la especie según sus hábitos alimentarios. *S. fasciatus* ha sido descrita como una de las raras especies capaces de alimentarse de macrófitas C_4 (Forsberg *et al.* 1993; Mortillaro *et al.* 2015). Estas macrófitas no son una preferencia alimentaria por la mayoría de los peces en los ecosistemas amazónicos, debido a su baja digestibilidad aún para los herbívoros, sin embargo, presenta alta cantidad de ácidos grasos esenciales y poliinsaturados (Caswell *et al.* 1973; Mortillaro *et al.* 2015).

Es probable que *S. fasciatus* haya desarrollado ciertas caracterizaciones de su fisiología digestiva para el aprovechamiento de material alimenticio difícilmente digeribles. Esto podría explicar las diferencias significativas encontradas a lo largo del tiempo de digestión. La longitud intestinal corta observada en nuestro estudio parecería indicar un hábito diferente a lo reportado, y no quedaría claro porque *S. fasciatus* presenta esta particularidad. No existen estudios al respecto que permitan entender esta configuración gastrointestinal, siendo importante realizar un estudio enfocado en esta región gastrointestinal para esta especie.

En el presente estudio, el análisis de la variación del pH gastrointestinal se centró durante las primeras ocho horas de digestión, con una dieta en particular y similar para ambas especies. No todos los peces exhiben un mismo patrón de respuesta del pH gastrointestinal al consumo de alimentos. Las variaciones pueden deberse a diferencias en la metodología del estudio, como la técnica y horas de medición, el intervalo de muestreo, el tamaño y composición del alimento, y por la naturaleza de la especie (Papastamatiou y Lowe 2004). Estos factores se deben considerar para una comprensión más precisa de la variación del pH gastrointestinal antes y durante la alimentación de peces amazónicos, *P. brachypomus* y *S. fasciatus*, donde el conocimiento generado pueda mejorar su rendimiento en actividades de cultivo.

CONCLUSIÓN

Existe variación en los ritmos del pH gástrico e intestinal en relación con la degradación y asimilación de la dieta, según las características alimenticias de cada especie. De acuerdo con las variaciones de pH estomacal, juveniles de *P. brachypomus* y *S. fasciatus* presentan una acidificación gástrica permanente como estrategia digestiva a lo largo de las primeras ocho horas de digestión. A nivel intestinal, ambas especies presentan una alcalinización ligera, sin embargo, es más marcada en *S. fasciatus* en función al tiempo de digestión, probablemente debido a la estrategia de digestión de sus preferencias alimentarias.

AGRADECIMIENTOS

Al Grupo de Estudios en Acuicultura Sostenible (GEAS) de la carrera de Ingeniería Acuícola de la Universidad Científica del Sur, así como a la carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Ambientales.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener relaciones de interés comercial o personal en el marco de la investigación que condujo a la producción del manuscrito sometido.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Este trabajo se llevó a cabo con el apoyo financiero del “Fondo Semilla 2018” de la Dirección General de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad Científica del Sur.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

Todos los datos generados durante este estudio se incluyen en este artículo.

REFERENCIAS

- Bucking C, Wood CM. 2006. Water dynamics in the digestive tract of the freshwater rainbow trout during the processing of a single meal. *J Exp Biol*. [Internet]. [publicado 2006 May 15]; 209:1883-1893. Disponible en: <https://journals.biologists.com/jeb/article/209/10/1883/16050/Water-dynamics-in-the-digestive-tract-of-the>
- Bucking C, Wood CM. 2009. The effect of postprandial changes in pH along the gastrointestinal tract on the distribution of ions between the solid and fluid phases of chime in rainbow trout. *Aquacult Nutr*. 15:282-296. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2008.00593.x>

- Caswell H, Reed F, Stephenson SN, Werner PA. 1973. Photosynthetic pathways and selective herbivory: a hypothesis. *Am. Nat.* 107:465-480. <https://doi.org/10.1086/282851>
- Deguara S, Jauncey K, Agiuss C. 2003. Enzyme activities and pH variations in the digestive tract of gilthead sea bream. *J Fish Biol.* 62:1033-1043. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00094.x>
- Enes P, García-Meilán I, Guerreiro I, Couto A, Pousão-Ferreira P, Gallardo MA, Oliva-Teles A. 2015. Utilization of dietary starch by juvenile white sea bream *Diplodus sargus* at different feeding frequencies. *Aquacult Nutr.* 21:926-934. <https://doi.org/10.1111/anu.12227>
- Forsberg BR, Araujo-Lima CARM, Martinelli LA, Victoria RL, Bonassi JA. 1993. Autotrophic Carbon Sources for Fish of the Central Amazon. *Ecology.* 74:643-652. <https://doi.org/10.2307/1940793>
- García Gallego M y Sanz Runs A. 2009. Los hidratos de carbono en la alimentación de los peces. En F. Sanz (Ed.), *La nutrición y alimentación en piscicultura* (pp. 275-326). Serie Publicaciones Científicas y Tecnológicas. Fundación Observatorio Español de Acuicultura. [Internet]. Disponible en: https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/la_nutricion_y_alimentacion_en_piscicultura.pdf
- Goodrich HR, Bayley M, Birgersson L, Davison WG, Johannsson OE, Kim AB, My PL, Tinh TH, Thanh PN, Thanh HDT, Wood CM. 2020. Understanding the gastrointestinal physiology and responses to feeding in air-breathing Anabantiform fishes. *J Fish Biol.* 2020 (96):986-1003. <https://doi.org/10.1111/jfb.14288>
- Gonçalves-França W, Pontes TC, Martins-Dutra F, Liebert F, Cupertino-Ballester E, Portz L. 2017. Gastrointestinal tract pH measurement in juveniles Pacu *Piaractus mesopotamicus* (Characiformes: Characidae). *Panam J Aquat Sci* [Internet]. [publicado 2017 September]; 12(3):254-258. Disponible en: [https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_12\(3\)_254-258.pdf](https://panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_12(3)_254-258.pdf)
- Grosell M, Wood CM, Wilson RW, Bury NR, Hogstrand C, Rankin C, Jensen FB. 2005. Bicarbonate secretion plays a role in chloride and water absorption of the European flounder intestine. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* [Internet]. [publicado 2005 April 01]; 288(4):R936-R946. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpregu.00684.2003>
- Guimarães IG, Martins GP. 2015. Nutritional requirement of two Amazonian aquacultured fish species, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) and *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818): a mini review. *J Appl Ichthyol.* 31:57-66. <https://doi.org/10.1111/jai.12976>
- Hlophé SN, Moyo NAG, Ncube I. 2014. Postprandial changes in pH and enzyme activity from the stomach and intestines of *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1897), *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) and *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *J Appl Ichthyol.* 30:35-41. <https://doi.org/10.1111/jai.12290>
- Jepsen DB, Winemiller KO. 2007. Basin geochemistry and isotopic ratios of fishes and basal production sources in four neotropical rivers. *Ecol of Freshwater Fish.* 16:267-281. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2006.00218.x>
- Kristiansen HR, Rankin JC. 2001. Discrimination between endogenous and exogenous water sources in juvenile rainbow trout fed extruded dry feed. *Aquat Living Resour.* 14:359-366. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(01\)01131-7](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(01)01131-7)
- Manetta GI, Benedito-Cecilio E, Martinelli M. 2003. Carbon sources and trophic position of the main species of fishes of Baía River, Paraná River floodplain, Brazil. *Braz. J. Biol.* [Internet]. [publicado 2003 August 15]; 63(2):283-290. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/53LL3JwWZvZBsV9JvKgdFYS/?lang=en>
- Márquez L, Robles R, Morales G, Moyano FJ. 2012. Gut pH as a limiting factor for digestive proteolysis in cultured juveniles of the gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Fish Physiol Biochem.* 38:859-869. <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9573-1>

- Mérona B, Rankin-de-Mérona J. 2004. Food resource partitioning in a fish community of the central Amazon floodplain. *Neotrop. Ichthyol.* [Internet]. [publicado 2008 January 02]; 2(2):75-84. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ni/a/HTRCshKj6H9RSzZkVvZpkKb/?lang=en>
- Mortillaro JM, Pouilly M, Wach M, Freitas CEC, Abril G, Meziane T. 2015. Trophic opportunism of central Amazon floodplain fish. *Freshw Biol.* 60:1659-1670. <https://doi.org/10.1111/fwb.12598>
- Munilla-Morán R, Saborido-Rey F. 1996. Digestive enzymes in marine species. I. Proteinase activities in gut from redfish (*Sebastes mentella*), seabream (*Sparus aurata*) and turbot (*Scophthalmus maximus*), *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology.* 113(2):395-402. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(95\)02057-8](https://doi.org/10.1016/0305-0491(95)02057-8).
- Neiffer DL, Stamper MA. 2009. Fish Sedation, Anesthesia, Analgesia, and Euthanasia: Considerations, Methods, and Types of Drugs. *ILAR J.* [Internet]. [publicado 2009 October 01]; 50(4):343-360. Disponible en: <https://academic.oup.com/ilarjournal/article/50/4/343/868661>
- Nikolopoulou D, Moutou KA, Fountoulaki E, Venou B, Adamidou S, Alexis MN. 2011. Patterns of gastric evacuation, digesta characteristics and pH changes along the gastrointestinal tract of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Comp Biochem Physiol A: Mol Integr Physiol.* 158:406-414. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2010.11.021>
- Papastamatiou YP, Lowe CG. 2004. Postprandial response of gastric pH in leopard sharks (*Triakis semifasciata*) and its use to study foraging ecology. *J Exp Biol.* [Internet]. [publicado 2004 January 01]; 207(2):225-232. Disponible en: <https://journals.biologists.com/jeb/article/207/2/225/2608/Postprandial-response-of-gastric-pH-in-leopard>
- Soares MGM, Almeida RG, Junk WJ. 1986. The tropic status of the fish fauna in lago Camaleão e macrophyte dominated Floodplain Lake in the middle Amazon. *Amazoniana.* 9(4):511-526. Disponible en: <http://hdl.handle.net/21.11116/0000-0004-76B4-C>
- Solovyev MM, Kashinskaya EN, Izvekova GI, Glupov VV. 2015. pH values and activity of digestive enzymes in the gastrointestinal tract of fish in Lake Chany (West West Siberia). *J Ichthyol.* 55(2):251-258. <https://doi.org/10.1134/S0032945215010208>
- Solovyev MM, Kashinskaya EN, Rusinek OT, Izvekova GI. 2016. Physiological pH values in the digestive tract of perch *Perca fluviatilis* from different habitats. *J Ichthyol.* 56(2):231-237. <https://doi.org/10.1134/S0032945216010148>
- Sugiura SH, Roy PK, Ferraris RP. 2006. Dietary acidification enhances phosphorus digestibility but decreases H⁺/K⁺-ATPase expression in rainbow trout. *J Exp Biol.* 209:3719-3728. [Internet]. [publicado 2006 October 01]. Disponible en: <https://journals.biologists.com/jeb/article/209/19/3719/16346/Dietary-acidification-enhances-phosphorus>
- Taylor JR, Grosell M. 2006. Feeding and osmoregulation: dual function of the marine teleost intestine. *J Exp Biol.* [Internet]. [publicado 2006 August 01]; 209(15):2939-2951. Disponible en: <https://journals.biologists.com/jeb/article/209/15/2939/16199/Feeding-and-osmoregulation-dual-function-of-the>
- Taylor JR, Whittamore JM, Wilson RW, Grosell M. 2007. Postprandial acid-base balance and ion regulation in freshwater and seawater-acclimated European flounder, *Platichthys flesus*. *J. Comp. Physiol. B.* 177:597-608. <https://doi.org/10.1007/s00360-007-0158-3>
- Uys W, Hecht T. 1987. Assays on the digestive enzymes of sharp-toothed catfish, *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae), *Aquaculture*, Volume 63(1-4):301-313. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(87\)90080-9](https://doi.org/10.1016/0044-8486(87)90080-9)
- Wilson RW, Wilson JM, Grosell M. 2002. Intestinal bicarbonate secretion by marine teleost fish—why and how? *Biochim Biophys Acta.* [Internet]. [publicado 2002 November 13]; 1566 (1-2):182-193. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0005273602006004>
- Yúfera M, Fernández Díaz C, Vidaurreta A, Cara JB, Moyano FJ. 2004. Gastrointestinal pH and development of the acid digestion in larvae

- and early juveniles of *Sparus aurata* (Pisces: teleostei). Mar Biol. 144:863-869. <https://doi.org/10.1007/s00227-003-1255-9>
- Yúfera M, Moyano FJ, Astola A, Pousão-Ferreira P, Martínez-Rodríguez G. 2012. Acidic digestion in a teleost: Postprandial and circadian pattern of gastric pH, pepsin activity, and pepsinogen and proton pump mRNAs expression. PLoS ONE. [Internet]. [publicado 2012 March 20]; 7(3): e33687. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0033687>
- Yúfera M, Nguyen MV, Engrola S, Conceição L, Jordal EO, Le MH, Espe M, P.Q. Hung PQ, Rønnestad I. 2016. Cobia exhibits a permanent gastric acidity as digestion strategy. Aquaculture Europe 16 (2016). [Internet]. [publicado 2016 September]; Abstract book:1132-1133. Disponible en: https://digital.csic.es/bitstream/10261/146972/4/cobia_Yuferaf.pdf

Forma de citación del artículo:

Palomino-Ramos AR, Coasaca-Céspedes JJ, Bastidas-Henostroza JA, Romání-Alegre AE y Francia-Quiroz JC. 2023. Niveles de pH gastrointestinal posprandial en juveniles de *Piaractus brachypomus* (Serrasalminidae) y *Schizodon fasciatus* (Anostomidae). Rev Med Vet Zoot. 70(2):192-205. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n2.104565>

Identificación molecular de microorganismos hemotrópicos transmitidos por vectores en caninos domésticos de diferentes centros veterinarios de Medellín, Colombia

C. Ríos–Usuga¹, A. Arias², D. Gómez³, D. Pérez⁴, C. Muñoz–Cadavid¹,
I. L. Jaramillo–Delgado⁵

Recibido: 01/09/2021. Aprobado: 26/12/2022

RESUMEN

Los patógenos transmitidos por vectores, comúnmente conocidos como hemoparásitos, son organismos hemotrópicos que varían desde nematodos, protozoos, virus y bacterias. El presente es un estudio retrospectivo de las bases de datos de 3.300 perros cuyo objetivo es evaluar la frecuencia mediante qPCR para 9 hemotrópicos en la ciudad de Medellín entre junio de 2021 y marzo de 2022 y la correlación de su presencia con las manifestaciones clínicas y hemoleucogramas de 20 perros positivos. Del total de perros testeados, el 60% fueron positivos para uno o más agentes. El número de animales infectados con uno, dos o tres agentes fue del 42,9% (1.416/3.300), 17,7% (583/3.300) y 1,3% (42/3.300), respectivamente. En orden de mayor a menor presencia de hemoparásitos, el número de perros positivos a un solo agente fue de: *Anaplasma* spp. (14,1%), *Mycoplasma* spp. (13,9%), *Ehrlichia* spp. (6,1%), *Hepatozoon* spp. (5,4%), *Babesia* spp. (1%), filarias (0,9%), y *Bartonella* spp. (0,6%). Las principales alteraciones clínico–patológicas en 9 de 20 perros positivos a algún hemoparásito y con signos clínicos inespecíficos (fiebre, anorexia, mialgia, letargo) fueron de anemia y/o trombocitopenia, con o sin un leucograma inflamatorio. No obstante, la ausencia de alteraciones clínico–patológicas en 11/20 animales positivos no descarta la presencia de infección, ya que los animales presentaban un hemograma normal. Estudios experimentales y de campo han mostrado que muchos perros positivos por serología y/o qPCR están clínicamente normales, y aunque no presentan una infección activa, sí pueden ser portadores asintomáticos de hemoparásitos. En este estudio se discuten los resultados y se comparan con otros realizados en Colombia para los principales hemoparásitos de perros.

Palabras clave: PCR, enfermedades transmitidas por vectores, frecuencia, canino.

¹ Grupo de Estudio de Infectología, Zoonosis y Medio Ambiente Laboratorio Testmol–GIZMOL, Testmol SAS, Diagnostic and Research Center, carrera 45 D n° 60-16, Medellín, Colombia.

² Centro Veterinario Instinto Animal, Carrera 65 n.° 97-57, Medellín, Colombia.

³ Centro Veterinario Bello, Carrera 49 n.° 54-15, Bello, Antioquia, Colombia.

⁴ Centro Veterinario Animall, Calle 65 n.° 56-84, Medellín, Antioquia, Colombia.

⁵ Departamento de Enfermedades Infecciosas, Grupo de Investigación en Salud, Centro de Diagnóstico e Investigación TESTMOL SAS, Carrera 45D 60-16, Medellín 050012, Antioquia, Colombia.

* Autor de correspondencia. Correo electrónico: testmol2019@gmail.com

Molecular identification of hemotropic microorganisms transmitted by vectors in domestic canines from different veterinary centers in Medellín, Colombia

ABSTRACT

Vector-borne pathogens commonly known as “haemoparasites” are hemotropic organisms that range from nematodes, protozoa, viruses, and bacteria. This is a retrospective study of the databases of 3,300 dogs that aims to evaluate the frequency by qPCR for 9 hemotropics in the city of Medellín between June 2021 and March 2022, and the correlation of the presence of these agents with the Clinical manifestations and hemoleukograms of 20 positive dogs. Of the total dogs tested, 60% were positive to one or more agents. The number of animals infected with one, two, or three agents was 42.9% (1416/3,300), 17.7% (583/3,300), and 1.3% (42/3,300), respectively. In order from highest to lowest presence of haemoparasites, the number of dogs positive for a single agent was: *Anaplasma* spp. (14.1%), *Mycoplasma* spp. (13.9%), *Ehrlichia* spp. (6.1%), *Hepatozoon* spp. (5.4%), *Babesia* spp. (1%), filariae (0.9%), and *Bartonella* spp. (0.6%). The main clinicopathological alterations in 9 of 20 dogs positive for some haemoparasite and with nonspecific clinical signs (fever, anorexia, myalgia, lethargy) were anemia and/or thrombocytopenia, with or without an inflammatory leukogram. However, the absence of clinicopathological alterations in 11/20 positive animals does not rule out the presence of infection since the animals had a normal blood count. Experimental and field studies have shown that many dogs positive by serology and/or qPCR are clinically normal, and although they do not present an active infection, they may be asymptomatic carriers of haemoparasites. In this study the results are discussed and compared with others carried out in Colombia for the main haemoparasites of dogs.

Keywords: PCR, vector borne diseases, frequency, canine.

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos hemotrópicos, comúnmente denominados hemoparásitos, son agentes infecciosos que varían desde nematodos (filarias), protozoos (*Hepatozoon canis*, *Babesia* spp., *Leishmania* spp.) y bacterias (*Ehrlichia* spp., *Rickettsia* spp., *Anaplasma* spp., *Borrelia* spp., *Mycoplasma* spp., *Bartonella* spp.). Son transmitidos principalmente por vectores artrópodos, durante la alimentación del vector infectado a una gran variedad de huéspedes mamíferos y con un gran potencial zoonótico. Existen además otras vías de transmisión como es el caso de *Hepatozoon* spp., el cual ingresa

por la ingesta de garrapatas infectadas, asimismo puede transmitirse por el uso de agujas contaminadas, transfusiones y se han descrito casos de transmisión vertical (Mierzejewska *et al.* 2014).

Después de la transmisión, se diseminan en la sangre por el sistema mononuclear fagocítico, dentro del eritrocito o por el torrente sanguíneo en forma de larva, como es el caso de las filarias, y son capaces de migrar a cualquier órgano, lo cual genera una respuesta inmunitaria caracterizada por la producción de anticuerpos (Bazzocchi *et al.* 2003). Estos agentes pueden generar una variedad de signos clínicos que dependen

del estado o fase de la enfermedad, ya sea aguda, subclínica y en algunos casos crónica (Harrus *et al.* 1998). Por esto, los signos clínicos varían desde asintomático hasta potencialmente mortal, lo que depende de manera parcial de la susceptibilidad del huésped, enfermedades concurrentes, inmunosupresión o individuos esplenectomizados (Messick 2004).

El diagnóstico puede ser complejo según la carga del agente y la fase clínica de la enfermedad, y a menudo se presentan coinfecciones (Rojas *et al.* 2014; Andrade *et al.* 2014). Entre las ayudas diagnósticas, el extendido de sangre periférica es un método rápido y de bajo costo, pero con una baja sensibilidad, debido a una baja carga del agente y que solo se observa en fases agudas (Derakhshandeh *et al.* 2017), el extendido tiene un nivel de detección en paciente inmunocompetente del 17% (Hamilton *et al.* 2004). También se cuenta con pruebas serológicas que se basan en la búsqueda de anticuerpos (Ac) utilizando métodos como ELISA e IFI (Franco-Zetina *et al.* 2019), donde la presencia de Ac indica exposición al patógeno y puede no ser detectable en estadios tempranos y agudos de la infección (Maggi *et al.* 2014). Existen pruebas comerciales que permiten la detección de anticuerpos IgG con una sensibilidad y especificidad variable de hasta 97,8% y 92,3%, respectivamente (Franco-Zetina *et al.* 2019). Además, se ha documentado una reacción cruzada con las diferentes especies de *Ehrlichia* spp. y con *Anaplasma* spp. (Harrus y Waner *et al.* 2011). Por su parte, la PCR cuenta con una sensibilidad del 95% y especificidad del 100% (Franco-Zetina *et al.* 2019). Finalmente, en un estudio donde se comparó una prueba de inmunocromatografía comercial (serología) con la PCR en el diagnóstico de VBD, se evidenció un 85% de concordancia en los

resultados positivos, con una discordancia con *Ehrlichia canis* y *Anaplasma platys* (Wong *et al.* 2011). Otro limitante de la serología es la falta de pruebas para babesiosis, *Hepatozoon*, *Mycoplasma* y *Bartonella*, mientras que la detección molecular permite identificar una gran variedad de agentes y sus diferentes especies.

En Colombia, existen numerosos reportes de hemotrópicos en perros por todo el país, siendo la erliquiosis la más estudiada y diagnosticada (Otalora *et al.* 2022; Vargas-Hernández, *et al.* 2012). Un estudio de seroprevalencia en 354 perros usando SNAP 4DX PLUS en Barranquilla y Puerto Colombia encontró que la seropositividad era: *Ehrlichia* spp. (62%), *Anaplasma* spp. (22%), *Dirofilaria immitis* (11,3%) y *Borrelia burgdorferi* (0,56%) (Otalora *et al.* 2022). Adicionalmente, el 40% de perros presentaban coinfección por dos o más patógenos, y tan solo 8,2% (29/354) de perros presentaban signos clínicos. En perros de las ciudades de Bogotá, Bucaramanga y Villavicencio, se evidenció una seroprevalencia de *Ehrlichia* spp. y *Babesia* spp. del 82,4% (75/91) y 51,6% (47/91), respectivamente (Vargas-Hernández *et al.* 2012a). En los mismos perros, solo 40,6% (37/91) y 5,5% (5/91) resultaron positivos mediante qPCR para *Ehrlichia canis* y *Babesia vogeli*, respectivamente. Además, el 31,8% (29/91) de perros también fueron positivos para *Hepatozoon canis* (Vargas-Hernández *et al.* 2012b). En Medellín, se detectó *Ehrlichia* spp. por qPCR en 11 de 33 perros (33,3%) (Carrillo-Bonilla *et al.* 2012). En una revisión de todos los patógenos transmitidos por vectores en Latinoamérica, se describen la mayoría de los estudios de prevalencia en Colombia (Maggi y Kramer 2019). No obstante, aún faltan estudios sobre otros agentes hemotrópicos en perros y gatos del país.

El objetivo de este estudio fue evaluar la frecuencia de 9 agentes hemotrópicos en perros de la ciudad de Medellín mediante qPCR y correlacionar la presencia de estos agentes con alteraciones en el hemoleucograma y manifestaciones clínicas.

MÉTODOS Y MATERIALES

Base de datos de perros

El estudio se realizó con una base de datos de 3.300 muestras de perros remitidos al laboratorio Testmol de Medellín entre julio de 2021 y marzo de 2022. Del total de perros analizados por qPCR, la historia clínica y hemogramas fueron aportados en 29 perros remitidos de 3 clínicas veterinarias.

Base de datos de los hemogramas

Se trató de aportes de clínicas veterinarias que se tabularon en una base de datos de Excel para su análisis posterior en SPSS versión 22. Las muestras hematológicas de esas bases de datos se analizaron usando el equipo Abacus (Abacus Vet Junior, Diatron MI Ltd, Budapest, Hungary), calibrado para la especie canina, para determinar 15 parámetros hematológicos, incluyendo las tres poblaciones y el conteo diferencial directo. El equipo se calibró cada vez con los blancos y calibradores proporcionados por los fabricantes. Se registraron los siguientes analitos: recuento RBC, concentración HGB, PCV (o HCT), MCV, MCH, MCHC, RDW, conteo plaquetas (PLT), conteo de WBC y niveles de neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos, basófilos, fibrinógeno y proteínas totales TP. Se realizaron conteos absolutos y relativos.

El volumen de células empaquetadas (PCV) se midió usando el método estándar de microhematocrito (Van Assendelft *et*

al. 2001). El plasma restante de la centrifugación se depositó en un refractómetro (Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan), con el cual se realizó el análisis de proteínas totales plasmáticas como indica el proceso estándar (Walker *et al.*, 1990).

En el hemograma, se interpretó anemia cuando el hematocrito estaba por debajo del valor mínimo del rango normal (<37%), la severidad se determinó así: leve (30-37%), moderada (20-29%), severa (13-19%), muy severa (<13%). El porcentaje de reticulocitos corregido con base en el hematocrito del paciente y el valor normal de 45% se empleó para determinar si la anemia era regenerativa (>1%) o no regenerativa (<1%). El leucograma inflamatorio se consideró si existía una o varias de las siguientes alteraciones: eosinofilia (>1000/ μ L), monocitosis (>1350/ μ L), leucocitosis (\geq 30.000/ μ L), presencia de neutrófilos tóxicos. Se consideró que había trombocitopenia cuando las plaquetas estaban disminuidas (<200.000/ μ L).

Comité de ética

El estudio renunció a la revisión y aprobación de un comité de ética, ya que solo hace uso de las bases de datos del laboratorio Testmol SAS y las historias clínicas de los pacientes, brindadas por los Médicos Veterinarios que realizaron la toma de muestras y cumpliendo con todos los protocolos de ética profesional en Colombia para la manipulación de animales en el ejercicio médico veterinario bajo la ley 576 del 2000 y la ley 84 de 1989.

Procedimiento de extracción de ADN utilizado en el laboratorio

Los resultados de las bases de datos se obtuvieron de la base de datos del laboratorio Testmol, los resultados de la extracción, por el método automatizado con el equipo

de extracción abierta Kingfisher™ Duo (Thermo Fisher Scientific Inc.) y el kit de purificación de ácido nucleico MagMAX™ CORE M Express-96 system (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA), de acuerdo con condiciones establecidas del fabricante para muestras de sangre con EDTA.

Resultados de base de datos de qPCR y las condiciones de ensayo utilizado en el laboratorio

Los resultados para qPCR obtenidos en la base de datos se obtuvieron de procesos con cebadores específicos (Macrogen, Corea) para cada agente evaluado, los cuales iban dirigidos a los genes bacterianos 16S y parasitarios 18S. Todos los controles positivos fueron proporcionados por el laboratorio Testmol–Centro de Investigación y Diagnóstico. Se usó agua de grado PCR como control negativo. Para control de extracción e interno se utilizaron cebadores específicos para genes de Citocromo B en mamíferos.

El ensayo de PCR en tiempo real fue realizado en un (Mx4 Channels, Biomolecular Systems, Australia), con protocolos propios del laboratorio.

Análisis estadístico

Las evaluaciones estadísticas se realizaron mediante medidas de tendencia central y se utilizó la prueba exacta de Fisher y la prueba de chi-cuadrado para evaluar relación entre variables; $p \leq 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. Los cálculos se realizaron utilizando estadísticas de ciencias sociales. (<http://www.socscistatistics.com/>).

Resultados

Del total de perros evaluados en las bases de datos, el 60,5% (1.999/3.300) fueron

positivos por qPCR a uno o más microorganismos hemotrópicos. El número de animales infectados con uno, dos o tres agentes fue del 42,9% (1.416/3.300), 17,7% (583/3.300), y 1,3% (42/3.300), respectivamente (tabla 1). En orden de mayor a menor presencia de hemoparásitos el número de perros positivos a un solo agente fue de: *Anaplasma* spp. (14,1%), *Mycoplasma* spp. (13,9%), *Ehrlichia* spp. (6,1%), *Hepatozoon* spp. (5,4%), *Babesia* spp. (1%), filarias (0,9%), y *Bartonella* spp. (0,6%). Las coinfecciones más frecuentes de mayor a menor presencia fueron: *Anaplasma* spp. y *Mycoplasma* spp. (6,8%), *Ehrlichia* spp. y *Mycoplasma* spp. (3,5%), *Anaplasma* spp. y *Hepatozoon* spp. (1,4%), y *Ehrlichia* spp. y *Hepatozoon* spp. (1,1%), *Anaplasma* spp. y *Babesia* spp. (0,9%).

Los datos de los hemogramas de 20 perros infectados con uno o más hemoparásitos se muestran en la tabla 2. Trece animales tenían infecciones por un solo agente y 7 con coinfecciones por dos agentes. De 11 infecciones con *Mycoplasma* spp., 5 de ellas eran coinfecciones con otro agente, y el hemograma era normal en 9 animales. Dos perros coinfectados con *Anaplasma* spp. y *Mycoplasma* spp. tenían signos clínicos compatibles con hemotrópicos (anorexia, vómitos, decaimiento) y presentaron anemia moderada, uno regenerativo y el otro no regenerativo. El leucograma era inflamatorio en 1 de los 2 perros y normal en el otro. De dos animales infectados solo con *Anaplasma* spp. Uno presentó anemia moderada no regenerativa, trombocitopenia, con leucograma inflamatorio y el otro no presentaba alteraciones hematológicas. De 3 animales infectados con *Hepatozoon* spp. Uno presentó anemia leve con leucograma inflamatorio y el otro estaba normal. El otro estaba coinfectado con *Hepatozoon* spp. y *Babesia* spp. y su hemograma era normal

TABLA 1. Frecuencia de hemoparásitos y coinfecciones identificadas por qPCR en perros de la ciudad de Medellín (n= 3.300 perros muestreados)

| | Anaplasma spp. | Rickettsia spp. | Wolbachia spp. | Ehrlichia spp. | Babesia spp. | Bartonella spp. | Dirofilaria spp. | Hepatozoon spp. | Mycoplasma spp. | Total |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| <i>Anaplasma</i> spp. | 465 (14,1%) | 0 | 0 | 1 (0,0%) | 30 (0,9%) | 3 (0,1%) | 1 (0,0%) | 46 (1,4%) | 222 (6,8%) | 768 (23,3%) |
| <i>Rickettsia</i> spp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (0,0%) | 0 | 1 (0,0%) |
| <i>Wolbachia</i> spp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 (0,2%) | 0 | 0 | 8 (0,2%) |
| <i>Ehrlichia</i> spp. | | | | 229 (6,9%) | 12 (0,4%) | 1 (0,0%) | 0 | 37 (1,1%) | 116 (3,5%) | 395 (12,0%) |
| <i>Babesia</i> spp. | | | | | 36 (1%) | 0 | 0 | 0 | 20 (0,6%) | 56 (1,7%) |
| <i>Bartonella</i> spp. | | | | | | 20 (0,6%) | 0 | 0 | 4 (0,1%) | 24 (0,7%) |
| <i>Dirofilaria</i> spp. | | | | | | | 30 (0,9%) | 0 | 15 (0,5%) | 45 (1,4%) |
| <i>Hepatozoon</i> spp. | | | | | | | | 177 (5,4%) | 66 (2,0%) | 243 (7,4%) |
| <i>Mycoplasma</i> spp. | | | | | | | | | 459 (13,9%) | 459 (14,0%) |

Fuente: elaboración propia con soporte en las bases de datos de 3.300 muestras de perros remitidos al laboratorio Testmol de Medellín entre julio de 2021 y marzo de 2022.
 **Valores en negrilla corresponden a la frecuencia de cada agente infeccioso.

TABLA 2. Perfil hemático de perros positivos a hemoparásitos en la ciudad de Medellín

| Raza | Sexo | Edad (años) | Patógeno | GR (10 ⁹ /µL) | Hb (g/dL) | HTO (%) | Reticulocitos (10 ⁹ /µL) | Plaquetas (10 ³ /µL) | GB (10 ³ /µL) | Neut (µL) | Mono (µL) | Linf (µL) | Bandas (µL) | Eosin (µL) |
|------------------|--------|-------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|-----------|---------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|
| Labrador | macho | 2 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 6,34 | 14,1 | 41,4 | 0,1 | 311 | 13,9 | 10147 | 0 | 3475 | 0 | 278 |
| Pinscher | macho | 12 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 8,71 | 17,3 | 52,6 | 0,1 | 525 | 8,9 | 5340 | 0 | 2759 | 0 | 801 |
| Golden Retriever | hembra | 6 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 7,14 | 19,2 | 52,8 | 0,1 | 176 | 11,8 | 10030 | 0 | 1770 | 0 | 0 |
| Mestizo | macho | 6 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 7,44 | 19,4 | 55,4 | 0,2 | 294 | 11,1 | 6771 | 0 | 1554 | 0 | 2553 |
| Mestizo | hembra | 1 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 5,18 | 12,3 | 37,8 | 0,1 | 267 | 8,31 | 6731 | 249 | 581,7 | 0 | 748 |
| Husky | hembra | 8 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 5,17 | 11,7 | 35,5 | 0,8 | 342 | 10,3 | 8240 | 103 | 1339 | 0 | 680 |
| Cocker Spaniel | hembra | 6 | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Anaplasma</i> spp. | 4,05 | 8,7 | 26,7 | 0,8 | 100 | 7,4 | 4300 | 200 | 2900 | 0 | 0 |
| Shih Tzu | macho | 13 | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Anaplasma</i> spp. | 3,97 | 8,8 | 28 | 1,7 | 386 | 32,27 | 27429 | 1614 | 2904 | 0 | 0 |
| Mestizo | macho | 2 | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Ehrlichia</i> spp. | 5,2 | 13,3 | 39,1 | 0,1 | 130 | 7,09 | 5672 | 70,9 | 1134 | 0 | 212,7 |
| Bulldog Inglés | hembra | 4 | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Ehrlichia</i> spp. | 6,77 | 18,2 | 52,6 | 0,2 | 240 | 7,37 | 6191 | 0 | 1179 | 0 | 0 |
| Mestizo | macho | - | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Dirofilaria</i> spp. | 5,1 | 12,5 | 36,9 | 0,2 | 223 | 7,42 | 4526 | 0 | 2894 | 0 | 0 |
| Pitbull | hembra | 10 | <i>Anaplasma</i> spp. | 4,08 | 10,1 | 27,8 | 0,6 | 140 | 17,47 | 10831 | 1048 | 5415 | 0 | 174 |
| Border | hembra | 2 | <i>Anaplasma</i> spp. | 6,37 | 16,6 | 50 | 0,1 | 370 | 7,3 | 4745 | 146 | 2117 | 0 | 292 |
| Mestizo | hembra | 1 | <i>Bartonella</i> spp. | 6,44 | 14,7 | 47,4 | 0,2 | 312 | 7,9 | 5767 | 0 | 2133 | 0 | 0 |
| Yorkshire | hembra | 0,4 | <i>Babesia</i> spp. | 2,14 | 4,7 | 14,6 | 0,8 | 105 | 20,4 | 17340 | 0 | 3060 | 0 | 0 |
| Schnauzer | macho | 2 | <i>Babesia</i> spp. + <i>Hepatozoon</i> spp. | 5,5 | 13,7 | 39,2 | 0,3 | 214 | 20,9 | 17765 | 0 | 2508 | 627 | 0 |
| Siberiano | macho | 5 | <i>Ehrlichia</i> spp. | 1,72 | 3,9 | 11,6 | 1,9 | 182 | 31,37 | 28546 | 0 | 2095 | 313 | 313 |
| Cocker Spaniel | hembra | 7 | <i>Dirofilaria</i> spp. | 2,58 | 6,3 | 22,6 | 1,6 | 185 | 58,7 | 45199 | 0 | 11740 | 1174 | 0 |
| Schnauzer | macho | 2 | <i>Hepatozoon</i> spp. | 5,5 | 13,7 | 39,2 | 0,3 | 214 | 20,9 | NA | 0 | 2508 | 0 | 0 |
| Pastor Alemán | macho | 1,7 | <i>Hepatozoon</i> spp. | 3,14 | 12,3 | 35 | 0,8 | 207 | 31,4 | 20724 | 0 | 10676 | 0 | 0 |

Fuente: elaboración propia con soporte en las bases de datos de 3.300 muestras de perros remitidos al laboratorio Testmol de Medellín entre julio de 2021 y marzo de 2022. *GR: glóbulos rojos. Hb: hemoglobina, GB: glóbulos blancos. HTO: Hematocrito. ** Valores en negrita están por fuera del rango normal en perros.

a pesar de tener signos clínicos de fiebre, anorexia y decaimiento. Infección por *Ehrlichia* spp. Se presentó en 3 animales, 2 de ellos coinfectados con *Mycoplasma* spp. El infectado solo con *Ehrlichia* spp. tenía anemia muy severa no regenerativa con leucograma de estrés. Los dos coinfectados tenían un hemograma normal, excepto en uno que tenía trombocitopenia leve de 130×10^3 plaquetas/ μL . Un animal infectado con *Babesia* spp. tenía una anemia severa no regenerativa, trombocitopenia y leucograma de estrés. Por último, un perro positivo a filarias tenía una anemia moderada no regenerativa, trombocitopenia y leucograma inflamatorio con leucocitosis marcada (54.000 glóbulos blancos/ μL) y desviación a la izquierda.

Al realizar las pruebas de Fisher y Chi-cuadrado no se evidenció relación estadísticamente significativa entre las variables analizadas.

DISCUSIÓN

Al determinar la frecuencia de perros positivos a uno o más de los 9 agentes hemotrópicos evaluados en la ciudad de Medellín mediante qPCR, y teniendo presente que no existe hasta la fecha ningún estudio que haya valorado tantos microorganismos hemotrópicos simultáneamente en Colombia, identificamos que el 60.5% de los perros testados eran positivos a uno o más agentes. No obstante, puesto que los animales testados no fueron escogidos aleatoriamente de la población en Medellín, los resultados no pueden considerarse como una prevalencia. Sin embargo, corroboran los hallazgos en otras partes del país donde la prevalencia es alta tanto en animales sintomáticos como sanos (Carrillo–Bonilla, *et al.* 2012; Otalora *et al.* 2022; Rojas–Triviño *et al.*

2013; Molano *et al.* 2008; Thomas *et al.* 2020; Vargas–Hernández *et al.* 2012a; Vargas–Hernández *et al.* 2012b). Los agentes más identificados fueron: *Anaplasma* spp. (14,1%), *Mycoplasma* spp. (13,9%) y *Ehrlichia* spp. (6,9%). En estudios previos en Colombia, la seroprevalencia se estimó en 22% (78/354) en Barranquilla y Puerto Colombia (Otalora *et al.* 2022); en 40% (89/223), 51% (51/100) y 12% (21/175) para *A. phagocytophilum* en Barranquilla, Cartagena y Medellín, respectivamente (McCown *et al.* 2014a); y 53% (116/218) para *A. platys* en Barranquilla (McCown *et al.* 2014b). En el último estudio, tan solo 16% (35/218) de los perros eran positivos por qPCR (McCown *et al.* 2014b), lo cual sugiere que los animales seropositivos habían eliminado la infección, o bien que no existía presencia del organismo circulando para ser detectados por qPCR. En otro reporte en Barranquilla tan solo el 10,2% (8/78) de los perros seropositivos a *Anaplasma* spp., y el 9,5% (21/219) positivos a *Ehrlichia* spp. mostraban signos clínicos compatibles con agentes hemotrópicos (anorexia, letargo, trastornos digestivos, anemia) (Otalora *et al.* 2022). En este estudio, 3 de 4 perros infectados con *Anaplasma* spp. (2 coinfectados con *Mycoplasma* spp.) presentaban anemia moderada, de los cuales 2 presentaban un leucograma inflamatorio. Los 3 perros con anemia presentaban signos de anorexia, vómitos y decaimiento.

Mycoplasma spp. se detectó en el 13,9% de perros. A diferencia de las infecciones con otros agentes más frecuentes (*Babesia* spp., *Ehrlichia* spp. y *Anaplasma* spp.), que a menudo se reportan asociadas a signos clínicos y anemia (Galvan *et al.* 2018; Castro *et al.* 2004), las infecciones por hemoplasmas suelen ser subclínicas y pueden no generar alteraciones hematológicas en perros infectados (Cannon *et al.* 2017;

Constantino *et al.* 2017), a menos que se encuentre inmunodeprimido, en coinfección o esplenectomizado. En este estudio, 9 de 10 perros tenían un hemograma normal y solo un animal tenía anemia moderada asociada a un leucograma inflamatorio. A pesar de la falta de estudios en Colombia, en Suramérica se ha demostrado que los *Mycoplasmas* hemotrópicos son muy prevalentes en perros sanos con valores de 77,1% en Argentina (Mascarelli *et al.* 2016); 23,8% en Chile (Cataldo *et al.* 2021), 44,7-5,1% en Brasil (Biondo *et al.* 2009; Constantino *et al.* 2017; Vieira *et al.* 2015; Valle, *et al.* 2014). En el caso de *Ehrlichia* spp., se identificó en el 6,9% de perros testados. En numerosos estudios se ha determinado una seroprevalencia a *E. canis* en distintas ciudades de Colombia: 26% en Medellín, 67% en Bogotá, 74-83% en Barranquilla, 80% en Cartagena, 45,2% en Villavicencio y 45,2% en Bucaramanga (Vargas-Hernandez *et al.* 2012a; McCown *et al.* 2014b). Al igual que ocurre con *Anaplasma* spp. (McCown *et al.* 2014b) y *Babesia* spp. (Vargas-Hernández, *et al.* 2012a), cuando la seroprevalencia frente a *E. canis* era del 82,3% en perros de tres ciudades de Colombia, tan solo el 40,6% eran positivos por qPCR (Vargas-Hernández *et al.* 2012a), debido a que la presencia de anticuerpos solo indica exposición al agente y el diagnóstico definitivo en ausencia de detección molecular se debe correlacionar con hallazgos clínicos y alteraciones en el hemoleucograma sugerentes de hemotrópicos, ya que también es posible que un perro presente una enfermedad concurrente no relacionada después de un tratamiento exitoso y aún muestre una persistencia continua de anticuerpos séricos (Frank *et al.* 1999).

En este estudio, de 3 animales positivos a *Ehrlichia* spp. y con hemograma, solo uno presentaba anemia muy severa no

regenerativa con leucograma compatible de estrés y recuento de plaquetas en $182 \times 10^3/\mu\text{L}$. Los otros 2 estaban en coinfección con *Mycoplasma* spp. y su hemograma solo evidenció trombocitopenia ($130 \times 10^3/\mu\text{L}$) en un animal. Otros estudios en perros con anemia observaron que aquellos animales coinfectados con *E. canis* y *Mycoplasma* spp. presentaban un grado de anemia y trombocitopenia más severo que los infectados únicamente con *E. canis* (Kaewmongkol *et al.* 2017). *Hepatozoon* spp. fue identificado en 177 perros (5,4%), en coinfección con *Anaplasma* spp. en 46 (1,4%) y con *Ehrlichia* spp. en 37 (1,1%). En un estudio en 3 ciudades de Colombia se diagnosticó *H. canis* por qPCR en 29/91 (31,8%) de perros, la mayoría de ellos en refugios donde el control de garrapatas es inadecuado (Vargas-Hernández *et al.* 2012). Otro estudio en 83 perros de refugios en Italia reportó que, en la época de garrapatas en verano, 51,2% y 41,5% de animales eran positivos por qPCR y citología de la capa leucocitaria, respectivamente (Otranto *et al.* 2011). Y ninguno de ellos presentaba signos clínicos a pesar de que el 74,8% de los infectados mostraba alguna alteración hematológica, principalmente eosinofilia y un leucograma inflamatorio. En este estudio solo un paciente positivo presentaba fiebre, rigidez, letargo, depresión, descargas oculares mucopurulentas y caquexia por atrofia muscular asociadas a una anemia leve no regenerativa con leucocitosis. *Babesia* spp. se identificó en 78 perros (2,3%), de los cuales 30 y 12 casos tenían coinfección con *Anaplasma* spp. y *Ehrlichia* spp., respectivamente. Hay descritas 3 subespecies de *B. canis* que afectan a los perros: *B. canis canis*, *B. canis vogeli* y *B. canis rossi* (Koster *et al.* 2015). En Colombia, estudios moleculares han identificado *B. vogeli* y *B. canis*

(Galván *et al.* 2018; Vargas–Hernández *et al.* 2012a). Todas las especies pueden producir distintos grados de anemia hemolítica y trombocitopenia. Signos clínicos agudos como fiebre, anorexia, letargo, debilidad, membranas mucosas pálidas, ictericia y esplenomegalia (Koster *et al.* 2015). No obstante, en el presente estudio solo un caso clínico positivo a *Babesia spp.* presentaba una anemia muy severa no regenerativa, hipoalbuminemia (proteínas en 4 mg/dL) y leucograma de estrés.

La frecuencia evidenciada en este estudio para filarias es del 0,9%, y en coinfección con *Mycoplasma spp.* en un 0,5%. En otros estudios en Colombia se ha reportado una prevalencia general de *D. immitis* en perros de refugio en el área metropolitana de Bucaramanga por frotis de sangre y prueba de Knott modificada de 6,3% (13/207) y 0,5% (1/207) por kit de inmunocromatografía (Muñoz *et al.* 2020). En el suroeste de Colombia, en un estudio donde se seleccionaron 82 casos de microfilariasis identificados microscópicamente, el 81,7% (67/82) resultaron positivos por PCR y 43 individuos del grupo control fueron negativos. Sin embargo, las 82 muestras positivas por visualización correspondían a un total de 2.971 muestras, lo que nos arroja una frecuencia del 2,7% (82/2971) (Espinosa *et al.* 2020). En otro estudio donde se evaluó caninos de Medellín, Barranquilla y Cartagena la prevalencia de agentes hemotrópicos mediante IDEXX SNAP® 4Dx®, se evidenció en Medellín el 0% de *D. immitis*. Sin embargo, en Barranquilla, la prevalencia para *D. immitis* fue 2 % y en Cartagena, del 3% (McCown *et al.* 204b). Otras filarias de caninos se han identificado en aumento en ciudades como Cali, donde *Acanthocheilonema reconditum*

fue identificado en el 61,3% de los casos (49/82) (Espinosa *et al.* 2022).

Distintos tipos de garrapatas se han identificado como vectores que transmiten enfermedades (VBD, por su sigla en inglés). De un total estimado de 800 especies de garrapatas a nivel mundial, los principales géneros implicados en transmitir hemoparásitos son *Ixodes spp.*, *Dermacentor spp.*, *Amblyomma spp.* y *Rhipicephalus spp.* (Chomel 2011). Por su parte, las pulgas (*Ctenocephalides canis* y *C. felix*) se han visto que pueden estar infectadas con *Rickettsia spp.*, *Bartonella spp.* y *Dirofilaria immitis* (Foongladda *et al.* 2011). En el caso de *Dirofilaria immitis*, varias especies de los géneros *Culex spp.*, *Aedes spp.* y *Anopheles spp.* intervienen en la transmisión de este parásito, al igual que *Wolbachia*, que es una bacteria endosimbiótica de *D. immitis*, con un rol importante en el ciclo de este nemátodo (Esteban–Mendoza *et al.* 2020). Sin embargo, en el caso de *Acanthocheilonema reconditum*, otra especie de filaria que infecta a perros, la cual generapatologías que suelen ser asintomáticas o leves, su transmisión se ha reportado principalmente por *Ctenocephalides felis* (Palacios, *et al.* 2022). En Medellín, de un total de 193 garrapatas recogidas de perros urbanos, dos especies se identificaron: *Rhipicephalus sanguineus* (92,2%) y *R. microplus* (7,8%) (Arroyave *et al.* 2020). En dicho estudio se detectó ADN para *Ehrlichia spp.* y *Anaplasma platys* en el 30% y 8% de las garrapatas, respectivamente. En el presente estudio se diagnosticaron coinfecciones por dos o tres agentes en 17,7% (583/3.300) y 1,3% (42/3.300) de perros testeados, lo que sugiere que *Rhipicephalus sanguineus* podría transmitir varios patógenos simultáneamente.

CONCLUSIÓN

En este estudio se logra evidenciar la presencia de 9 agentes hemotrópicos en perros de la ciudad de Medellín mediante qPCR, y que, al igual que en otros reportes, algunos caninos positivos a algún agente hemotrópico pueden encontrarse sin alteraciones clínico-patológicas, y si bien se encuentran aparentemente sanos, estos individuos pueden desencadenar cuadros agudos o crónicos a futuro y ser fuente de infección para otros animales e incluso la población humana en presencia del vector. Por lo anterior, se hace necesario realizar otros estudios que busquen evaluar la presencia de estos agentes hemotrópicos en una población mayor que incluya pacientes sugerentes de la enfermedad y otro grupo control, y que asimismo permitan dar un acercamiento a una prevalencia de hemotrópicos en caninos de Medellín y correlacionar la presencia de uno o más agentes infecciosos con posibles manifestaciones clínicas y valores de sus respectivos hemoleucogramas.

Además, al comparar los resultados de frecuencia con otros estudios de seroprevalencia y PCR reportados, la serología suele detectar un mayor número de animales positivos de los que son identificados mediante qPCR, por lo que se enfatiza la detección molecular como herramienta diagnóstica más confiable en este tipo de patógenos transmitidos por vectores.

CONFLICTO DE INTERESES

Declaramos que no existe conflicto de intereses entre los autores.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las clínicas veterinarias que aportaron los hemogramas de los

pacientes y ayudaron en el análisis de los datos y al señor David Gómez, por su ayuda en análisis de datos y organización de la base de datos.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Investigación realizada con recursos propios, no se recibieron recursos de ninguna entidad para la investigación.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores contribuyeron de forma equitativa al proceso del análisis de datos y elaboración del artículo.

DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS Y

MATERIALES

Todos los datos y materiales están disponibles con el autor de correspondencia, sin embargo, las condiciones de ensayo hacen parte de propiedad intelectual de la compañía Testmol SAS y su disponibilidad está asociada a un contrato legal por las partes interesadas.

REFERENCIAS

- Andrade GB, Barreto WTG, Santos LLD, Ribeiro LRR, Macedo GCD, Sousa KCMD y Herrera HM. 2014. Pathology of dogs in Campo Grande, MS, Brazil naturally co-infected with *Leishmania infantum* and *Ehrlichia canis*. Rev Bras Parasitol Vet. 2014;23(4):509-15. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014081>
- Arroyave E, Cornwell ER, McBride JW, Díaz CA, Labruna MB, Rodas JD. 2020. Detection of tick-borne rickettsial pathogens in naturally infected dogs and dog-associated ticks in Medellín, Colombia. Rev Bras Parasitol Vet. 29(3):e005320. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612020060>
- Bazzocchi C, Genchi C, Paltrinieri S, Lecchi C, Mortarino M y Bandi C. 2003. Immunological role of the endosymbionts of *Dirofilaria immitis*:

- the Wolbachia surface protein activates canine neutrophils with production of IL-8. *Veterinary parasitology*. 117(1-2):73-83. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2003.07.013>
- Biondo AW, Dos Santos AP, Guimaraes AM, Vieira RF, Vidotto O, Macieira B, Almosny NR, Molento MB, Timenetsky J, De Morais HA, Gonzalez FH, Messick JB. 2009. A review of the occurrence of haemoplasmas (hemotrophic mycoplasmas) in Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet*. 18:1-7. <https://doi.org/10.4322/rbpv.01803001>
- Cannon SH, Levy JK, Kirk SK, Crawford PC, Leutenegger CM, Shuster JJ y Chandrashekar R. 2016. Infectious diseases in dogs rescued during dogfighting investigations. *The Veterinary Journal*. 211:64-69. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2016.02.012>
- Carrillo-Bonilla LM, Betancur Cardona S, Roldán Cardona D, Pérez Jaramillo JE, Galeano Rivera D, Loaiza Echeverría ET y Giraldo Echeverría CA. 2012. Implementación de un método basado en PCR, para el diagnóstico de *Ehrlichia* spp. en caninos de Medellín (Colombia). *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 7(2):38-46. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072012000200005&lng=en&tlng=
- Castro M, Machado R, Aquino L, Alessi A, Costa MT. 2004. Experimental acute canine monocytic ehrlichiosis: clinicopathological and immunopathological findings. *Vet. Parasitol*. 119:73-86. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2003.10.012>
- Chomel, B. 2011. Tick-borne infections in dogs—An emerging infectious threat. *Veterinary Parasitology*. 179:294-301. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.03.040>
- Constantino C. De Paula EFE, Brandão APD, Ferreira F, Da Costa Vieira RF y Biondo AW. 2017. Survey of spatial distribution of vector-borne disease in neighborhood dogs in southern Brazil. *Open Veterinary Journal*. 7(1):50-56. <https://doi.org/10.4314/ovj.v7i1.7>
- Derakhshandeh N, Sharifiyazdi H, Abbaszadeh Hasiri M. 2017. Molecular detection of *Ehrlichia* spp. in blood samples of dogs in southern Iran using polymerase chain reaction. *Vet Res Forum*. 8(4):347-351. Epub 2017 Dec 15. PMID: 29326795; PMCID: PMC5756256.
- Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5756256/>
- Espinosa N, Rosero A, Villegas CL, García IC, Gaviria-Cantín T, Peña A y Ramírez LMN. 2020. Canine filariasis outbreak in southwestern Colombia: A Molecular and Epidemiological Study. <https://doi.org/10.20944/preprints202010.0221.v1>
- Espinosa N, Rosero A, Villegas CL, García IC, Gaviria-Cantín T, Nieto AP y Nieto Ramírez LM. 2022. First Report of *Acanthocheilonema reconditum* Outbreak in Canines with Clinical Signs of Anemia from Southwestern Colombia. *Pathogens*. 11(12):1434. <https://doi.org/10.3390/pathogens11121434>
- Esteban-Mendoza MV, Arcila-Quiceno V, Albaracín-Navas J, Hernández I, Flechas-Alarcón MC y Morchón R. 2020. Current situation of the presence of *Dirofilaria immitis* in dogs and humans in Bucaramanga, Colombia. *Frontiers in Veterinary Science*. 7:488. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00488>
- Franco-Zetina M, Adame-Gallegos J y Dzul-Rosado K. 2019. Efectividad de los métodos diagnósticos para la detección de ehrlichiosis monocítica humana y canina. *Revista chilena de infectología*. 36(5):650-655. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182019000500650>
- Frank JR y Breitschwerdt EB. 1999. A retrospective study of ehrlichiosis in 62 dogs from North Carolina and Virginia. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 13(3): 194-201. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1999.tb02178.x>
- Foongladda S, Inthawong D, Kositanont U y Gaywee J. 2011. Rickettsia, Ehrlichia, Anaplasma, and Bartonella in ticks and fleas from dogs and cats in Bangkok. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*. 11(10):1335-1341. <https://doi.org/10.1089/vbz.2010.0174>
- Galvan C, Miranda J, Mattar S y Ballut J. 2018. Babesia spp. in dogs from Córdoba, Colombia. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 24(6). <https://doi.org/10.9775/kvfd.2018.19982>
- Hamilton KS, Standaert SM y Kinney MC. 2004. Characteristic peripheral blood findings in human ehrlichiosis. *Modern pathology* 17(5):512-517. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/3800075>

- Harrus S, Waner T, Aizenberg I, Foley JE, Poland AM, Bark H. 1998. Amplification of Ehrlichial DNA from dogs 34 months after infection with *Ehrlichia canis*. J Clin Microbiol. 36(1):73-76. <https://doi.org/10.1128/JCM.36.1.73-76.1998>
- Harrus S y Waner T. 2011. Diagnosis of canine monocytotropic ehrlichiosis (*Ehrlichia canis*): an overview. The Veterinary Journal. 187(3):292-296. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.02.001>
- Kaewmongkol G, Lukkana N, Yangtara S, Kaewmongkol S, Thengchaisri N, Sirinarumitr T y Fenwick SG. 2017. Association of *Ehrlichia canis*, Hemotropic *Mycoplasma* spp. and *Anaplasma platys* and severe anemia in dogs in Thailand. Veterinary microbiology. 201:195-200. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.01.022>
- Koster LS, Lobetti RG, Kelly P. 2015. Canine babesiosis: a perspective on clinical complications, biomarkers, and treatment. Veterinary Medicine: Research and Reports. 6:119-128. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S60431>
- Maggi RG, Birkenheuer AJ, Hegarty BC, Bradley JM, Levy MG, Breitschwerdt EB. 2014. Comparison of serological and molecular panels for diagnosis of vector-borne diseases in dogs. Parasite Vectors. 7:127. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/1756-3305-7-127>
- Maggi RG y Kramer F. 2019. A review on the occurrence of companion vector-borne diseases in pet animals in Latin America. Parasites Vectors. 12:145. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3407-x>
- Mascarelli PE, Tartara GP, Pereyra NB y Maggi RG. 2016. Detection of *Mycoplasma haemocanis*, *Mycoplasma haematoparvum*, *Mycoplasma suis* and other vector-borne pathogens in dogs from Córdoba and Santa Fé, Argentina. Parasites & Vectors. 9(1):1-5. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1920-8>
- McCown ME, Monterroso VH, Cardona W. 2014a. Surveillance for *Ehrlichia canis*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Borrelia burgdorferi*, and *Dirofilaria immitis* in dogs from three cities in Colombia. J Spec Oper Med. 14:86-90. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1900-96072015000200014
- McCown ME, Alleman A, Saylor KA, Chandrashekar R, Thatcher B, Tyrrell P y Barbet AF. 2014b. Point prevalence survey for tick-borne pathogens in military working dogs, shelter animals, and pet populations in northern Colombia. J Spec Oper Med. 14(4):81-5. Disponible en: https://www.academia.edu/20545612/Point_prevalence_survey_for_tick_borne_pathogens_in_military_working_dogs_shelter_animals_and_pet_populations_in_northern_Colombia
- Messick JB. 2004. Hemotrophic mycoplasmas (hemoplasmas): a review and new insights into pathogenic potential. Veterinary Clinical Pathology. 33(1):2-13. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2004.tb00342.x>
- Mierzejewska EJ, Welc-Fałęciak R, Bednarska M, Rodo A y Bajer A. 2014. The first evidence for vertical transmission of *Babesia canis* in a litter of Central Asian Shepherd dogs. Annals of Agricultural and Environmental Medicine. 21(3):500-503. <https://doi.org/10.5604/12321966.1120590>
- Molano RFS, Ucrós NS y Echeverri AML. 2008. Reporte de presentación de *Ehrlichia canis* en muestras sanguíneas de caninos en la ciudad de Cali, Colombia. Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line). 2(1):27-31. Disponible en: <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/5743>
- Muñoz AAF, Martínez AR y Pinilla JC. 2020. Prevalence of *Dirofilaria immitis* in shelter dogs in Bucaramanga metropolitan area, Colombia. Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports. 22:100489. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100489>
- Otranto D, Dantas-Torres F, Weigi S, Latrofa MS, Stanneck D, Decapariis D, Capelli G, Baneth G. 2011. Diagnosis of *Hepatozoon canis* in young dogs by cytology and qPCR. Parasitol Vectors. 13(4):55. Disponible en: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-4-55>
- Otalora O, Couto G, Benavides J, Mucha C y Morchón R. 2022. Current distribution of selected canine vector borne diseases in domestic dogs from Barranquilla and Puerto Colombia, Atlántico, Colombia. Veterinary Medicine and Science. 8(1):46-51. <https://doi.org/10.1002/vms3.673>
- Palacios,.; Rincón R, Castellanos A. 2022. Molecular Detection of the Endosymbiont *Wolbachia* sp. in *Acanthocheilonema reconditum* and Potential

- Vectors. Preprints 2022. 2022020191. <https://doi.org/10.20944/preprints202202.0191.v1>
- Rojas A, Rojas D, Montenegro V, Gutiérrez R, Yasur-Landau D y Baneth G. 2014. Vector-borne pathogens in dogs from Costa Rica: first molecular description of *Babesia vogeli* and *Hepatozoon canis* infections with a high prevalence of monocytic ehrlichiosis and the manifestations of co-infection. *Veterinary parasitology*. 199(3-4):121-128. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.10.027>
- Rojas-Triviño A, Rueda Hurtado A, Díaz Molano DM, Mesa Cobo NC, Benavides Montaño JA, Imbachi López K, Álvarez Ríos L y López Bermúdez R. 2013. Identificación de *Ehrlichia canis* (Donatien & Lestoquard) Moshkovski mediante PCR anidada. *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)*. 7(1):37-48. Disponible en: <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/4403>
- Thomas RS, Santodomingo AM, Castro LR. 2020. Molecular detection of *Babesia canis vogeli* and *Hepatozoon canis* in dogs in the department of Magdalena (Colombia). *Rev Med Vet Zoot* 2020. 67(2):107-122. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n2.90701>
- Van Assendelft OW, Bull BS, Fujimoto K, Groner W, Houwen B, Van Hove L *et al.* 2001. Recommendations for reference method for the packed cell volume (ICSH Standard 2001). *Laboratory Hematology*. 7(3):148-170.
- Vargas-Hernández G, André MR, Faria JLM, Munhoz TD, Hernández-Rodríguez M, Machado RZ y Tinucci-Costa M. 2012a. Molecular and serological detection of *Ehrlichia canis* and *Babesia vogeli* in dogs in Colombia. *Veterinary Parasitology*. 186(3-4):254-260. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.011>
- Vargas-Hernández G, André MR, Munhoz TD, Faria JM, Machado RZ y Tinucci-Costa M. 2012b. Molecular characterization of *Hepatozoon canis* in dogs from Colombia. *Parasitology Res*. 110(1):489-492. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2634-7>
- Vargas-Hernández G, André MR, Faria JLM, Munhoz TD, Hernández-Rodríguez M, Machado RZ y Tinucci-Costa M. 2012c. Molecular and serological detection of *Ehrlichia canis* and *Babesia vogeli* in dogs in Colombia. *Veterinary Parasitology*. 186(3-4):254-260. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.011>
- Vieira RFDC, Vidotto O, Vieira TSWJ, Guimaraes AMS, Santos APD, Nascimento NC y Messick JB. 2015. Molecular investigation of hemotropic mycoplasmas in human beings, dogs and horses in a rural settlement in southern Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*. 57:353-357. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652015000400014>
- Wong SS, Teng JL, Poon RW, Choi GK, Chan KH, Yeung MLY Yuen KY. 2011 Comparative evaluation of a point-of-care immunochromatographic test SNAP 4Dx with molecular detection tests for vector-borne canine pathogens in Hong Kong. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11(9):1269-1277. <https://doi.org/10.1089/vbz.2010.0265>

Forma de citación del artículo:

Ríos-Usuga C, Arias A, Gómez D, Pérez D, Muñoz-Cadavid C, Jaramillo-Delgado IL. 2023. Identificación molecular de microorganismos hemotrópicos transmitidos por vectores en caninos domésticos de diferentes centros veterinarios de Medellín, Colombia. *Rev Med Vet Zoot*. 70(2):206-219. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n2.104573>

Enfermedades transmitidas por vectores en gatos: una mirada molecular en ambientes urbanos de Medellín, Colombia

C. Ríos–Usuga¹, A. Arias², D. Gómez³, D. Pérez⁴, C. Muñoz–Cadavid¹,
I. L. Jaramillo–Delgado^{1*}

Recibido: 20/10/2022. Aprobado: 24/11/2022

RESUMEN

Los microorganismos hemotrópicos en felinos son agentes infecciosos que varían desde nematodos, protozoos y bacterias. El presente estudio retrospectivo tiene como objetivo evaluar la frecuencia de agentes hemotrópicos mediante qPCR de las bases de datos de 1.418 felinos en Medellín entre julio de 2021 y marzo de 2022, periodo en el que se evidencia una frecuencia del 70%, con un número de animales infectados con uno, dos o tres agentes del 56%, 14%, y 2,3%, respectivamente. La frecuencia para cada uno de los agentes es: *Rickettsia* spp. 0,21%, *Babesia* spp. 0,35%, *Ehrlichia* spp. 0,49%, *Dirofilaria* spp. 0,64%, *Anaplasma* spp. 0,7%, *Hepatozoon* spp. 5,4%, *Mycoplasma* spp. 24,4% y *Bartonella* spp. 37,9%. Las coinfecciones evidenciadas de dos agentes hemotrópicos son: *Bartonella* spp. y *Mycoplasma* spp. 7,9%, *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp. 2,1%, *Mycoplasma* spp. y *Hepatozoon* spp. 2% y *Ehrlichia* spp. y *Anaplasma* spp. 0,5%. De los 15 hemogramas de felinos infectados, 11 de ellos tienen hemogramas sin alteraciones significativas. Dos de los felinos positivos evidencian anemia moderada y severa y reticulocitos de 0,9% y 0,4%, respectivamente. Solo un individuo positivo para *Mycoplasma* spp. presenta trombocitopenia y tres plaquetas en límites inferiores. Se concluye que la PCR es la prueba más confiable para el diagnóstico de agentes hemotrópicos.

Palabras clave: PCR; *Bartonella* spp., *Mycoplasma* spp., *Hepatozoon* spp., *Ehrlichia* spp., *Babesia* spp., *Anaplasma* spp., *Dirofilaria* spp.

Vector-borne diseases in cats: a molecular look at urban environments in Medellín, Colombia

ABSTRACT

Hemotropic microorganisms in felines are infectious agents that vary from nematodes, protozoa, and bacteria. The objective of this retrospective study is to evaluate the frequency of hemotropic agents by means of qPCR from the databases of 1,418 felines in

¹ Grupo de Estudio de Infectología, Zoonosis y Medio Ambiente Laboratorio Testmol–GIZMOL, Testmol SAS, Diagnostic and Research Center, carrera 45 D n.º 60-16, Medellín, Colombia.

² Centro veterinario Instinto animal, Carrera 65 n.º 97-57, Medellín, Colombia.

³ Centro veterinario Bello, Carrera 49 n.º 54-15, Bello, Antioquia, Colombia.

⁴ Centro veterinario Animall, Calle 65 n.º 56-84, Medellín, Antioquia, Colombia.

* Autor de correspondencia. Correo electrónico: testmol2019@gmail.com

the city of Medellín between July 2021 and March 2022, where a frequency of 70% is evidenced, with several infected animals, with one, two, or three agents of 56%, 14%, and 2.3%, respectively. With a frequency for each of the agents of: *Rickettsia* spp. 0.21%, *Babesia* spp. 0.35%, *Ehrlichia* spp. 0.49%, *Dirofilaria* spp. 0.64%, *Anaplasma* spp. 0.7%, *Hepatozoon* spp. 5.4%, *Mycoplasma* spp. 24.4%, and *Bartonella* spp. 37.9% The evidenced coinfections of two hemotropic agents is: *Bartonella* spp. and *Mycoplasma* spp. 7.9%, *Bartonella* spp. and *Hepatozoon* spp. 2.1%, *Mycoplasma* spp. and *Hepatozoon* spp. 2% and *Ehrlichia* spp. and *Anaplasma* spp. 0.5%. Of the 15 blood counts from infected cats, 11 of them had blood counts without significant changes. Two of the positive cats show moderate and severe anemia, and reticulocytes of 0.9% and 0.4%, respectively. Only one individual positive for *Mycoplasma* spp. presented thrombocytopenia, and three platelets in lower limits. It is concluded that PCR is the most reliable test for the diagnosis of hemotropic agents.

Keywords: PCR, *Bartonella* spp., *Mycoplasma* spp., *Hepatozoon* spp., *Ehrlichia* spp., *Babesia* spp., *Anaplasma* spp., *Dirofilaria* spp.

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos hemotrópicos, comúnmente denominados hemoparásitos en felinos, son agentes infecciosos que varían desde nematodos (*Dirofilaria immitis*), protozoos (*Cytauxzoon* spp., *Hepatozoon canis*, *Babesia* spp. y *Leishmania* spp.) y bacterias (*Bartonella* spp., *Borrelia* spp., *Mycoplasma* sp., *Ehrlichia* spp., *Rickettsia* spp., *Anaplasma* spp. y *Francisella* spp.) (Otranto *et al.* 2010) que se transmiten principalmente por vectores artrópodos a una gran variedad de huéspedes mamíferos y con un gran potencial zoonótico, que podrían generar un impacto en la salud pública humana (Varou *et al.* 2007). Estos agentes ingresan a la sangre del hospedero durante la alimentación del vector infectado, en el caso de *Hepatozoon* spp., este ingresa por la ingesta de garrapatas infectadas, aunque se deben realizar más estudios sobre la transmisión, epidemiología y patogenia en gatos (Rubin *et al.* 2006). La transmisión también puede darse por el uso de agujas

contaminadas, transfusiones (Gary *et al.* 2006), transmisión vertical (Tasker 2010) y predación como un modo plausible de transmisión en el caso de *Babesia* sp. (Ayoob *et al.* 2010).

Posterior a la transmisión del agente infeccioso, estos agentes se diseminan por circulación sanguínea y linfática (Schäfer *et al.* 2020), se pueden encontrar invaginados en la membrana celular o internalizados en el citoplasma de eritrocitos o células del sistema mononuclear fagocítico, libres o dentro de vesículas (Razin *et al.* 1998). Es importante mencionar que algunos agentes hemotrópicos inhiben algunas funciones vitales de los neutrófilos, como la motilidad, fagocitosis, liberación de ROS y su interacción con las células endoteliales (Rikihisa 2006). Posteriormente colonizan otros órganos, en particular tejidos vascularizados (Angelakis E *et al.* 2014). Además, la unión de organismos patógenos a los eritrocitos expone antígenos eritrocíticos ocultos, con una respuesta posterior del

huésped de producir anticuerpos antieritrocitos (Greene 2012), lo que conlleva una anemia hemolítica intravascular o secuestro esplénico (Willi *et al.* 2005).

Los signos clínicos dependen de varios factores como el tipo de agente, la especie asociada, el estadio de la infección y si hay enfermedades o infecciones concurrentes (Tasker 2010). La severidad del cuadro clínico puede variar desde asintomático hasta potencialmente mortal, esto depende de manera parcial de la susceptibilidad del huésped (Messick 2004). Aquellos que se recuperan de la fase aguda permanecen como portadores, donde el agente evade el sistema inmunológico del huésped, lo que genera frecuentemente una infección crónica o subclínica, con posible reactivación de la enfermedad (Sykes 2010).

El diagnóstico puede basarse en el examen citológico de un frotis de sangre, que tiene una sensibilidad y especificidad del 0-1% y del 84-99,2%, respectivamente (Tasker 2003), y presenta una alta tasa de falsos positivos (Sushma *et al.* 2021). La detección de anticuerpos indica exposición al agente infeccioso, estos tienen una alta sensibilidad y especificidad, pero se pueden presentar reacciones cruzadas (Pennisi *et al.* 2017) y no se dispone hasta el momento de pruebas serológicas para otros hemotrópicos. Los ensayos de PCR son ahora el método de elección para el diagnóstico de hemotrópicos, pues son un método mucho más sensible y específico (Tasker *et al.* 2018). Es importante señalar que la especificidad y la sensibilidad del ensayo de PCR dependen del diseño del cebador, y es posible que algunos ensayos no amplifiquen el ADN de algunas de las especies de *M. haemofelis* o *Candidatus M. haemominutum* que circulan en los

gatos domésticos (Tasker *et al.* 2003), lo cual genera posibles falsos negativos.

La frecuencia de presentación de hemotrópicos está ligada a varios factores como la ausencia del control integral de ectoparásitos y que se brinden las condiciones ambientales y geográficas para la presencia de estos. Latinoamérica es una de las regiones más biodiversas del mundo, y en las últimas décadas una combinación de circunstancias antropogénicas ha llevado a la persistencia de vectores y patógenos en el medio ambiente y cambios en la transmisión de agentes infecciosos (Panti-May *et al.* 2020). Estudios de detección molecular de agentes bacterianos y protozoarios transmitidos por vectores en el sur de Portugal a 649 gatos mostraron que el 29,9% fue positivo para al menos uno de los agentes; el 9,9% fue positivo a *Leishmania* spp.; 8,6%, a *Hepatozoon* spp.; 6,6%, a *Babesia* spp.; 5,4% a *Anaplasma* spp. y *Ehrlichia* spp.; 2,9% a *Bartonella* spp., y 2,2% a *B. burgdorferi* s. (Maia *et al.* 2014). En España, se detectó una prevalencia para *Mycoplasma haemofelis*, *Candidatus Mycoplasma haemominutum* y *Candidatus Mycoplasma turicensis* de 3,7%, 9,9 % y 0,5, respectivamente (Roura *et al.* 2010). En Estados Unidos, se conocen seroprevalencias para *A. phagocytophilum* que oscilan entre 4,3% y 37,6 % (Schäfer *et al.* 2020). En Río de Janeiro, en 2008, se evaluó la prevalencia de hemoplasmas en felinos domésticos, donde se evidenció una prevalencia del 36% en pacientes con VIF, principalmente debido a *Candidatus M. haemominutum* (32 %) y una prevalencia más baja de 5,1% para felinos con VILEF (Macieira *et al.* 2008).

En Colombia, se han obtenido prevalencias para algunos hemotrópicos mediante diferentes técnicas diagnósticas, en 2018 se publicó un estudio de la frecuencia de

hemotrópicos en caninos y felinos de un centro veterinario de Medellín mediante serología y PCR, donde se evidenció una prevalencia del 27,8% para *Mycoplasma* sp. en felinos (Rodríguez *et al.* 2018), en 2019 se reportó un estudio sobre la prevalencia de *Mycoplasma haemofelis* en gatos en Pereira, a través de extendidos de sangre venosa, con una prevalencia resultante del 88,35% (Mayorga *et al.* 2019). Sin embargo, actualmente en Colombia no se cuenta con estudios donde se evalúen varios agentes hemotrópicos mediante qPCR en felinos, por lo que el objetivo de este estudio es evaluar la frecuencia de 9 agentes hemotrópicos en felinos de la ciudad de Medellín mediante qPCR y correlacionar la presencia de uno o más agentes infecciosos con los hallazgos en los hemoleucogramas y/o presencia de manifestaciones clínicas.

MÉTODOS Y MATERIALES

Consideraciones éticas

El estudio renunció a la revisión y aprobación de un comité de ética, ya que solo hace uso de las bases de datos del laboratorio Testmol SAS y las historias clínicas de los pacientes, brindadas por los médicos veterinarios que realizaron la toma de muestras cumpliendo con todos los protocolos de ética profesional en Colombia para la manipulación de animales en el ejercicio médico veterinario bajo la ley 576 del 2000 y la ley 84 de 1989.

Base de datos felinos

El estudio se realizó con una base de datos de 1.418 muestras de felinos remitidas al laboratorio Testmol de Medellín entre julio de 2021 y marzo de 2022. Del total de

muestras analizadas por qPCR, la historia clínica y hemoleucogramas provinieron de 15 felinos remitidos por tres centros veterinarios

Base de datos de hemograma

Tres centros veterinarios suministraron los datos, que se tabularon en Excel para su análisis posterior en SPSS versión 22. Las muestras hematológicas de esas bases de datos fueron analizadas usando el equipo Abacus (Abacus Vet Junior, Diatron MI Ltd, Budapest, Hungary) (Pieper *et al.* 2016), calibrado para la especie felina, para determinar 15 parámetros hematológicos, incluyendo las tres poblaciones y el conteo diferencial directo. El equipo se calibró cada vez con los blancos y calibradores proporcionados por los fabricantes. Se registraron los siguientes analitos: recuento RBC, concentración HGB, PCV (o HCT), MCV, MCH, MCHC, RDW, conteo plaquetas (PLT), conteo de WBC y niveles de neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos, basófilos, fibrinógeno y proteínas totales TP. Se realizaron conteos absolutos y relativos.

El volumen de células empaquetadas (PCV) se midió usando el método estándar de microhematocrito (Van Assendelft *et al.* 2001). El plasma restante de la centrifugación se depositó en un refractómetro (Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan), con el cual se realizó el análisis de proteínas totales plasmáticas, como indica el proceso estándar (Walker *et al.* 1990).

En el hemograma se interpretó anemia cuando el hematocrito estaba por debajo del valor mínimo del rango normal (<37%), la severidad se determinó así: leve (30-37%), moderada (20-29%), severa (13-19%), muy severa (<13%). El porcentaje de reticulocitos corregido

con base en el hematocrito del paciente y el valor normal de 45% se empleó para determinar si la anemia era regenerativa (>1%) o no regenerativa (<1%). El leucograma inflamatorio se consideró si existía una o varias de las siguientes alteraciones: eosinofilia (>1000/ μ L), monocitosis (>1350/ μ L), leucocitosis (\geq 30.000/ μ L), presencia de neutrófilos tóxicos. Se consideró que había trombocitopenia cuando las plaquetas estaban disminuidas (<200.000/ μ L).

Procedimiento de extracción de ADN utilizado en el laboratorio

Los resultados de las bases de datos se obtuvieron de la base de datos del laboratorio Testmol, los resultados de la extracción, por el método automatizado con el equipo de extracción abierta Kingfisher™ Duo (Thermo Fisher Scientific Inc.) y el kit de purificación de ácido nucleico MagMAX™ CORE M Express-96 system (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA), de acuerdo con condiciones establecidas del fabricante para muestras de sangre con EDTA.

Resultados de base de datos de qPCR y las condiciones de ensayo utilizado en el laboratorio

Los resultados para qPCR obtenidos en la base de datos se obtuvieron de procesos con cebadores específicos (Macrogen, Corea) para cada agente evaluado, los cuales iban dirigidos a los genes bacterianos 16S y parasitarios 18S. Todos los controles positivos provinieron del laboratorio Testmol—Centro de investigación y diagnóstico. Se usó agua de grado PCR como control negativo. Para control de extracción e interno, se utilizaron cebadores específicos para genes de Citocromo B en mamíferos.

El ensayo de PCR en tiempo real fue realizado en un (Mic 4 channels, Biomolecular systems, Australia), con protocolos propios del laboratorio.

Análisis estadístico

Las evaluaciones estadísticas se realizaron mediante la prueba exacta de Fisher y la prueba de chi-cuadrado; $p \leq 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. Los cálculos se realizaron utilizando Estadísticas de Ciencias Sociales. (<http://www.socscistatistics.com/>).

RESULTADOS

Al evaluar las bases de datos de felinos positivos mediante diagnóstico molecular qPCR en Medellín (Colombia), para uno o más microorganismos hemotrópicos se evidenció una frecuencia del 70% (996/1.418). El número de animales infectados con uno, dos o tres agentes fue del 56% (795/1.418), 14% (202/1.418), y 2,3% (33/1.418), respectivamente (tabla 1). A su vez, la frecuencia evidenciada para cada uno de los agentes, de menor a mayor presencia: *Rickettsia* spp. 0,21% (3/1.418), *Babesia* spp. 0,35% (5/1.418), *Ehrlichia* spp. 0,49% (7/1.418), *Dirofilaria* spp. 0,64% (9/1.418), *Anaplasma* spp. 0,7% (10/1.418), *Hepatozoon* spp. 5,4% (77/1.418), *Mycoplasma* spp. 24,4% (347/1.418) y *Bartonella* spp. 37,9% (538/1.418). Las coinfecciones más frecuentes de dos agentes hemotrópicos de mayor a menor presencia son: *Bartonella* spp. y *Mycoplasma* spp. 7,9% (112/1.418), *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp. 2,1% (30/1.418), *Mycoplasma* spp. y *Hepatozoon* spp. 2% (29/1.418) y *Ehrlichia* spp. y *Anaplasma* spp. 0,5% (8/1.418). Las coinfecciones de tres o más agentes hemotrópicos evidenciadas en el

TABLA 1. Frecuencia de hemotrópicos y coinfecciones identificadas por qPCR en gatos de la ciudad de Medellín (n= 1418 gatos muestreados)

| | <i>Anaplasma</i> sp. | <i>Rickettsia</i> spp. | <i>Rickettsia</i> spp. | <i>Babesia</i> spp. | <i>Bartonella</i> spp. | <i>Dirofilaria</i> spp. | <i>Hepatozoon</i> spp. | <i>Mycoplasma</i> spp. | Total |
|--------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------|
| <i>Anaplasma</i> spp.. | 2 (0,1%) | 0 | 8 (0,5%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 (0,7%) |
| <i>Rickettsia</i> spp.. | 2 (0,1%) | 0 | 0 | 0 | 1 (0,1%) | 0 | 0 | 0 | 3 (0,21%) |
| <i>Ehrlichia</i> spp.. | | 2 (0,1%) | 2 (0,1%) | 1 (0,1%) | 0 | 0 | 2 (0,1%) | 2 (0,1%) | 7 (0,49%) |
| <i>Babesia</i> spp.. | | | | 1 (0,1%) | 3 (0,2%) | 0 | 0 | 2 (0,1%) | 5 (0,35%) |
| <i>Bartonella</i> spp.. | | | | | 390 (27,5%) | 6 (0,4%) | 30 (2,1%) | 112 (7,9%) | 538 (37,9%) |
| <i>Dirofilaria</i> spp.. | | | | | | 3 (0,2%) | 1 (0,1%) | 5 (2,1%) | 9 (0,64%) |
| <i>Hepatozoon</i> spp.. | | | | | | | 48 (3,4%) | 29 (2,0%) | 77 (5,4%) |
| <i>Mycoplasma</i> spp.. | | | | | | | | 347 (24,5%) | 347 (24,4%) |

Fuente: elaboración propia con apoyo en las bases de datos de 1.418 muestras de felinos remitidos al laboratorio TestMol de Medellín entre julio de 2021 y marzo de 2022 para diagnóstico de hemotrópicos mediante qPCR.

TABLA 2. Perfil hemático de 15 gatos infectados con uno o más microorganismos hemotrópicos en la ciudad de Medellín

| Raza | Sexo | Edad | Patógeno | G.R (10 ⁹ / μL) | Hb | Hematocrito (%) | Reticulocitos (%) | Plaquetas (10 ⁹ /μL) | G.B. (10 ⁹ /μL) | Neutrófilos (μL) | Monocitos (μL) | Linfocitos (μL) | Bandas (μL) | Eosinófilos (μL) |
|---------|--------|------|----------------------------------------------------|-------------------------------|------|--------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------------|
| Criolla | Hembra | 0,7 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 5,01 | 7,1 | 20,6 | 0,9 | 180 | 34,3 | 17836 | 1029 | 13377 | 1029 | 1029 |
| Mestizo | Hembra | 10 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 6,26 | 8,5 | 25,5 | 0,1 | 500 | 21,39 | 14973 | 0 | 5133 | 0 | 1283 |
| Criollo | Hembra | 0,3 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 7,37 | 9,5 | 30,3 | 0,3 | 609 | 8,76 | 6044 | 0 | 2277 | 0 | 438 |
| Criollo | Hembra | 0,6 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 7,06 | 12 | 35 | 0,3 | 392 | 13,2 | 7300 | 700 | 4000 | 1200 | 0 |
| Criollo | Hembra | 2 | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Bartonella</i> spp. | 5,8 | 8,6 | 25,9 | 0,9 | 396 | 51,5 | 29000 | 4500 | 16000 | 1000 | 0 |
| Mestizo | Hembra | 5 | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Bartonella</i> spp. | 3,39 | 5,3 | 14,9 | 0,4 | 210 | 13,39 | 11515 | 0 | 1740 | 0 | 133 |
| Criolla | Macho | 13 | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Bartonella</i> spp. | 4,97 | 9,7 | 29,3 | 0,5 | 321 | 10,4 | 8500 | 700 | 1200 | 0 | 0 |
| Mestizo | Hembra | 1 | <i>Bartonella</i> spp. + <i>Mycoplasma</i> spp. | 10,3 | 11,1 | 34,9 | 0,6 | 203 | 11,3 | 6210 | 0 | 5100 | 0 | 0 |
| Mestizo | Hembra | 0,1 | <i>Bartonella</i> spp. | 8,45 | 11,8 | 24,2 | 0,1 | 254 | 8,28 | 5216 | 0 | 3063 | 0 | 0 |
| Mestizo | Macho | 7 | <i>Bartonella</i> spp. | 9,56 | 13,9 | 42,8 | 0,1 | 214 | 6 | 3300 | 0 | 2220 | 0 | 300 |
| Mestizo | Macho | NR | <i>Bartonella</i> spp. | 9,19 | 13,9 | 41 | 0,2 | 280 | 9,2 | 5520 | 0 | 3680 | 0 | 0 |
| Mestizo | Macho | 4 | <i>Bartonella</i> spp. | 7,94 | 14,6 | 40,2 | 0,4 | 386 | 5,1 | 3366 | 0 | 1377 | 0 | 357 |
| Mestizo | Macho | 2 | <i>Bartonella</i> spp. | 7,53 | 9,9 | 31,4 | 0,2 | 426 | 5,82 | 2444 | 58 | 1280 | 0 | 2037 |
| Criolla | Hembra | 1,5 | <i>Bartonella</i> spp. | 7,25 | 10,9 | 32,7 | 0,1 | 383 | 27,8 | 21600 | 500 | 3900 | 1000 | 800 |
| Mestizo | Hembra | 0,11 | <i>Bartonella</i> spp. | 8,13 | 12 | 38,7 | 0,1 | 316 | 6,9 | 3795 | 69 | 2622 | 0 | 414 |
| Mestizo | Macho | 6 | <i>Bartonella</i> spp. + <i>Rickettsia</i> spp | 6,77 | 10,6 | 32,2 | 0,1 | 373 | 7,5 | 5259 | 0 | 2175 | 0 | 75 |

Fuente: elaboración propia con apoyo en las bases de datos de 15 hemoleucogramas de felinos positivos remitidos al laboratorio TestMol de Medellín entre julio de 2021 y marzo del 2022. *GR: glóbulos rojos, Hb: hemoglobina, GB: glóbulos blancos. **. Negrilla para valores fuera de los parámetros normales en felinos.

estudio son: *Mycoplasma* spp., *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp 0,99% (14/1.418), *Rickettsiales*, *Mycoplasma* spp. y *Bartonella* spp. 0,6% (9/1.418), *Mycoplasma* spp., *Filarias* y *Bartonella* spp. 0,07% (1/1.418), *Rickettsiales*, *Mycoplasma* spp. y *Hepatozoon* spp. 0,28% (4/1.418), *Rickettsiales*, *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp. 0,21% (3/1.418), y *Rickettsiales*, *Mycoplasma* spp., *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp. 0,14% (2/1.418).

Los datos de los hemogramas de quince felinos infectados con uno o más agentes hemotrópicos se muestran en la tabla 2. Once de ellos fueron positivos por un solo agente infeccioso, cuatro en coinfección con *Mycoplasma* spp. y *Bartonella* spp. y un felino con *Rickettsia* spp. y *Bartonella* spp. De los individuos positivos, once de ellos tenían hemogramas sin alteraciones de los rangos de referencia, aunque tres de ellos presentaban coinfecciones con otro agente. Dos de los felinos positivos, uno para *Mycoplasma* spp. y otro para *Mycoplasma* spp. y *Bartonella* spp., tenían anemia moderada (hematocrito 20,6%) y severa (hematocrito 14,9%) y reticulocitos de 0,9% y 0,4%, respectivamente. Solo un individuo positivo para *Mycoplasma* spp. presentaba trombocitopenia (plaquetas 180.000), tres tenían plaquetas en límites inferiores (<250.000 plaquetas).

Al evaluar los leucogramas de los quince felinos positivos, cuatro de ellos mostraban aumentos de los glóbulos blancos (leucocitos), de los cuales uno estaba en coinfección y con la leucocitosis más severa de $51,5 \times 10^3/\mu\text{L}$, solo tres presentaban neutrofilia de 17.836 Neu/ μL , 29.000 Neu/ μL y 21.600 Neu/ μL , respectivamente. Además, hubo tres con linfocitosis reportadas en: 13.377 Linf/ μL , 5.133 Linf/ μL y 16.000 Linf/ μL . Sin embargo, aunque algunos individuos

presentaran alteraciones en los hemoleucogramas, estos no manifestaban alteraciones en el examen clínico general y sus tutores mencionaron no haber evidenciado alguna modificación de su estado normal en casa, ya que comían con avidez, se veían activos y sus procesos fisiológicos se llevaban a cabo con normalidad y sin dificultad, cabe agregar que a estos individuos se les tomaron los exámenes de sangre y qPCR como protocolo prequirúrgico para orquiectomía y ovariectomía (OVH), según el caso.

DISCUSIÓN

El presente análisis retrospectivo se realizó a partir de resultados moleculares obtenidos en un centro de diagnóstico especializado TestMol utilizando PCR en tiempo real cuantitativa, la cual utiliza como *target* las subunidades 16S y 18S de rDNA. Es sabido que, si bien las regiones del rDNA son extremadamente conservadas, lo cual puede llevar a problemas de inespecificidades en las pruebas basadas en PCR, es posible encontrar regiones que permitan diferenciar géneros como especies a partir de pruebas moleculares (White 1993).

Al determinar la frecuencia de pacientes felinos positivos a uno o más agentes hemotrópicos de los 9 evaluados mediante diagnóstico molecular basado con qPCR en muestras de pacientes remitidos de diferentes centros veterinarios de Medellín, el 70% (996/1418) fue positivo para uno o más agentes infecciosos, datos comparables con los reportados en gatos domésticos de Tailandia, donde se evidenció una prevalencia de 82,9% (63/275) mediante evaluación del gen 16 rRNA (Maruyama *et al.* 2001), y en otro reporte de gatos domésticos que circulan libres en Brasil, se

demonstró que el 89% (33/37) fue positivo para uno de los agentes evaluados mediante PCR (André *et al.* 2014).

Al evaluar la frecuencia de cada uno de los agentes hemotrópicos en este estudio, se evidenció una frecuencia para *Rickettsia* spp. de 0,21% (3/1.418), en comparación con estudios en Estados Unidos donde se demostraron anticuerpos en el 5,6% para *R. felis*, pero el DNA no fue amplificado mediante PCR en felinos con presencia de pulgas y fiebre (Bayliss *et al.* 2009), similar a otro estudio en este país, donde evaluaron mediante PCR convencional en muestras de sangre de felinos y sus pulgas, y se demostró que el 67,4% (62/92) de las pulgas fueron positivas para *Rickettsia felis*, aunque el resultado fuera negativo para todas las muestras de sangre, donde los autores mencionan que la causa factible es quizás la baja carga del agente circulante en el momento de la toma de las muestras, por lo que sugieren el uso de qPCR para futuros estudios (Hawley *et al.* 2007). En cuanto a *Babesia* spp. se evidenció una frecuencia de 0,35% (5/1.418), datos que distan de lo reportado en Brasil, donde se ha demostrado una prevalencia de 19% (7/37) mediante PCR en felinos domésticos de libre circulación (André *et al.* 2014), y de Portugal, que reportan una prevalencia de 9,4% (30/320) (Vilhena *et al.* 2013).

En cuanto a *Ehrlichia* spp. se observó una frecuencia del 0,49% (7/1.418), aunque existen pocos reportes de *Ehrlichia* spp. en felinos, en el norte de Estados Unidos, algunos estudios han evidenciado una prevalente de 3,2% (13/406) (Hegarty *et al.* 2015), y en Brasil se conocen datos con una alta prevalencia del 9,4% (20/122) en gatos domésticos (Braga *et al.* 2014). La frecuencia de *Diroloffaria* spp. en este estudio es del 0,64% (9/1.418), datos

comparables con lo reportado en múltiples áreas de este país mediante evaluación de antígeno, donde se observó una prevalencia del 0,5% (12/2.181) (Miller *et al.* 2000). En cuanto a *Anaplasma* spp., se demostró una frecuencia del 0,7% (10/1.418), similar a estudios en Portugal que reportan una prevalencia de 0,6% (2/320) (Vilhena *et al.* 2013), sin embargo, en Estados Unidos se conoce una prevalencia más alta con valores de 3,2 % (13/406) (Hegarty *et al.* 2015) y en Brasil se ha reportado hasta el 8% (3/37) (André *et al.* 2014). La frecuencia que en este estudio se evidencia para *Hepatozoon* spp. es del 5,4% (77/1.418), datos comparables con lo reportado en Italia con una prevalencia de 5,1% (10/196) (Gianelli *et al.* 2017) y que dista de lo reportado en Estados Unidos, donde la prevalencia fue del 2,4% (2/84) (Qurollo *et al.* 2018).

La frecuencia de *Mycoplasma* spp. (este es uno de los agentes hemotrópicos frecuentemente aislado en felinos en el mundo) en este estudio es del 24,4%, datos similares a lo observado en Brasil en felinos domésticos de libre circulación, donde se reporta una frecuencia de 32% (12/37) (André *et al.* 2014), y a un estudio en 2018 en la ciudad de Medellín donde evaluaron la frecuencia de varios hemotrópicos en caninos y felinos mediante diferentes técnicas diagnósticas, entre ellas PCR, donde se reporta una frecuencia del 27,8% (5/32) (Rodríguez *et al.* 2018). Por último, el agente hemotrópico con mayor frecuencia de presentación en este estudio es *Bartonella* spp., con un 37,9% (538/1.418), similar a lo reportado en ciertas zonas de Estados Unidos, donde en las llanuras centrales se han obtenido de seroprevalencias en promedio de 36,6% e incluso en Hawái del 47,4% (Jameson *et al.*

1995), contrario a otros estudios en Brasil, donde se han reportado prevalencias del 17,02% (8/47) (Staggemeier *et al.* 2010).

Entre las coinfecciones evidenciadas en este estudio, las más frecuentemente encontradas son *Bartonella* spp. y *Mycoplasma* spp. 7,9% (112/1.418), seguido de *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp. 2,1% (30/1.418) y *Mycoplasma* spp. y *Hepatozoon* spp. 2% (29/1.418), si bien no se conocen estudios de prevalencias de coinfecciones de diferentes agentes hemotrópicos, sí se han obtenido como reportes de caso, como la coinfección con *Anaplasma platys*, *Bartonella henselae*, *Bartonella koehlerae* y *Candidatus Mycoplasma haemominutum* en un gato diagnosticado con plasmocitosis esplénica y mieloma múltiple, el cual presentaba en su hemoleucograma anemia, trombocitopenia y eosinofilia en Norteamérica (Qurollo *et al.* 2014), en otro estudio de 3 gatos con signos inespecíficos e inclusiones sugestivas de hemotrópicos en el frotis de sangre en Brasil, se evidenció *Cytauxzoon felis*, *Candidatus Mycoplasma haemominutum* y *Ehrlichia* sp. estrechamente relacionado con *Ehrlichia canis* y *Anaplasma* spp. en dos de los tres gatos muestreados, los cuales no mostraron anomalías hematológicas ni bioquímicas (André *et al.* 2017), situación evidenciada también en los individuos de este estudio donde se evaluaron los hemoleucogramas e historias clínicas. Por lo anterior, es importante recordar que muchos hemotrópicos en felinos pueden desarrollar signos clínicos que varían en severidad, y algunos estar de forma asintomática, y las variables que influyen en el grado de enfermedad corresponden a la vía de infección, estadio de la enfermedad (aguda, subclínica o crónica), el genotipo del patógeno, la respuesta inmunológica del huésped e incluso la presencia de

coinfecciones con otros agentes hemotrópicos o algunos retrovirus.

Este estudio evidenció la frecuencia de 9 agentes hemotrópicos de las bases de datos del laboratorio TestMol en Medellín, hasta el momento no existe reporte de tantos agentes infecciosos transmitidos por vectores en felinos en el país mediante diagnóstico molecular (qPCR), lo que contribuye a la epidemiología de agentes con potencial zoonótico en el país, ya que existen reportes de caso de *Ehrlichia* monocítica humana (Botero *et al.* 2014), coinfección de babesiosis y erlichiosis en Cartagena (Farah *et al.* 2012) y se conocen estudios de seroprevalencia en habitantes urbanos y rurales del Caribe colombiano para *Anaplasma*, *Babesia*, *Bartonella* y *Coxiella* (Máttar *et al.* 2006; Buelvas *et al.* 2008).

Si bien los datos son similares en muchos de los casos a los reportados como prevalencias en otros países de Europa, Asia y América, estos datos no pueden ser extrapolables al total de la población, ya que no son muestras aleatorizadas de pacientes sanos o sintomáticos y se carece de información actualizada de la población total de felinos que permitan correlacionar los datos con una prevalencia, sin embargo, es posible identificar en pacientes semiológicamente sanos la presencia de agentes hemotrópicos, situación descrita en estudios previos (Sakura *et al.* 1992; Bauer *et al.* 2008), que podrían en algún momento ser de importancia clínica frente a algún estímulo inmunológico en el huésped, lo que evidencia la importancia del diagnóstico molecular en este tipo de agentes que pueden tener un curso asintomático (André *et al.* 2017).

Frente a los hallazgos encontrados en este estudio, es importante evaluar la frecuencia de los mismos agentes en otras zonas del

país que podrían variar de acuerdo con condiciones medioambientales y considerar otros agentes hemotrópicos reportados en otros países como *Coxiella burnetti* (De Oliveira *et al.* 2022) y considerar estudios con más individuos y posibles coinfecciones con retrovirus.

CONCLUSIÓN

El presente trabajo enfatiza la importancia y necesidad de confirmación molecular de infecciones de agentes hemotrópicos y coinfecciones por múltiples enfermedades transmitidas por vectores en felinos que presentan signos clínicos inespecíficos, hemoleucogramas con o sin alteraciones e inclusiones de estructuras compatibles con agentes infecciosos hemotrópicos en frotis de sangre. Además, muchos individuos positivos para uno o más agentes patógenos transmitidos por vectores pueden permanecer subclínicos por mucho tiempo, sin embargo, frente a cualquier estímulo inmunológico, se puede desencadenar una fase aguda o estar generando una enfermedad crónica con manifestaciones clínicas a futuro, por lo que se requiere evaluar de manera individual la pertinencia de realizar tratamiento en un paciente en una zona no endémica de la enfermedad, ya que la ausencia de tratamiento expone al huésped a una complicación médica a futuro, y que además este se comporta como un reservorio para otros animales, e incluso para la especie humana, lo que puede dificultar el control de enfermedades transmitidas por vectores.

CONFLICTO DE INTERESES

Declaramos que no existe conflicto de intereses entre los autores.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Investigación realizada con recursos propios, no se recibieron recursos de ninguna entidad para la investigación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las clínicas veterinarias que aportaron los hemogramas de los pacientes y ayudaron en el análisis de los datos, y al señor David Villar y David Gómez por la generación de la propuesta y ayuda en análisis de datos y organización de la base de datos.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores contribuyeron de forma equitativa en el proceso del análisis de datos y elaboración del artículo.

DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS Y MATERIALES

Todos los datos y materiales están disponibles con el autor de correspondencia, sin embargo, las condiciones de ensayo hacen parte de propiedad intelectual de la compañía TestMol SAS y su disponibilidad está asociada a un contrato legal por las partes interesadas.

REFERENCIAS

André MR, Baccharim Denardi NC, Marques de Sousa KC, Gonçalves LR, Henrique PC, Grosse Rossi Ontivero CR, Lima González IH, Cabral Nery CV, Fernandes Chagas CR, Monticelli C, Alexandre de Santis ACG y Machado RZ. 2014. Arthropod-borne pathogens circulating in free-roaming domestic cats in a zoo environment in Brazil. Ticks and Tick-Borne Diseases. 5(5):545-551. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2014.03.011>

- André MR, Filgueira KD, Calchi AC, De Sousa KCM, Gonçalves LR, Medeiros VB, Ximenes PA, Lelis VCNG, De Meireles MVN y Machado RZ. 2017. Co-infection with arthropod-borne pathogens in domestic cats. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*. 26(4):525-531. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612017064>
- Angelakis E y Raoult D. 2014. Pathogenicity and treatment of *Bartonella* infections. In *International Journal of Antimicrobial Agents*. 44(1):16-25. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2014.04.006>
- Ayoob AL, Prittie J y Hackner SG. 2010. Feline babesiosis. In *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*. 20(1):90-97. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2009.00493.x>
- Bauer N, Balzer HJ, Thüre S y Moritz A. 2008. Prevalence of feline haemotropic mycoplasmas in convenience samples of cats in Germany. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 10(3):252-258. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2007.12.004>
- Bayliss DB, Morris AK, Horta MC, Labruna MB, Radecki SV, Hawley JR, Brewer MM y Lappin MR. 2009. Prevalence of *Rickettsia* species antibodies and *Rickettsia* species DNA in the blood of cats with and without fever. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 11(4):266-270. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2008.06.007>
- Botero AH, Ramírez FM y Miranda JV. 2014. Primer caso de ehrlichiosis monocítica humana reportado en Colombia. *Infectio*. 18(4):162-166. <https://doi.org/10.1016/j.infect.2014.04.001>
- Buelvas F, Alvis N, Buelvas I, Miranda J y Mattar S. 2008. A high prevalence of antibodies against *Bartonella* and *Babesia microti* has been found in villages and urban populations in Cordoba, Colombia. *Revista de Salud Pública*. 10(1):168-177. <https://doi.org/10.1590/s0124-00642008000100016>
- De Oliveira LB, Calchi AC, Vultão JG, Yogui DR, Kluyber D, Alves MH y André MR. 2022. Molecular investigation of haemotropic mycoplasmas and *Coxiella burnetii* in free-living Xenarthra mammals from Brazil, with evidence of new haemoplasma species. *Transboundary and Emerging Diseases*. <https://doi.org/10.1111/tbed.14523>
- Farah JM, Del Risco FDLV, Espinosa AB y Salvador ASF. 2012. Coinfección de babesiosis y ehrlichiosis: Un caso en Cartagena de Indias, Colombia. *Revista Ciencias Biomédicas*. 3(2):339-345. Disponible en: <https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/cbiomedicas/article/view/3132/2660>
- Gary AT, Richmond HL, Tasker S, Hackett TB y Lappin MR. 2006. Survival of *Mycoplasma haemofelis* and *Candidatus Mycoplasma haemominutum* in blood of cats used for transfusions. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 8(5):321-326. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2006.04.005>
- Giannelli A, Latrofa MS, Nachum-Biala Y, Hodžić A, Greco G, Attanasi A, Annoscia G, Otranto D y Baneth G. 2017. Three different Hepatozoon species in domestic cats from southern Italy. *Ticks and Tick-Borne Diseases*. 8(5):721-724. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.05.005>
- Greene CE. 2012. *Infectious diseases of dog and cat*. Fourth edition. Elsevier. ISBN: 978-1-4160-6130-4.
- Hawley JR, Shaw SE y Lappin MR. 2007. Prevalence of *Rickettsia felis* DNA in the blood of cats and their fleas in the United States. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 9(3):258-262. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2006.12.005>
- Hegarty BC, Quorllo BA, Thomas B, Park K, Chandrashekar R, Beall MJ y Breitschwerdt EB. 2015. Serological and molecular analysis of feline vector-borne anaplasmosis and ehrlichiosis using species-specific peptides and PCR. *Parasites & vectors*. 8(1):1-9. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0929-8>
- Jameson P, Greene C, Regnery R, Dryden M, Marks A, Brown J y Greene R. 1995. Prevalence of *Bartonella henselae* antibodies in pet cats throughout regions of North America. *Journal of Infectious Diseases*. 172(4):1145-1149. <https://doi.org/10.1093/infdis/172.4.1145>
- Maia C, Ramos C, Coimbra M, Bastos F, Martins Â, Pinto P, Nunes M, Vieira ML, Cardoso L y Campino L. 2014. Bacterial and protozoal agents of feline vector-borne diseases in domestic and stray cats from southern Portugal. *Parasites and Vectors*. 7(1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-115>
- Maruyama S, Poapolathep A, Morita Y, Tanaka S, Chang CC, Sakai T y Chomel BB. 2001. Prevalence of *Bartonella* species and 16s rRNA

- gene types of *Bartonella henselae* from domestic cats in Thailand. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 65(6): 783-787. <https://doi.org/10.4269/AJTMH.2001.65.783>
- Máttar S y Parra M. 2006. Detection of antibodies to *Anaplasma*, *Bartonella* and *Coxiella* in rural inhabitants of the Caribbean area of Colombia. Revista MVZ Córdoba. 11(2):781-789. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3300021>
- Mayorga D, Echeverry-Bonilla D, Buriticá-Gaviria E y Rondón-Barragán I. 2019. *Mycoplasma haemominutum* in the city of Ibagué (Colombia): Report of five cases. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú. 30(3):1351-1359. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i3.15527>
- Messick JB. 2004. Hemotropic mycoplasmas (hemoplasmas): a review and new insights into pathogenic potential. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2004.tb00342.x>
- Miller MW, Atkins CE, Stemme K, Robertson-Plouch C y Guerrero J. (2000). Prevalence of exposure to *Dirofilaria immitis* in cats in multiple areas of the United States. Vet Ther. 1(3):169-75. Disponible en: http://assets.prod.vetlearn.com.s3.amazonaws.com/mmah/e3/0291a276b24d81adb7f784aad378e6/fileVTX_01_03_169.pdf
- Otranto D y Dantas-Torres F. 2010. Canine and feline vector-borne diseases in Italy: current situation and perspectives. Disponible en: <http://www.parasitesandvectors.com/content/3/1/2>
- Panti-May JA y Rodríguez-Vivas RI. 2020. Canine babesiosis: A literature review of prevalence, distribution, and diagnosis in Latin America and the Caribbean. In Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports. 21. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100417>
- Pennisi MG, Hofmann-Lehmann R, Radford AD, Tasker S, Belák S, Addie DD y Möstl K. 2017. *Anaplasma*, *Ehrlichia* and *Rickettsia* species infections in cats: European guidelines from the ABCD on prevention and management. Journal of feline medicine and surgery. 19(5):542-548. <https://doi.org/10.1177/1098612X17706462>
- Qurollo BA, Balakrishnan N, Cannon CZ, Maggi RG y Breitschwerdt EB. 2014. Co-infection with *Anaplasma platys*, *Bartonella henselae*, *Bartonella koehlerae* and *Candidatus Mycoplasma haemominutum* in a cat diagnosed with splenic plasmacytosis and multiple myeloma. Journal of Feline Medicine and Surgery. 16(8):713-720. <https://doi.org/10.1177/1098612X13519632>
- Qurollo B, Walsh E, Lemler E *et al.* 2018. Feline vector-borne disease in cats with acute onset fever. Disponible en: <https://www.vin.com/acvim/2018>
- Qurollo B. 2019. Feline vector-borne diseases in North America. Veterinary Clinics: Small Animal Practice. 49(4):687-702. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.02.012>
- Rikihisa Y. 2006. Ehrlichia subversion of host innate responses. Current Opinion in Microbiology. 9(1):95-101. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2005.12.003>
- Rodríguez, AMM, Buitrago JA y Caro DCO. 2018. Frecuencia de hemoparasitismo en caninos y felinos que consultan en la clínica veterinaria Rosales de la ciudad de Medellín durante el segundo semestre de 2018. Revista Sinergia. 1(4):66-80. Disponible en: <http://sinergia.colmayor.edu.co/ojs/index.php/Revistasinergia/article/view/58>
- Roura X, Peters IR, Altet L *et al.* 2010. Prevalence of hemotropic *Mycoplasmas* in healthy and unhealthy cats and dogs in Spain. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 22(2):270-274. <https://doi.org/10.1177/104063871002200219>
- Rubini AS, Dos Santos Paduan, K, Pérez RR, Ribolla PEM y O'Dwyer LH. 2006. Molecular characterization of feline *Hepatozoon* species from Brazil. Veterinary Parasitology. 137(1-2):168-171. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.12.008>
- Sukura A, Grohn YT, Junttila J, Palolahti T. 1992. Association between feline immunodeficiency virus antibodies and host characteristics in Finnish cats. Acta Medica Veterinaria 33:325e334. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/BF03547298>
- Sushma RE. 2021. Comparative studies on diagnostic methods of feline haemotropic mycoplasmosis. Disponible en: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2021/vol10issue12S/PartQ/S-10-12-154-547.pdf>
- Sykes JE. 2010. Feline hemotropic *Mycoplasmas*. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care. 20(1):62-69. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2009.00491.x>

- Schäfer I y Kohn B. 2020. *Anaplasma phagocytophilum* infection in cats: A literature review to raise clinical awareness. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 22(5):428-441. <https://doi.org/10.1177/1098612X20917600>
- Staggemeier R, Venker CA, Klein DH, Petry M, Spilki FR y Cantarelli VV. 2010. Prevalence of *Bartonella henselae* and *Bartonella clarridgeiae* in cats in the south of Brazil: a molecular study. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 105:873-878. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762010000700006>
- Tasker S. 2010. Haemotropic mycoplasmas. What's their real significance in cats? *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 12(5):369-381. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2010.03.011>
- Tasker S, Binns SH, Day MJ, Gruffydd-Jones TJ, Harbour DA, Helps CR, Jensen WA, Olver CS y Lappin MR. 2012. Use of a PCR assay to assess the prevalence and risk factors for *Mycoplasma haemofelis* and *Candidatus Mycoplasma haemominutum* in cats in the United Kingdom Blood samples from 426 healthy and sick cats in the UK were tested in a PCR assay for *Candidatus*. <https://doi.org/10.1136/vr.152.7.193>
- Tasker S, Hofmann-Lehmann R, Belák S, Frymus T, Addie DD, Pennisi MG, Boucraut-Baralon C, Egberink H, Hartmann K, Hosie MJ, Lloret A, Marsilio F, Radford AD, Thiry E, Truyen U y Möstl K. 2018. Haemoplasmosis in cats: European guidelines from the ABCD on prevention and management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 20(3):256-261. <https://doi.org/10.1177/1098612X18758594>
- Van Assendelft OW, Bull BS, Fujimoto K, Groner W, Houwen B, Van Hove L *et al.* 2001. Recommendations for reference method for the packed cell volume (ICSH Standard 2001). *Laboratory Hematology*. 2001-7(3):148-170.
- Vilhena H, Martínez-Díaz VL, Cardoso L, Vieira L, Altet L, Francino O y Silvestre-Ferreira AC. 2013. Feline vector-borne pathogens in the north and centre of Portugal. *Parasites & Vectors*, 6(1):1-6.
- Vorou RM, Papavassiliou VG y Tsiodras S. 2007. Emerging zoonoses and vector-borne infections affecting humans in Europe. *Epidemiology and Infection*. 135(8):1231-1247. <https://doi.org/10.1017/S0950268807008527>
- Willi B, Boretto FS, Cattori V, Tasker S, Meli ML, Reusch C y Hofmann-Lehmann R. 2005. Identification, molecular characterization, and experimental transmission of a new hemoplasma isolate from a cat with hemolytic anemia in Switzerland. *Journal of Clinical Microbiology*, 43(6):2581-2585. <https://doi.org/10.1128/JCM.43.6.2581-2585.2005>
- Wolf-Jäckel GA, Jäckel C, Museux K, Hoelzle K, Tasker S, Lutz H y Hofmann-Lehmann R. 2010. Identification, characterization, and application of a recombinant antigen for the serological investigation of feline hemotropic *Mycoplasma* infections. *Clinical and vaccine immunology*. 17(12):1917-1925. <https://doi.org/10.1128/CVI.00282-10>

Forma de citación del artículo:

C. Ríos–Usuga C, Arias A, Gómez D, Pérez D, Muñoz–Cadavid C, Jaramillo–Delgado IL. 2023. Enfermedades transmitidas por vectores en gatos: una mirada molecular en ambientes urbanos de Medellín, Colombia. *Rev Med Vet Zoot*. 70(2):220-233. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n2.105407>

Carcinoma escamocelular ocular en bovino de raza Brahman Gris: reporte de caso

S. F. Quebrada¹ , L. D. Ramírez¹ * .

Recibido: 22/09/2022. Aprobado: 12/12/2022

RESUMEN

En el presente trabajo se reporta el primer caso de un bovino de raza Brahman de 5 años, el cual se remitió por presentar una masa en el tercer párpado en el ojo izquierdo que obstruía la visión. El análisis histopatológico de la muestra remitida evidencia un carcinoma de células escamosas bien diferenciado sin evidencia de invasión linfovascular. El manejo terapéutico consistió en exenteración para evitar recidivas, por lo cual la evolución del paciente fue satisfactoria sin causar problemas en su rendimiento productivo. Se ha descrito que un posible factor de riesgo está relacionado con una permanente exposición a la luz solar que afecta la replicación del ADN de las células e induce procesos tumorales. Esto es cierto en los sistemas de cría de ganado, donde las hembras permanecen la mayor parte del tiempo en pastoreo y expuestas a la radiación ultravioleta, lo que explicaría la razón de la presentación de esta neoplasia en este tipo de pacientes. En ese sentido, es indispensable prestar atención y realizar monitoreo a las anomalías que se puedan presentar en el ganado ya sea cebuino o taurino.

Palabras clave: neoplasia, radiación ultravioleta, cebú, epitelio, piel.

Ocular squamous cell carcinoma in cattle of the Gray Brahman breed: case report

ABSTRACT

In this paper a 5-year-old Brahman breed bovine is reported, which was submitted by presenting a mass in the third eyelid of the left eye which obstructed vision. Histopathological analysis of the submitted sample shows a well-differentiated squamous cell carcinoma with no evidence of lymphovascular invasion. The therapeutic management consisted of exenteration to avoid recurrences, for which the patient's evolution was satisfactory without causing problems in his productive performance. It has been described that a possible risk factor is related to permanent exposure to sunlight that affects the replication of DNA in cells and induces tumor processes. While it is true; in cattle breeding systems where females spend most of the time grazing and are exposed to ultraviolet radiation, this would explain the reason for the presentation of this neoplasm in this type of patient. In this sense, it is essential to pay attention and monitor abnormalities that may occur in cattle, whether Zebu or Taurine.

Keywords: neoplasia, ultraviolet radiation, zebu, epithelium, skin.

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué (Colombia).

* Autor de correspondencia. Correo electrónico: ldramirez@ut.edu.co

INTRODUCCIÓN

El carcinoma ocular de células escamosas (COCE o OSCC, por su sigla en inglés) ha sido reconocido como una neoplasia primaria de origen epitelial que puede ocurrir en diferentes tejidos oculares y perioculares. El OSCC es un tumor maligno común en el ganado que se origina en el epitelio escamoso en varios lugares. El impacto económico incluye decomisos de canales, pérdidas de producción, gastos de tratamiento y costos de gestión (Sharma *et al.* 2020). Las ubicaciones más comunes para el ganado son los párpados, la vagina, los ojos y la vulva (Tsujita y Plummer 2010). Aunque este tiene una baja tasa de metástasis a distancia del 18%, presenta características de malignidad, como invasión local del iris, la esclerótica y los tejidos extraoculares (orbita, cavidad nasal y senos paranasales) y recurrencias de alrededor del 11,1–66,7% (Abu–Seida *et al.* 2021). Se han informado casos de OSCC en las razas de ganado Holstein–Friesian, Holstein, Hereford, Guernsey, Shorthorn, Ayrshire, Brahman, Brown Swiss, Hollandensa, Javanese Mongolian, Jersey y Normandy, entre otras (Fornazari *et al.* 2017). El carcinoma aparece nodular, con aspecto de coliflor, sanguinolento, ulcerado, friable y con mal olor después de la contaminación (Jameel *et al.* 2019), es una neoplasia de origen multifactorial y su prevalencia se relaciona principalmente con la exposición a la radiación UV solar, con una incidencia elevada en altitudes mayores y la lesión involucra con mayor frecuencia áreas no pigmentadas de la región ocular (Sözmen *et al.* 2019). Aunque el OSCC se presenta

con frecuencia en razas *Bos taurus* con fenotipo de piel despigmentada o blanca y la presentación en razas *Bos indicus* con las mismas características fenotípicas no está muy estudiada (Mathewos 2020); por tanto, este reporte de caso agrega a la literatura veterinaria los hallazgos clínicos y el abordaje en un bovino de raza Brahman Gris de 5 años con un carcinoma escamocelular ubicado en el tercer párpado en el ojo izquierdo.

PRESENTACIÓN DEL CASO

Un animal de raza Brahman Gris, hembra, de 5 años, 560 kg de peso y 5 meses de gestación, procedente del municipio de Girardot, Cundinamarca, fue atendida por el servicio clínico ambulatorio de grandes animales de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Cooperativa de Colombia. Se realizó examen clínico general y se evidenció la región ocular comprometida con una masa de color amarillenta de consistencia dura en el ojo izquierdo (figura 1A) invadiendo el tercer párpado (figura 1B). A su vez, el paciente presentó epifora y dermatitis ulcerativa mixta en el ojo izquierdo. Las constantes fisiológicas se encontraron dentro del rango y mostraron una temperatura rectal de 39 °C, frecuencia ventilatoria de 24 vpm, frecuencia cardiaca de 60 lpm y tiempo de llenado capilar de 2 segundos. El propietario reportó que 6 meses atrás el paciente empezó a presentar lagrimeo y exceso de secreción ocular, por lo que se le realizaron lavados con limón y solución yodada sin respuesta de mejoría.



FIGURA 1. A. Vista lateral de la zona izquierda de la cara, se observa un lagrimeo abundante sin evidencia de secreción seropurulenta. B. Vista del párpado izquierdo, se evidencia una ulceración acompañada de una masa de color amarillento y forma irregular (flecha) y apariencia rugosa con consistencia blanda invadiendo el tercer párpado.

Fuente: elaboración propia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró plan diagnóstico por medio de un hemograma, biopsia de la masa e histopatología. Posteriormente, se realizó un abordaje quirúrgico incisional para retirar la masa.

Examinación histopatológica

La masa extirpada mediante cirugía se sometió a procedimiento de laboratorio de rutina. Se realizó tinción con hematoxilina y eosina para detectar cambios histopatológicos tomando secciones de 5 µm de espesor de los bloques de parafina preparados y las secciones se evaluaron bajo un microscopio óptico.

Protocolo anestésico

El abordaje inició con la sujeción de la cabeza del bovino y la posterior administración

de una dosis de 0,01 mg/kg de Xilacina al 10% vía intramuscular, se llevó a cabo el derribo del paciente (figura 2A). Se procedió a realizar tricotomía alrededor de la órbita ocular a una distancia de 3 a 5 cm (figura 2B), la limpieza y desinfección fue realizada por el equipo médico con solución yodada (figura 2B). Se realizaron bloqueos con lidocaína al 2% alrededor de la zona para insensibilizar y brindar bienestar al paciente, se administraron 5 ml realizando el primer bloqueo auricopalpebral justo delante de la base del pabellón auditivo al final del arco cigomático hasta que la punta cae en el borde dorsal del arco, luego 5 ml en el bloqueo de Peterson que desensibiliza los nervios (oculomotor, troclear, abducente y trigémino) por delante del borde del arco cigomático y frontal; seguido se bloquea con 5 ml en



FIGURA 2. A. Posición del animal en decúbito lateral derecho con área ocular desinfectada. B. Tricotomía alrededor de la órbita ocular.

Fuente: elaboración propia.

el foramen supraorbitario, se debe trazar dos líneas imaginarias perpendiculares entre sí donde se encuentra el foramen orbitario. La línea horizontal se traza desde el canto medial de la fisura palpebral en dirección a la escotadura nasal y la línea vertical se inicia en el segundo premolar perpendicular al eje longitudinal de la cabeza. En el punto de intersección, se introduce la aguja con dirección caudal y ligeramente direccionada hacia el plano medio de la cabeza. Finalmente, se bloquea con 5 ml el nervio infraorbitario a través del foramen infraorbitario, donde se debe trazar dos líneas imaginarias perpendiculares entre sí; donde se encuentra el foramen infraorbitario. Se traza la línea horizontal desde el canto medial de la fisura palpebral hasta la escotadura nasal. La línea vertical se traza en el segundo premolar perpendicular al eje longitudinal de la cabeza, se introduce una aguja con dirección caudal ligeramente direccionada hacia el plano medio de la cabeza.

Procedimiento quirúrgico

La técnica implementada fue exenteración, allí se realizaron dos incisiones en punta de flecha con bisturí de 2 cm en el canto lateral y medial del ojo (figura 3A). Con unas pinzas Backhaus, se unieron los cortes previos para ser usados como guía. Con una tijera roma, se diseccionó en busca del borde de la cuenca ocular, se separó el tejido, para alcanzar el periostio del hueso, y se liberó todo el tejido de la órbita ocular, dejando solo el nervio y el paquete vascular (figura 3B). Se retiró la parte más caudal del ojo y se hizo un nudo ballestrinque anclado, se cerró la herida quirúrgica con un patrón de sutura simple por guía, separado, intercalándolo con dos puntos simples, con una sutura de patrón de tensión punto cerca lejos, lejos cerca.

El manejo posoperatorio consistió en administrar antibiótico penicilina (Ganapen, Novartis, Colombia) a 17.857 UI/Kg intramuscular cada 24 horas durante 6 días, tratamiento antiinflamatorio

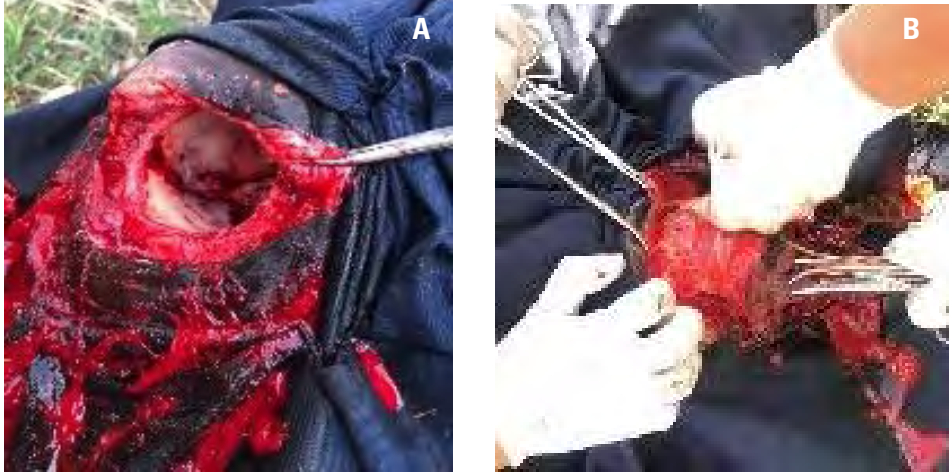


FIGURA 3. A. Abordaje canto lateral y medial de la órbita. B. Retiro del paquete vascular y nervioso junto con el globo ocular del periostio.

Fuente: elaboración propia.

con flunixin meglumine (Flumeg, Over, Colombia) a una dosis de 2,2 mg/kg vía intramuscular cada 24 horas durante 3 días y el ungüento Pomada Alfa, 3 veces al día sobre la herida.

RESULTADOS

Hemograma

Se evidenció una leucocitosis con eosinofilia y neutrofilia marcada.

Histopatología

Los hallazgos microscópicos evidenciaron proliferación neoplásica maligna de origen epitelial con un patrón de crecimiento invasivo multilobular en glándula de meibomio y dermis superficial y profunda (figura 4), islas o nódulos de diferentes tamaños, algunas formando estructuras quísticas que contienen abundante queratina laminar concéntrica—perlas de queratina (figura 5), adicionalmente, núcleos redondos,

ovalados, alargados e irregulares y úlcera focalmente extensa con múltiples áreas de necrosis (figura 6), fibrina severo infiltrado mixto linfoplasmocitario eosinofílico y supurativo difusa, dermatitis mixta ulcerativa y necrótica severa difusa con sobreinfección bacteriana y adenitis mixta severa difusa.

DISCUSIÓN

Se ha descrito que factores hereditarios y ambientales como latitud, altitud, exposición solar y hábitos dietéticos desempeñan un papel en la etiopatogenia de este tumor de origen epitelial (Podarala *et al.* 2020). No obstante, la edad es otro factor predisponente, ya que la incidencia y/o frecuencia en animales de producción aumenta con la edad (Cardona *et al.* 2013). Si bien es cierto que la adaptación morfofisiológica de la piel animal a las condiciones del medio ambiente de carácter evolutivo involucra las particularidades morfológicas de la piel y su capacidad para permitir ajustes

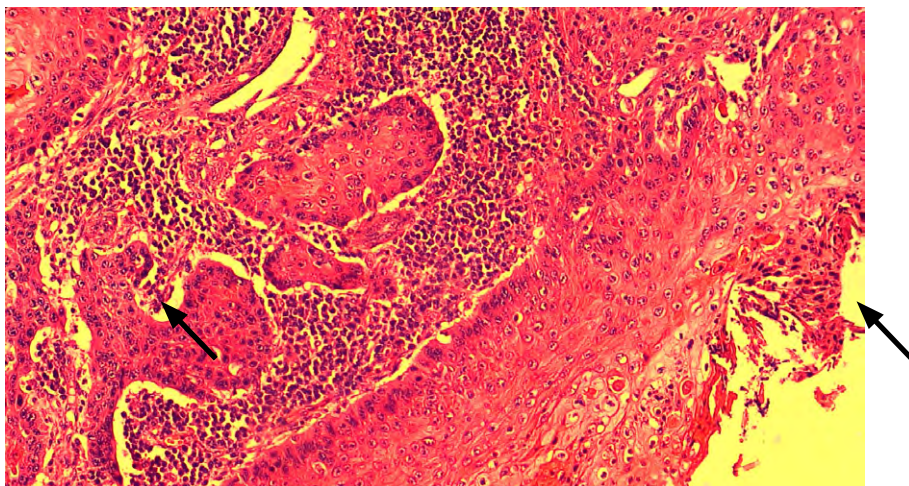


FIGURA 4. Masa tumoral. Se evidencia proliferación neoplásica con patrón de crecimiento invasivo (flecha). Tinción H&E, 4x.

Fuente: elaboración propia.

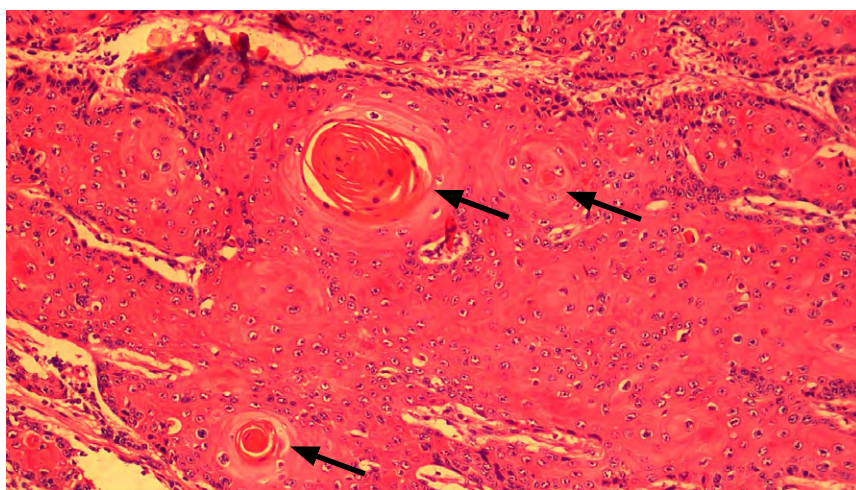


FIGURA 5. Masa tumoral. Estructuras en forma de nódulo formando perlas de queratina (flecha). Tinción H&E, 4x

Fuente: elaboración propia.

térmicos a las variables ambientales (Olarte Saucedo *et al.* 2019).

Según Al-Jameel *et al.* (2022), se sabe que muchos factores cancerígenos

causan OSCC, la exposición prolongada a la luz solar y su radiación ultravioleta (UV) parece ser un factor catalizador en el desarrollo de este tipo de cáncer,

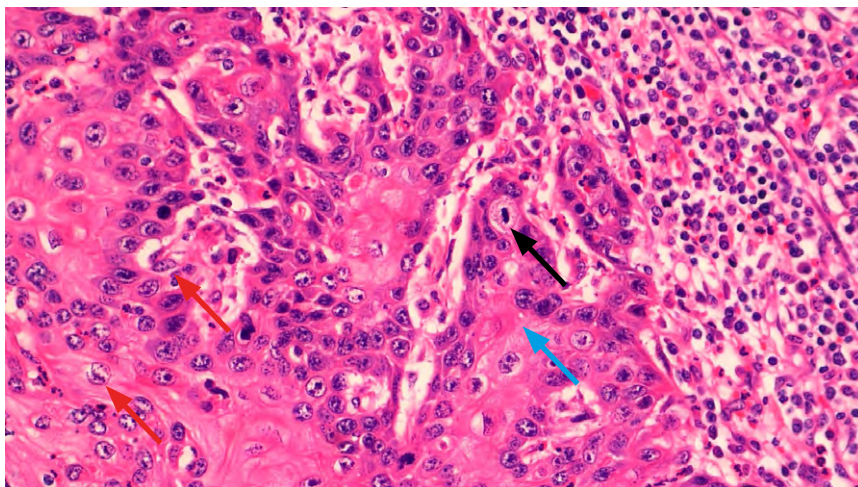


FIGURA 6. Pleomorfismo celular marcado, anisocitosis (flecha roja) y cariomegalia (flecha negra) severa difusa, patrón de cromatina granular fina y marginada hacia la periferia, se observan abundantes mitosis (flecha azul). Tinción H&E, 40x.

Fuente: elaboración propia.

por lo cual la exposición a la radiación ultravioleta es el principal factor de riesgo de OSCC de piel en humanos y animales y generalmente comienza en la unión mucocutánea, en especial en los párpados y las áreas anogenitales. Además, estas áreas están pobremente pigmentadas y la ausencia de melanocitos define una parte fotosensible en las superficies mucosas y epidérmicas. La radiación UV puede alterar los genes que inducen la proliferación, y estas alteraciones han sido reconocidas experimentalmente en casos de SCC estimulados por UV.

En ese sentido, en la producción bovina, cuyos sistemas de cría de ganado implican una exposición de los animales durante todo el año a la radiación ultravioleta, se permite una exposición prolongada a la actividad oncogénica de la luz solar y, cuando el ganado mantiene la cabeza en ciertas posiciones, los rayos del sol se enfocan en lugares como el limbo lateral

o medial y en este reporte de caso el animal afectado era una hembra de cría que permanecía todo el día en pastoreo, por lo que se dieron las condiciones para este tumor, que en todas las especies se desarrolla a través de una serie de estadios premalignos llamados placas epidérmicas y papilomas (Cedeño Quevedo *et al.* 2020) y antes de pasar durante meses o años al carcinoma in situ y al carcinoma invasivo (Amritha *et al.* 2018) y el OSCC del párpado puede desarrollarse de nuevo en una piel relativamente normal o dentro de áreas de daño cutáneo actínico generalizado (Donaldson *et al.* 2002).

En bovinos se ha descrito una prevalencia de la ubicación en el globo ocular cuyo sitio principal es el tercer párpado (60%), seguido de la unión corneo conjuntival (*limbus*) (20%), córnea (10%) y párpados (10%) (Fornazari *et al.* 2017). Esto concuerda con la patogenia del presente caso, en el cual el sitio de predilección

fue el tercer parpado. Sin embargo, se ha informado que las lesiones surgen más comúnmente en la unión corneoescleral y más a menudo en el limbo lateral que en el lado medial (Heeney y Valli 1985). Este tumor ha sido diagnosticado en todo el mundo con alta incidencia y se describe mayoritariamente en animales adultos de las razas Hereford y Holstein (Vala *et al.* 2020).

En Colombia, la aparición de esta neoplasia ocurre comúnmente en razas como Montbeliarde, Simhol, Normando, Simmental, Ayrshire y Charolais; esto ha sido evidente el OSCC en un 100% en pieles despigmentadas en los ojos y tejidos periorbitales; por lo que, los reportes de afección en razas cebuinas es poco frecuente debido a su condición de piel pigmentada (Cedeño Quevedo *et al.* 2020). Sin embargo, en el presente estudio de caso se evidenció en un animal cebuino, por lo cual, toma relevancia en la investigación e importancia clínica, debido a que, si bien ya se reporta que estos animales son mucho más resistentes a altas temperaturas, autores como Puleio *et al.* (2015) mencionan que la alta incidencia se debe a la permanencia de estos animales en áreas subtropicales independientemente de la raza o subespecie y que, para cada 8°-10° de latitud al Ecuador hay una duplicación de la incidencia del OSCC. Respecto a la predisposición por género, las vacas pueden verse afectadas con más frecuencia a razón del predominio del sexo femenino en las poblaciones de ganado mayor y por razones económicas, la mayoría de los casos ocurren naturalmente entre las vacas, porque los novillos se envían al matadero, mientras que las vacas jóvenes y maduras se mantienen para la reproducción y permanecen en el rebaño mientras se mantengan productivas y saludables (Tsujita y Plummer 2010).

Otra razón podría ser que el ganado hembra se encuentra bajo factores de estrés como la gestación, la lactancia y la progresión en la edad (Lakshmi *et al.* 2020), todo lo mencionado previamente se relaciona con este reporte de caso de una hembra adulta gestante de 5 años. Según Smith (2011), el tumor es más frecuente en las vacas mayores, con el pico de prevalencia entre los 7 y los 8 años. Asimismo, Yildiz y Karakurt (2022) mencionan que se puede presentar en bovinos mayores de 5 años. Esto se explica por qué, aunque el patrón de edad puede reflejar solo las consecuencias de la exposición prolongada a carcinógenos, también puede indicar alteraciones bioquímicas o inmunológicas que aumentan con la edad.

El hemograma realizado en el paciente reveló una leucocitosis con eosinofilia y neutrofilia marcada, por lo cual un aumento de los neutrófilos se ha asociado en procesos tumorales y el proceso inflamatorio del evento injurioso, por ser la primera línea celular de defensa inmune; los cambios hematológicos en procesos tumorales evidencian que la anemia es la anomalía más común encontrada durante la estimación hematológica en animales con neoplasia. No obstante, se ha observado el recuento elevado de leucocitos periféricos, linfopenia y eosinofilia con signos vitales normales (Kashyap *et al.* 2022), lo que concuerda con lo evidenciado en el cuadro hemático del paciente, aunque no presentó anemia. El diagnóstico de este estudio de caso fue realizado mediante la herramienta de histopatología para identificar inicialmente la neoplasia y de esta manera realizar el tratamiento y abordaje correcto y que, de acuerdo con Carvalho *et al.* (2005) entre las pruebas diagnósticas, la histopatología es una excelente herramienta para identificar

los hallazgos microscópicos compatibles con un OSCC, cuya neoplasia puede variar desde un carcinoma anaplásico bien diferenciado hasta un carcinoma anaplásico indiferenciado. El carcinoma de células escamosas contiene la presencia de grandes células poliédricas con gran nucléolo dispuestas en cordones con puentes intercelulares que forman nidos de células epiteliales y que contienen laminaciones concéntricas de queratina (Priyanka *et al.* 2021) y las lesiones patognomónicas microscópicas presentan islas con fácil distinción de perlas córneas rodeadas de células tumorales que pueden ser células escamosas organizadas y atípicas, con núcleos hiper cromáticos, citoplasma eosinofílico con queratinización y con infiltración en el tejido subyacente (Cardona *et al.* 2013). Estas lesiones también se distinguen como perlas de queratina y se caracterizan por células hipertróficas con núcleo grande con alta figura mitótica (Cardona *et al.* 2016), estas perlas de queratina contienen deposición de fibras de colágeno mezcladas con la queratina presente alrededor de estas lesiones (Al-Mahmood *et al.*, 2022). Es así como los hallazgos microscópicos de la histopatología realizada en este caso clínico coinciden con los patrones de un carcinoma escamocelular reportado en diferentes estudios hasta la fecha.

El manejo terapéutico de este estudio consistió en la extirpación de la masa tumoral y se reporta que la escisión de las lesiones es el método de tratamiento más aceptado para la neoplasia escamosa de la superficie ocular (conjuntiva bulbar, tejido corneolímpico y corneal). El abordaje quirúrgico consiste en una queratectomía superficial, en la que se eliminan las superficies epiteliales y del estroma anterior del

tejido afectado. Pero los casos de OSCC bovino no deben tratarse solo con escisión quirúrgica. Se necesitan formas adicionales de terapia, que incluyen crioterapia, hipertermia y radioterapia, para destruir las células tumorales restantes que pueden estar presentes en el estroma más profundo (Priyanka *et al.*, 2021).

CONCLUSIONES

La exposición intensa a los rayos ultravioleta del sol debe considerarse un factor de riesgo en la presentación del carcinoma de células escamosas ocular sin importar la raza o subespecie bovina, ya que esto se debe a las condiciones medioambientales y al manejo que se da en las producciones ganaderas. Asimismo, la ocurrencia del OSCC puede ser multifactorial con factores genéticos, fenotípicos y ambientales que contribuyen a la patogénesis de la enfermedad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al propietario del animal por autorizar la realización de pruebas diagnósticas y demás estudios para el diagnóstico definitivo del caso clínico. Al laboratorio de patología veterinaria DIAKNOX por el reporte de resultados del estudio histopatológico de la masa enviada y al personal académico del Hospital Veterinario de Grandes Animales de la Universidad Cooperativa de Colombia por la ayuda suministrada en campo.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses financieros en competencia conocidos ni relaciones personales que pudieran influir en el trabajo informado en este documento.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Este trabajo fue financiado con recursos propios, no se recibieron recursos de ninguna entidad para la investigación.

REFERENCIAS

- Abu-Seida AM, Wafy MN, Hassan EA y Ahmed KA. 2021. Gigantic ocular squamous cell carcinoma mixed with fibrosarcoma in a mare: clinical, laboratory, ultrasonography and histopathology findings. *Journal of Equine Veterinary Science*, 102, 103639. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2021.103639>
- Al-Jameel W, Al-Mahmood SS y Al-Saidya AM. 2022. Correlation between p53 and Mdm2 expression with histopathological parameters in cattle squamous cell carcinomas. *Veterinary World*. 15(1):10-15. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.10-15>
- Al-Mahmood SS, Khalil K. W y Edreesi ARR. 2022. Histopathology and immunohistochemistry of tumors in animals attending veterinary teaching hospital. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. 36(2):309-314. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2021.130114.1733>
- Amritha V, Kumar SS, Jayakumar K, Vishnugurubaran D y Dharmaceelan S. 2018. Surgical management of bovine ocular squamous cell carcinoma-a review of ten cases. 39(June):59-60. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.3.8>
- Cardona AJ, Martínez MM y Montes VD. 2016. Nasal and ocular squamous cell carcinoma in a simmental bull. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*. 8(1):82-87. <https://doi.org/10.24188/recia.v8.n1.2016.228>
- Cardona JA, Vargas MI y Perdomo SC. 2013. Estudio clínico e histopatológico del carcinoma de células escamosas de bovinos en el departamento de Córdoba, Colombia. *Revista de La Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV*. 54(2):68-77. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762013000200002
- Carvalho T, Vala H, Pinto C, Pinho M y Peleteiro MC. 2005. Immunohistochemical studies of epithelial cell proliferation and p53 mutation in bovine ocular squamous cell carcinoma. *Veterinary Pathology*. 42(1):66-73. <https://doi.org/10.1354/vp.42-1-66>
- Cedeño Quevedo DA, Calpa Oliva CA, Bravo NL y Rodríguez Hernández D. 2020. Estudio clínico, histopatológico e inmunohistoquímico del carcinoma de células escamosas ocular bovino en el departamento de Nariño, Colombia. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*. 31(4):e17382. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v31n4/1609-9117-rivep-31-04-e17382.pdf>
- Cedeño Quevedo D, Morales TG y Solarte JM. 2020. Estudio retrospectivo del carcinoma de células escamosas en bovinos en el departamento de Nariño, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*. 1(39):75-84. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss39.8>
- Donaldson MJ, Sullivan TJ, Whitehead KJ y Williamson RM. 2002. Squamous cell carcinoma of the eyelids. *British Journal of Ophthalmology*, 86(10):1161-1165. <https://doi.org/10.1136/bjo.86.10.1161>
- Fornazar, GA, Kravetz J, Kiupel M, Sledge D, Filho IRDB y Montiani-Ferreira F. 2017. Ocular squamous cell carcinoma in Holstein cows from the South of Brazil. *Veterinary World*. 10(12):1413-1420. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.1413-1420>
- Heeney JL y Valli VEO. 1985. Bovine ocular squamous cell carcinoma: An epidemiological perspective. *Canadian Journal of Comparative Medicine*. 49(1):21-26. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1236111/?page=1>
- Jameel GH, Zahid I, Mohammed MGT, Bahloul A, Sufyan y Lateef T. 2019. TNF-alpha Level, a Marker for Ivermectin Induced Immune Modulation in Cattle with Ocular Squamous Cell Carcinoma (BOSCC). *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 7(6):441-446. Disponible en: [https://vetmed.uodiyala.edu.iq/uploads/custompages/%D8%AF.%20%D8%BA%D8%B3%D8%A7%D9%86%20-4%20\(2\).pdf](https://vetmed.uodiyala.edu.iq/uploads/custompages/%D8%AF.%20%D8%BA%D8%B3%D8%A7%D9%86%20-4%20(2).pdf)
- Kashyap DK, Tiwari SK, Kalim MO y Dewangan R. 2022. Studies on physiological and haematological alterations of skin and subcutaneous

- neoplasms in bovines. The Pharma Innovation Journal. 11(4):844-852. Disponible en: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue4S/PartL/S-11-4-10-569.pdf>
- Lakshmi MP, Veena P, Kumar RVS y Raniprameela D. 2020. Clinical, pathological and immunohistochemical studies on bovine eye cancer. 9(4):353-355. Disponible en: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2020/vol9issue4/PartF/9-4-62-391.pdf>
- Mathewos M. 2020. Histological, cytological characteristics and treatment options on common skin tumors of domestic animals: a review. International Journal of Recent Biotechnology. 8(1): 1-24. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/339900812_Histological_Cytological_Characteristics_and_Treatment_Options_on_Common_Skin_Tumors_of_Domestic_Animals_A_Review
- Olarte Saucedo M, Sánchez Rodríguez SH, Aréchiga Flores CF, Bañuelos Valenzuela R y López Luna MA. 2019. Effects of ultraviolet radiation (UV) in domestic animals. Review. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 10(2):416-432. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4648>
- Podarala V, Prasanna Lakshmi M, Venkata SKR y Devalam RP. 2020. Efficacy of BCG vaccine and Mitomycin C for the treatment of ocular squamous cell carcinoma in bovines. Research in Veterinary Science. 133(April):48-52. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.08.008>
- Priyanka N, Nagaraja BN, Nagaraju N, Manjunath DR y Balapannavar BR. 2021. Study on occurrence of ocular tumors in cattle. 10(7):329-333. The pharma innovation journal. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2021/vol10issue7S/PartF/S-10-6-166-152.pdf>
- Puleio R, Capucchio MT, Tamburello A, Mignacca SA, Atanasio A, Vitale M, Amato B, Loria GR y Di Marco Lo Presti V. 2015. Ocular squamous cell carcinoma in Valle del Belice sheep: Histology and immunohistochemistry. Small Ruminant Research. 126(S1):28-32. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.01.024>
- Sharma S, Kumar G, Chaudhary RN, Arora N y Tiwari D K. 2020. Surgical Management of Eye Tumours in Buffaloes: Report of 16 Cases. May:12-15. Jakraya journal. Disponible en: http://jakraya.com/Journal/pdf/27-IntArticle_5.pdf
- Sözmen M, Devrim AK, Sudağlıdan M, Kabak YB, Beytut E y Özba B. 2019. Significance of angiogenic growth factors in bovine ocular squamous cell carcinoma. Journal of Comparative Pathology. 170:60-69. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2019.05.008>
- Tsujita H y Plummer CE. 2010. Bovine ocular squamous cell carcinoma. Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice. 26(3):511-529. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.08.003>
- Vala H, Carvalho T, Pinto C, Pereira MA, Mesquita JR, Peleteiro MC, Ferrer Ly Fondevila D. 2020. Immunohistochemical studies of cytokeratins and differentiation markers in bovine ocular squamous cell carcinoma. Veterinary Sciences. 7(2). <https://doi.org/10.3390/VETSCI7020070>
- Yildiz A y Karakurt E. 2022. Determination of apoptosis and autophagy in bovine ocular squamous cell carcinomas by immunohistochemistry. Pakistan Veterinary Journal. 42(2):147-152. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/361316720_Determination_of_Apoptosis_and_Autophagy_in_Bovine_Ocular_Squamous_Cell_Carcinomas_by_Immunohistochemistry

Forma de citación del artículo:

Quebrada SF y Ramírez LD. 2023. Carcinoma escamocelular ocular en bovino de raza Brahman Gris: reporte de caso. Rev Med Vet Zoot. 70(2):234-244. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n2.104915>

Postioplastía circunferencial en gatitos con fimosis adquirida. Reporte de caso

*E. Salazar–Grosskelwing*¹ 

Recibido: 15/11/2022. Aprobado: 16/01/2023

RESUMEN

A pesar de que la fimosis no se presenta con frecuencia en gatos, una causa probable es el chupeteo entre gatitos huérfanos de la misma camada. Se presenta el caso de un gatito macho con fimosis adquirida a edad temprana, cuyos principales signos clínicos fueron disuria, poliaquiuria y abultamiento del prepucio. A los tres meses de edad, se decidió realizar una postioplastía circunferencial para corregir el defecto, procedimiento tras el cual los signos remitieron sin complicaciones. El objetivo del presente reporte es brindar información para la resolución de casos similares. El procedimiento es seguro y asequible.

Palabras clave: disuria, gato, obstrucción, vías urinarias.

Circumferential postimplasty in kittens with acquired phimosis. Case report

ABSTRACT

Although phimosis doesn't occur frequently in cats, one likely cause is sucking between orphaned kittens from the same litter. This report presents the case of a male kitten with acquired phimosis at an early age, whose main clinical signs were dysuria, pollakiuria and bulging of the foreskin. At three months of age, it was decided to perform a circumferential postimplasty to correct the defect, a procedure after which the signs remitted without complications. The aim of this report is to provide information for the resolution of similar cases. The procedure is safe and affordable.

Keywords: cat, dysuria, obstruction, urinary tract.

INTRODUCCIÓN

La fimosis es el estrechamiento prepucial que imposibilita la exposición del pene. Este estrechamiento puede presentarse de manera asintomática o conducir a la aparición de signos clínicos que van desde disuria, estranguria y poliaquiuria hasta la

obstrucción completa de las vías urinarias (Bright y Mellanby 2004).

La fimosis es un problema poco frecuente en gatos. Puede clasificarse por su origen en congénita o adquirida. La fimosis congénita regularmente es consecuencia de un defecto genético, mientras que la

¹ Universidad Autónoma de Yucatán. Posgrado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Manejo de Recursos Naturales Tropicales. Maestría en Ciencias Agropecuarias. Práctica privada: Vida Animal Clínica Veterinaria. Calle Morelos 185 A, Centro. Misantla, Veracruz, México.

* Autor de correspondencia. Correo electrónico: enriquesalazargross@gmail.com

adquirida es secundaria a un trauma, tumor o inflamación en alguna etapa de la vida del gato (Yoon y Jeong 2013).

Por otro lado, los gatitos huérfanos tienden a exacerbar el reflejo de chupeteo o succión, y lo dirigen hacia sus hermanos de camada. En una camada de gatitos abandonados de pocas semanas de edad puede presentarse un chupeteo constante entre hermanos, especialmente en los genitales, los cuales permanecen inflamados durante su desarrollo temprano como consecuencia (Little 2013). La inflamación crónica y la succión insistente pueden provocar cambios prepuciales irreversibles como la reducción del diámetro del orificio prepucial (Coomer 2013). El diagnóstico de esta patología se realiza sin mayor dificultad, basta con la anamnesis y el examen físico general (May y Hauptman 2009).

El objetivo del presente trabajo es exponer un caso de fimosis adquirida debido al chupeteo compulsivo de los genitales en una pequeña camada de gatitos abandonados con la intención de contribuir al conocimiento y la difusión de este fenómeno, ya que existen pocas fuentes de información donde se describen casos similares (Planzo–Fernandes *et al.* 2021). Así, brindar al clínico y cirujano veterinario las herramientas básicas de reconocimiento y abordaje de dicha patología.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Anamnesis

Dos gatos domésticos, hembra y macho, de un mes y medio de edad, fueron llevados al consultorio del autor en Misantla, Veracruz, México. La persona responsable cuenta haberlos rescatado del abandono dos semanas atrás, se encontraban en una caja

en la calle. Cuando los llevó a su casa, se percató de que ambos animales succionaban sus genitales mutuamente a modo de “chupeteo”. Después de alimentarles unos días con leche, mostraron una disminución en la conducta de chupeteo, aunque esta persistía. Fueron desparasitados y se indicó ofrecer una dieta con alimento seco *super premium*, después de dos semanas mejoraron su condición considerablemente. Sin embargo, la propietaria notó irritación genital en ambos y dificultad para orinar en el macho. Por tal razón, decide llevarlos de nuevo a la consulta.

Examen físico general

El gato presentaba claros signos de enfermedad urinaria del tracto bajo, especialmente disuria, poliaquiuria y abultamiento del prepucio. Al examinar con detenimiento, no se notaba orificio prepucial salvo cuando salía una gota de orina (figura 1), por lo que se decidió realizar una postioplastía circunferencial para corregir el defecto adquirido, y orquiectomía como método de control reproductivo. Dicho procedimiento se realizó dos semanas después, cuando el gatito tenía de dos meses y medio a tres meses de edad.

Técnica quirúrgica

Se empleó un protocolo anestésico mixto: anestesia general fija y bloqueo local. Como medicación preanestésica se empleó clorhidrato de dexmedetomidina (0,5 mg/mL. Dexdomitor. Orion Pharma. Finlandia) a 0,04 mg/kg y meloxicam (5 mg/mL. Metacam. Boehringer Ingelheim. EUA) a 0,3 mg/kg vía IM. Después de 15 minutos, se administró como anestesia la combinación tiletamina/zolacepam (100 mg/mL. Zoletil 100. Virbac. Francia) a 8 mg/kg IM, seguido de un bloqueo local con 1 mg/kg



FIGURA 1. Prepucio con tejido cicatricial que reduce su orificio casi por completo.

Fuente: elaboración propia.

de bupivacaína (7,5 mg/mL. Buvacaína. Pisa. México), la dosis fue dividida en tres partes, una parte se administró en cada testículo (intratesticular) y la otra en el rafe escrotal (subcutánea) según las indicaciones de la *American Hospital Animal Association* (Grubb *et al.* 2020). Se rasuró y realizó la asepsia del escroto y prepucio. Primero, se llevó a cabo la orquiectomía de acuerdo con la técnica descrita en el manual: técnicas quirúrgicas para el control reproductivo de animales de compañía en áreas rurales (Soberanis–Ramos *et al.* 2021). Después se realizó una incisión circunferencial de 3 mm de diámetro alrededor de la zona del orificio prepucial con una hoja de bisturí del número 15 (figura 2). Se continuó el corte con cuidado hasta llegar a la mucosa prepucial, la cual se incidió con una tijera de iris para dejar un orificio similar al

cutáneo, con la intención de observar el extremo distal del pene con facilidad, pero evitar que este quedara expuesto. Luego se realizó una sutura mucocutánea con puntos separados con hilo de nylon calibre 4-0 (figura 3). Al final, se presionó la vejiga para provocar micción, donde se observó la salida de orina sin resistencia (figura 4). El paciente se envió a casa al día siguiente con tratamiento analgésico (tramadol: 2 mg/kg cada 8 h por tres días, oral) e indicaciones de llevar un cono isabelino durante una semana.

Evolución del paciente

Desde el día siguiente al tratamiento quirúrgico, el gato mostró buen estado de ánimo y no volvió a presentar dificultad para orinar. Las suturas fueron removidas a los siete días, al igual que el cono (figura 5).



FIGURA 2. Incisión cutánea de la postioplastía circunferencial.

Fuente: elaboración propia.



FIGURA 3. Aspecto del prepucio al final de la cirugía.

Fuente: elaboración propia.



FIGURA 4. Permeabilidad uretral sin resistencia.

Fuente: elaboración propia.



FIGURA 5. Aspecto prepucial después de remover las suturas.

Fuente: elaboración propia.

Se revisó nuevamente al paciente un mes después de la cirugía y fue posible exponer el pene durante la exploración sin molestias aparentes. Hasta su última revisión a los ocho meses de edad, el paciente no presentó signos de problemas en las vías urinarias bajas.

DISCUSIÓN DEL CASO

La técnica quirúrgica presentada en este caso ha sido empleada para la resolución de fimosis congénita y adquirida en gatos en crecimiento y adultos (Yoon y Jeong 2013). Sin embargo, Vlaming *et al.* (2019) estudiaron 8 gatitos con fimosis, dos de los cuales presentaban adherencias balanoprepuciales, por lo que decidieron realizar una uretrotomía prepucial en estos casos. En el resto, se realizó la postioplastía circunferencial. Un año y medio después de las intervenciones, ningún gato presentó problemas urinarios relacionados con el prepucio. De acuerdo con la clasificación descrita por estos autores, en la fimosis tipo 1 se presenta el pene libre dentro del prepucio acumulando orina en el saco prepucial, mientras que en el tipo 2 se presentan adherencias.

May y Hauptman (2009) reportan la presencia de estranguria en 8 de 10 gatos con fimosis. Este signo se debe tener en consideración al momento de realizar la anamnesis, ya que no siempre es evidente durante la exploración del animal y su hallazgo depende a veces de la observación en casa por parte del propietario.

En el presente caso se realizó primero la orquiectomía. Aunque no se describe o sugiere en casos publicados, se acordó con el propietario como método de control reproductivo sin presentarse complicación alguna.

CONCLUSIÓN

La postioplastía circunferencial resolvió la fimosis adquirida tipo 1 en un paciente pediátrico felino. No se presentaron complicaciones posoperatorias. Se trata de una técnica quirúrgica segura, simple y accesible para cualquier cirujano veterinario, por lo que su empleo se sugiere para resolver casos similares.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener conflicto de intereses.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

El procedimiento quirúrgico fue financiado por el propietario.

AGRADECIMIENTOS

A los propietarios de Farruco, por sus atentos cuidados y la autorización para publicar su caso.

REFERENCIAS

- Bright SR, Mellanby RJ. 2004. Congenital phimosis in a cat. *J Feline Med and Surg.* 6:367-370. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2003.12.006>
- Coomer AR. 2013. Male reproductive and penile surgery. *World small animal association world congress proceeding* [Internet]. [citado 2022 octubre 26]. Disponible en: <https://www.vin.com/apputil/content/defaultadv1.aspx?pid=11372&meta=generic&catId=35320&cid=5709894&ind=282&objTypeID=17>
- Grubb T, Sager J, Gaynor J, Montgomery E, Parker J, Shafford H *et al.* 2020. 2020 AAHA Anesthesia and Monitoring Guidelines for Dogs and Cats. *J Am Anim Hosp Assoc.* 56(2):58-82. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7055>

- Little S. 2013. Playing mum: successful management of orphaned kittens. *J Feline Med Surg.* 15:201-210. <http://doi.org/10.1177/1098612X13477542>
- May RL, Hauptman JG. 2009. Phimosis in cats: 10 cases (2000-2008). *J Am Anim Hosp Assoc.* 45(6):227-283. <https://doi.org/10.5326/0450277>
- Planzo–Fernandes M, Mello–Martins MI, Rodrigues–Greggi J, Groth A, Schiess–Cardoso G, Da Costa–Gomes C *et al.* 2021. Postioplastía circunferencial para correção de fimose congênita em gato: Relato de Caso. *Res Soc Dev.* 10(1):1-7. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11882>
- Vlaming A, Wallace ML, Ellison GW. 2019. Clinical characteristics, classification, and surgical outcome for kittens with phimosis: 8 cases (2009-2017). *J Am Vet Med Assoc.* 255(9):1039-1046. <http://doi.org/10.2460/javma.255.9.1039>
- Yoon HY, Jeong SW. 2013. Surgical correction of a congenital or acquired phimosis in two cats. *J Vet Clin [Internet].* [citado 2022 octubre 20]. 30(2):123-126. Disponible en: <https://koreascience.kr/article/JAKO201317664652044.page>

Forma de citación del artículo:

Salazar–Grosskelwing E. 2023. Postioplastía circunferencial en un gato con fimosis adquirida. Reporte de caso. *Rev Med Vet Zoot.* 70(2):245-251. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n2.105838>

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

Alcance: La Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia publica artículos de investigación, de revisión, reportes de caso y ensayos científicos de todas las áreas de la medicina veterinaria y la zootecnia.

La temática que aborda la revista se encuentra incluida dentro de la gran área 4 de las Ciencias Agrícolas, 4B área de Ciencias animales y lechería, 4B01 Ciencias animales y lechería (biotecnología animal en 4.D), 4B02 Crías y mascotas, 4C01 Ciencias Veterinarias, según la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Frecuencia de publicación: Cuatrimestral (3 números por año). Para el envío de manuscritos a consideración del comité editorial de la revista es indispensable cumplir con los siguientes requisitos:

1. Los artículos deben ser inéditos y no deben haber sido publicados o sometidos a consideración en otras revistas o publicaciones técnico-científicas (excepto cuando hayan sido publicados como tesis de grado o como resumen en un congreso). Enviar simultáneamente un mismo artículo a consideración de dos o más revistas es una falta grave a la ética académica.
2. Los autores transfieren los derechos de publicación a la revista, tanto en su versión impresa como en línea, incluyendo esta última las diferentes bases de datos en las que se encuentre indexada la revista.
3. La publicación del artículo debe haber sido aprobada por todos los coautores (si aplica) y por las autoridades responsables de la institución donde se llevó a cabo la investigación. Para esto es requisito diligenciar y enviar junto con el manuscrito el “[Formato datos personales autores](#)” y “[Formato autorización para publicación](#)”. El autor de correspondencia es responsable de toda la información solicitada por la revista y debe garantizar que el artículo cuente con todas las aprobaciones institucionales necesarias.
4. El documento debe cumplir a cabalidad con las instrucciones para autores establecidas por el comité editorial descritas en este documento “[instrucciones para los autores](#)” que pueden también ser consultadas en la página de Internet <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/index>. Los artículos que no se ajusten a estas pautas serán devueltos los autores sin haber sido considerados para evaluación.
5. Después de que el manuscrito es aceptado para publicación, es una condición para la publicación que los autores apoyen y agilicen la corrección y diagramación del manuscrito en los tiempos estipulados por la Revista. Todas las consultas sobre la publicación de manuscritos deben dirigirse al correo rev_fmvezbog@unal.edu.co
6. Los autores deben revisar cuidadosamente la lista y el orden de los autores antes de enviar su manuscrito y antes de entregar el “[Formato autorización para publicación](#)”. No se aceptará adición o eliminación de autores excepto en casos en los que se demuestre una justificación jurídica o ética aplicable y solo si lo aprueba el Editor de la revista.

TIPOS DE CONTRIBUCIÓN

La revista acepta los siguientes tipos de contribuciones originales: **Artículo científico:** artículo científico original que presenta los resultados de investigaciones que se rigen bajo el método científico. Típicamente consta de las siguientes secciones: resumen, introducción, metodología (materiales y métodos), resultados y discusión y conclusiones.

Reporte de caso: reporte de un caso clínico de relevancia, ya sea por ser el primero en su contexto específico o por sus características particulares que lo hacen de interés para la comunidad científica y

por ende publicable. Debe contener al menos las siguientes secciones: resumen, introducción, descripción del caso (que involucra la respectiva discusión) y conclusión o perspectivas. El formato general del texto, las ilustraciones y las referencias deben seguir las mismas normas exigidas para los artículos de investigación.

Artículo de revisión: revisión crítica de un tema específico desde una perspectiva analítica, interpretativa y crítica del autor, que ocurre siempre a fuentes originales. Para este tipo de manuscritos, dentro de la lista de autores al menos un autor debe tener la experiencia investigativa demostrada en el tema o en el área que concierne al artículo. Idealmente una revisión debe presentar un resumen crítico de las investigaciones hasta ahora realizadas y proponer nuevos temas por investigar. Debe contener al menos las siguientes secciones: resumen, introducción, metodología, desarrollo del tema y conclusiones. Se recomienda que el desarrollo del tema contenga subsecciones que permitan la presentación ordenada del asunto a exponer. El texto debe estar citado correctamente y debe contener las opiniones, reflexiones o contribuciones de los autores que tienen experiencia en el tema. Además de someterse al mismo nivel riguroso de revisión científica por pares académicos externos, como los artículos de investigación, los artículos de revisión serán criticados en función del impacto general al tema que se está revisando, la relevancia, actualidad, las revisiones preexistentes del tema y el reconocimiento de al menos uno de los autores como una figura significativa en el área. El formato general del texto, las ilustraciones y las referencias deben seguir las mismas normas exigidas para los artículos de investigación. Los artículos de revisión se publicarán en el orden de aceptación por la revista, teniendo en cuenta que máximo se publicará 1 artículo de revisión por número. Esto implica que la revista publicará máximo 3 artículos de revisión por año.

REMISIÓN DE MANUSCRITOS

Las contribuciones deben ser sometidas por la plataforma de la revista en la página: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/index>. El autor de correspondencia deberá registrarse previamente con usuario y contraseña para poder ingresar y subir la información y archivos del manuscrito y la información de todos los autores.

Todos los autores deben contar identificador ORCID para el momento de ingresar sus datos a la plataforma. Este registro no tiene ningún valor asociado. Para la creación del ORCID se puede ingresar al siguiente link: <https://orcid.org/register> Junto con el manuscrito se deben adjuntar el “[Formato datos personales autores](#)” (uno por autor) y “[Formato autorización para Publicación](#)”, que deberá ser firmado por todos los autores. Los formatos podrán ser descargados desde la página de la revista: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/index>.

Formato

El texto del artículo debe enviarse en MS-Word®, sin incluir tablas ni figuras, las cuales deben presentarse en archivos separados. El texto debe tener máximo 25 páginas en tamaño carta incluida la bibliografía, figuras y tablas. Las páginas deben estar numeradas consecutivamente en el lado inferior derecho, con márgenes de 2,5 cm por cada lado, a doble espacio, con fuente Times New Roman, tamaño de 12 puntos, y cada línea del documento deberá estar enumerada consecutivamente (en MS-Word®: Diseño de página/Números de línea/Continúa). Las tablas y las figuras (fotografías, gráficos, dibujos, esquemas, diagramas de flujo, diagramas de frecuencia, etc.) deberán enumerarse consecutivamente en números arábigos, y además de enviarse separadas en un archivo MS-Word® deberán incluirse los archivos originales (por

ejemplo, jpg o MS-Excel*), de acuerdo con el programa con el que hayan sido elaboradas. Todas las tablas y figuras deben haber sido citadas en el texto y deben tener las fuentes de consulta en los casos que corresponda.

Página Inicial con título del manuscrito, nombre y filiación de autores

El título del manuscrito se debe presentar en una página separada del resto del manuscrito, en español (o portugués) y en inglés (obligatorio), en negrilla y centrado. Si incluye nombres científicos se deberá usar nomenclatura binomial. Cuando corresponda, el título debe informar la especie animal a la que hace referencia el manuscrito. Bajo el título se escriben los nombres y apellidos de los autores de la siguiente manera: iniciales de los nombres (con punto), seguidos del primer apellido completo, sin títulos académicos ni cargos laborales y separando cada autor con una coma. El autor para correspondencia debe identificarse con un asterisco. Como pie de página debe indicarse la filiación institucional de cada autor (Universidad, Facultad, departamento, grupo de investigación) incluyendo la dirección, ciudad y país, y la dirección de correo electrónico del autor para correspondencia.

Manuscrito

Debe contener el título del manuscrito en español (o portugués) y en inglés (obligatorio), en negrilla y centrado **sin nombre de los autores ni filiaciones**. Adicionalmente, el manuscrito debe contener las siguientes secciones en orden:

Resumen y palabras clave

Los artículos deben incluir un resumen en español (o portugués) y uno en inglés, de no más de 250 palabras. El resumen debe registrar brevemente todas las partes del documento: los propósitos del estudio o investigación, materiales y métodos (selección de los sujetos del estudio o animales de laboratorio; métodos de observación y de análisis), resultados y discusión (consignando información específica o datos y su significancia estadística siempre que sea posible), y las conclusiones principales. Deberán destacarse las observaciones y aspectos más novedosos y relevantes del estudio. Las palabras clave (máximo cuatro) son términos para indexación del artículo en las bases de datos y los buscadores de Internet. Estas deben identificar el contenido del artículo y se deben colocar después del resumen en su correspondiente idioma. Para seleccionar las palabras clave del documento, se sugiere consultar y usar los **descriptores del tesoro agrícola multilingüe Agrovoc**, creado por la FAO, el cual abarca terminología de la agricultura, silvicultura, pesca, medioambiente y temas afines <http://www.fao.org/agrovoc/es> o los **Descriptores en Ciencias de la Salud** <https://decs.bvsalud.org/E/homepagec.htm> y <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>. Estas herramientas permiten seleccionar las palabras clave adecuadas para que el artículo sea difundido de forma más efectiva en Internet.

Introducción

Debe presentar una breve revisión de los trabajos previos relacionados con el tema por investigar y finalizar con la justificación y los objetivos de la investigación. La introducción no incluirá resultados o conclusiones del trabajo que se está publicando.

Materiales y métodos

En esta sección se deben describir de forma clara, concisa y secuencial, los materiales (animales, implementos de laboratorio) utilizados en desarrollo del trabajo, además de los procedimientos o protocolos seguidos y el diseño experimental escogido para el tratamiento estadístico de los datos. La información aquí consignada debe permitir a otros investigadores reproducir el experimento en detalle. Este apartado puede tener subtítulos y no debe incluir ningún resultado ni discusión de los hallazgos. En la sección de materiales y métodos se debe declarar la aprobación del estudio por parte del *Comité de Ética para experimentación con animales* al cual fue sometida la investigación antes de su

ejecución. Indicar nombre del comité de ética, fecha, número de acta de aprobación.

Resultados y discusión

En esta sección se deben describir los resultados en orden lógico y de manera objetiva y secuencial, apoyándose en las tablas y figuras. Este apartado puede también incluir subtítulos y no debe discutir los datos presentados. La discusión debe ser una síntesis de la confrontación de los datos obtenidos en el estudio con respecto a la literatura científica relevante (citando solo los principales estudios realizados en el tema) que además interprete las similitudes o los contrastes encontrados. Se enfocará hacia la interpretación de los hallazgos experimentales y no repetirá los datos e información presentados en la introducción ni en los resultados. Los resultados y discusión deben ser presentados en la misma sesión de forma ordenada, discutiendo cada resultado después de ser presentado.

Conclusiones

En esta sección se relacionan los hallazgos más relevantes de la investigación, es decir, aquellos que constituyan un aporte significativo para el avance del campo temático explorado, además de considerar un direccionamiento sobre futuras investigaciones.

Conflicto de intereses. Ocurren cuando se puede percibir razonablemente que cuestiones ajenas a la investigación afectan la neutralidad u objetividad del trabajo o su evaluación. Los autores deberán declarar no tener relaciones de interés comercial o personal dentro del marco de la investigación que condujo a la producción del manuscrito sometido. El autor de correspondencia es responsable de que los coautores revisen y declaren que no tienen conflicto de intereses.

Reconocimientos/Fuentes de financiación. Se deben describir los tipos de apoyo recibido tales como financiación, patrocinios, becas o suministro de equipos, entre otros. Por ejemplo: "Este trabajo fue apoyado por el Consejo de Investigación en Ciencias Naturales [Número de proyecto- Acta]."

Agradecimientos

En esta sección se agradece por las contribuciones importantes en cuanto a la concepción, o realización de la investigación: especialistas, firmas comerciales, entidades oficiales o privadas, asociaciones de profesionales y auxiliares de campo y laboratorio.

Referencias

La citación de referencias bibliográficas que sustentan frases dentro del texto se debe ceñir a las normas de estilo del Council of Science Editors (CSE) algunas de las cuales se muestran a continuación: dentro del texto se hará uso del sistema "autor(es) año" si se trata de uno o dos autores: (Jiménez 2009), (Pineda y Rodríguez 2010); si la publicación citada tiene tres o más autores, se cita el apellido del primer autor acompañado de la expresión latina *et al.*: (Bernard *et al.* 2003). Si se citan varias referencias seguidas, deberán organizarse en orden alfabético, separadas por punto y coma (;): (Hänsel y Gretel 1990; Hergé *et al.* 1983). Si el autor o autores se citan directamente en el texto se utiliza la misma notación, pero con el año entre paréntesis: Ejemplo: Wagner (1982) encontró que el agua es vida, mientras que Vivaldi y Pergolesi (1988) afirman lo contrario. Los investigadores Magendiendav *et al.* (1845) descubrieron que los perros pueden recibir terapias homeopáticas.

Las referencias bibliográficas completas van al final del artículo en orden alfabético de autores; si en la lista de referencias se citan varias publicaciones del mismo autor o autores se listan en orden cronológico desde la más antigua hasta la más reciente. Todas las referencias de artículos científicos deben tener indicado al final el "Digital Object Identifier" (DOI) si el artículo lo tiene asignado por una revista. No es recomendable el uso de otras fuentes de información como tesis, trabajos de grado o memorias de eventos. Se anima a los autores a usar como fuente de consulta documentos

que estén en bases de datos indexadas y preferiblemente que tengan DOI asignado.

Las contribuciones que no cumplan con las normas de estilo bibliográfico serán devueltas sin ser consideradas para evaluación. Para obtener más ejemplos sobre el sistema de citación del Council of Science Editors (CSE) recomendamos remitirse al siguiente enlace: <http://www.scientificstyleandformat.org/Tools/SSF-Citation-Quick-Guide.html>

Libros

Gilman AG, Rall TW, Nies AS, Taylor P. 1990. The Pharmacological Basis of Therapeutics. 8th ed. New York: Pergamon Press. 1811 p.

Capítulos de libro

Diaz GJ. 2001. Naturally occurring toxins relevant to poultry nutrition. En: Leeson S, Summers JD, editores. Scott's Nutrition of the Chicken. 4th ed. Guelph: University Books. p. 544-591.

E-Book

Rollin, BE. 1998. The unheeded cry: animal consciousness, animal pain, and science [Internet]. Ames(IA): Iowa State University Press; [Citado 2008 agosto 9]. Disponible en: <http://www.netlibrary.com>.

Artículo de revista

Hepworth PJ, Nefedov AV, Muchnik IB, Morgan KL. 2010. Early warning for hock burn in broiler flocks. Avian Pathol. 39:405-409. <https://doi.org/10.1080/03079457.2010.510500>
Nota: se deben anotar las iniciales de todos nombres que tengan los autores. Los nombres de las revistas se deben registrar en su forma abreviada; para consultar el nombre abreviado de las revistas sugerimos consultar el ISI Journal Title Abbreviations: http://www.zxlei.cn/science/isi/M_abrvjt.html

Artículo de revista o información publicada únicamente en forma electrónica

Leng F, Amado L, McMacken R. 2004. Coupling DNA supercoiling to transcription in defined protein systems. J Biol Chem [Internet]. [citado 2007 July 24]; 279(46):47564-47571. Disponible en: <http://www.jbc.org/cgi/reprint/279/46/47564>

Tablas

- Se deben evitar las tablas demasiado grandes. Si se tienen muchos datos en una tabla, se recomienda dividirla en dos o más.
- Cada tabla debe tener un título corto y explicativo en la parte superior, sin abreviaturas.
- No deben emplearse líneas verticales para separar las columnas y, por tanto, debe existir suficiente espacio entre ellas.
- Cualquier explicación esencial para entender la tabla debe presentarse como una nota en la parte inferior de esta.
- Los encabezados de columna deben ser breves, pero suficientemente explicativos.
- Cada tabla debe haber sido referenciada en el texto.
- Todas las tablas deben indicar la fuente de la información, sino se declara la fuente, se asume que son el resultado del trabajo que está siendo publicado.

Figuras

- Las gráficas deben ser a una sola tinta con porcentajes de negro para las variaciones de las columnas, las líneas de las curvas deben ser de color negro, puntuadas o continuas usando las siguientes convenciones: ▲, ■, ●, ◆, ◇, ○, □, △.
- En caso de fotografías o mapas (originales o escaneados) estos deben enviarse en archivos independientes, en formato tiff o jpg con un mínimo de 600 dpi de resolución y adicionalmente dentro de un archivo MS-Word® en el que se incluya su título (corto y explicativo) en la parte inferior.
- Al igual que las tablas, deben enumerarse con números arábigos en forma consecutiva, y debe hacerse referencia en el texto a cada una de las figuras presentadas.

- Cada figura debe tener un título corto y explicativo en la parte superior, sin abreviaturas
- Todas las figuras deben indicar la fuente de la información, de no declararse la fuente, se asume que son el resultado del trabajo que está siendo publicado.

Nomenclatura

- Las unidades deben expresarse de acuerdo con el Sistema Métrico Decimal (SI).
- Los autores aceptarán la normatividad colombiana, así como la trazada por el *International Code of Botanical Nomenclature*, el *International Code of Nomenclature of Bacteria*, y el *International Code of Zoological Nomenclature*.
- Toda la biota (cultivos, plantas, insectos, aves, mamíferos, peces, etc.) debe estar identificada en nomenclatura binomial (nombre científico), a excepción de los animales domésticos comunes.
- Todos los medicamentos, biocidas y demás sustancias de uso comercial deben presentar el nombre de su principio activo principal o nombre genérico.
- Para la nomenclatura química se usarán las convenciones determinadas por la *International Union of Pure and Applied Chemistry* así como por la *Comisión on Biochemical Nomenclature*.

NORMAS DE ESTILO

- Se debe redactar en voz activa (se evaluaron dos metodologías, y no: dos metodologías fueron evaluadas) y en forma impersonal, es decir, tercera persona del singular (se encontró, y no: encontré o encontramos).
- En cuanto a los tiempos verbales, el uso común es el pasado para la introducción, procedimientos y resultados, y el presente para la discusión.
- En general, se recomienda evitar el uso del gerundio. Recurra a esta forma verbal solo para indicar dos acciones simultáneas; en los demás casos, redacte diferente la frase (reemplazar: un protocolo fue establecido, minimizando el efecto negativo..., por: se estableció un protocolo con el cual se minimizó el efecto negativo...).
- Las letras cursivas o itálicas se usan para los nombres científicos (sistema binomial) y palabras o expresiones en idioma extranjero.
- El significado de las siglas y abreviaturas debe explicarse cuando se mencionan por primera vez en el texto. Posteriormente, se debe usar solamente la sigla o abreviatura.
- Las siglas no tienen forma plural; este se indica en las palabras que la acompañan: las ONG, dos Elisa.
- Las abreviaturas del SI no deben ir con punto, en plural o en mayúscula: 1 kg, 25 g, 10 cm, 30 m, etc. Consulte el SI en: <https://bit.ly/3n5W8Qp>
- Entre el valor numérico y el símbolo debe ir un espacio: 35 g (no 35g), p > 12 (no p>12); excepto para los signos: °C, %, +, - (estos dos últimos cuando indican positivo y negativo). Ejemplos: 99%, +45, -37.
- En una serie de medidas, el símbolo va al final: hileras a 3, 6 y 9 m, o 14, 16 y 18%.
- La barra oblicua (/) es un signo lingüístico que en alguno de sus usos significa "por": tres perros/perrera, 4 tabletas/día, 2 l/matera, 10 frutos/rama. Uno de sus usos no lingüísticos es expresar los cocientes de magnitudes y unidades de medida: 80 km/h, 10 ml/min, 10°C/h.
- Uno de los usos no lingüísticos del punto (·) es indicar la multiplicación de dos cantidades, caso en el que se coloca separado de estas y a media altura: 6 · 3 = 18; 2 · (x + y) = 30.
- El punto (.) se usa para separar los miles y la coma (,) se usa para separar decimales.
- Las unidades que se basan en nombres se usan en minúsculas: un siemens (con algunas excepciones como cuando el símbolo se deriva de un nombre propio: °C, grados Celsius).

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Autoría. Se considera autor a todo aquel que haya realizado una contribución directa y sustancial al contenido del manuscrito. Esta contribución debe incluir su participación en aspectos tales como la concepción del ensayo y del diseño experimental, la obtención de los datos crudos, el análisis de los datos y la interpretación de los resultados, la aplicación del modelo estadístico apropiado, la redacción del manuscrito y la investigación bibliográfica asociada, la validación de datos, escritura, revisión y edición. Cada autor deberá estar en capacidad de explicar su participación directa en la publicación y de sustentar el contenido de la misma ante el Comité Editorial en caso de ser requerido. La inclusión de autores honorarios (contribución autoral impropia) se considera un comportamiento no ético. La declaración de la contribución de cada autor en el manuscrito debe ser declarada en el documento denominado “**Formato información personal de autores**”. No se aceptará adición o eliminación de los autores excepto en casos en los que se demuestre una justificación jurídica o ética aplicable y solo si lo aprueba el Editor de la revista.

Aprobación de comité de Ética:

Toda investigación que utilice animales en su experimentación, deberá declarar en el manuscrito, en la sección de materiales y métodos, la aprobación de un **Comité de Ética** para experimentación con animales (nombre del comité de ética, acta y fecha de aprobación) del estudio realizado.

Sometimiento de manuscritos. Los documentos sometidos para evaluación y posible publicación no deberán ser presentados simultáneamente a otra revista (o revistas). Esto invalida su originalidad y compromete los derechos sobre su publicación.

Integridad de la investigación. La fabricación o falsificación de resultados a través de la manipulación de equipos, materiales o procesos de investigación, el cambio u omisión de datos y resultados, el plagio (mención de los resultados propios o de otros sin hacer claridad de ello de acuerdo con las normas de citación bibliográfica) o la publicación fragmentada (someter fragmentos de una investigación en forma de artículos independientes), son comportamientos no éticos e inaceptables.

Evaluación de artículos. Los evaluadores solo aceptarán la revisión de aquellos manuscritos cuyo tema sea de su completo dominio. Se espera una opinión objetiva desde el punto de vista académico y científico, alejada de condicionamientos personales. Durante todo el proceso, el evaluador conservará la confidencialidad total del contenido del manuscrito y no deberá transferir la responsabilidad asignada a un tercero (coinvestigador, estudiante de posgrado u otros). Si durante el periodo de revisión el evaluador considera que tiene algún impedimento de tipo ético o conflicto de intereses deberá suspender la evaluación y así comunicarlo al Comité Editorial.

Ética en el proceso de publicación

Los Editores se comprometen a identificar y evitar la publicación de artículos en los que se haya producido una mala conducta en la investigación. Se consideraría una falta grave de ética si la editorial permite la publicación de artículos en los que se ha identificado alguna situación de mala conducta. Por ello, los Editores utilizarán las herramientas disponibles para identificar este tipo de situaciones, incluida la aplicación de software destinado a identificar el plagio en cada manuscrito recibido. El Comité Editorial rechazará de inmediato cualquier manuscrito que haya sido identificado como involucrado en algún tipo de mala conducta científica, reportando las pruebas correspondientes a los autores. En cualquier caso, el autor debe tener la oportunidad de responder a cualquier denuncia.

Los Editores de la revista se asegurarán de que se cumplan las buenas prácticas editoriales descritas en esta declaración. Se trata de un compromiso institucional que involucra no solo a la revista en sí, sino también al nombre y prestigio de la “Universidad Nacional de Colombia” como editorial.

Cuando sea necesario, los Editores publicarán las correcciones, aclaraciones, retractaciones y disculpas.

Revisión por pares:

Todos los manuscritos que sean sometidos a la revista deberán cumplir con las normas de presentación, estilo y citación propias de la revista descritas en este documento (“Instrucciones para los autores”). En caso contrario, los documentos serán devueltos y el proceso de búsqueda y asignación de evaluadores externos será aplazado hasta que los autores hayan hecho los ajustes pertinentes. En primera instancia los manuscritos sometidos serán revisados por el editor de la revista para determinar si entran dentro del área temática de la publicación, en caso afirmativo se aprobará la asignación y envío a pares evaluadores externos mediante la modalidad de doble ciego con cuando menos dos evaluadores por manuscrito; en caso contrario, se enviará un email a los autores indicando que el artículo no es aceptado para continuar con el proceso de revisión por pares académicos.

La evaluación por pares académicos externos procurará identificar los aportes a la innovación científica tecnológica o pedagógica de las propuestas, frente al estado vigente de conocimiento en una disciplina; los jurados deben emitir un concepto de aprobación, modificación o reprobanación y en caso de un concepto dividido por parte de los evaluadores, el manuscrito será enviado a un tercer evaluador experto en el área para definir si se acepta o se rechaza el manuscrito. El Comité editorial o el editor en jefe, podrán recomendar o negar la publicación del manuscrito, o solicitar la corrección de forma o de fondo del mismo.

Los criterios considerados durante la evaluación serán:

- Cumplimiento de las normas de estilo de la revista
- Pertinencia de contenido: los textos deberán abordar las cuestiones que resulten relevantes de manera directa o indirecta, para la comprensión de alguna de las disciplinas de la salud y la producción animal.
- Originalidad, novedad, relevancia del tema.
- Calidad científica: Se deben usar metodologías apropiadas al tema estudiado, ser comprensibles y posibles de reproducir.
- Rigor argumental: los trabajos deberán tener un pensamiento formal coherente y lógico.
- Coherencia metodológica: concordancia entre el planteamiento del problema, los objetivos, resultados e interpretaciones.
- Claridad conceptual: correspondencia entre términos científicos o técnicos empleados en la finalidad temática.
- Si los artículos son aceptados para publicación, los autores deberán corregirlos de acuerdo con las observaciones de los pares y/o del comité editorial dentro del tiempo otorgado para ello. Las observaciones que no sean aceptadas por los autores deberán contar con un sustento apropiado y enviadas en un documento adjunto al manuscrito corregido indicando la página y el número de línea al que hace referencia, estos cambios y aclaraciones serán evaluados por el editor correspondiente. El editor y el comité editorial se reservan el derecho de rechazar o aceptar los materiales enviados para su publicación.

Los formatos para realizar la revisión académica de artículos se pueden descargar en los siguientes enlaces:

- [Formato de datos personales evaluadores](#)
- [Formato evaluación artículo de investigación](#)
- [Formato evaluación artículo de revisión](#)
- [Formato evaluación reporte de caso](#)

Derechos de autor:

Aquellos autores/as que tengan publicaciones con esta revista, aceptan los términos siguientes:

- a) Los autores/as conservarán sus derechos de autor y de publicación y garantizarán a la revista el derecho de primera publicación de su obra, el cual estará simultáneamente sujeto a la [Licencia de reconocimiento de Creative Commons](#) que permite a terceros

compartir la obra siempre que se indique su autor y su primera publicación (esta revista).

b) Los autores/as podrán adoptar otros acuerdos de licencia no exclusiva de distribución de la versión de la obra publicada (p. ej.: depositarla en un archivo telemático institucional o publicarla en un volumen monográfico) siempre que se indique la publicación inicial en esta revista.

c) Se permite y recomienda a los autores/as difundir su obra a través de Internet (p. ej.: en archivos telemáticos institucionales o en su página web), lo cual puede producir intercambios interesantes y aumentar las citas de la obra publicada. (Véase [Que es el acceso abierto- UNESCO](#)).

d) Las tablas y figuras que no indiquen en su parte inferior la fuente de la información se consideran resultados del estudio que está siendo publicado, es decir, que fueron elaborados por los autores del manuscrito basados en la información obtenida y procesada en la investigación, reporte de caso, etc que está siendo publicado.

Autorización de publicación y acuerdo editorial

Una vez sometidos los manuscritos, los autores/as confieren a la dirección editorial de la Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia en su versión impresa (ISSN 0120-2952) y en su versión online (ISSN 2357-3813) la autorización para su publicación de acuerdo a los criterios establecidos en el ["Formato autorización para Publicación"](#) que deberán firmar todos los autores.

Declaración de privacidad y Política de tratamiento de datos personales

La información y datos personales solicitados en el proceso editorial se usarán exclusivamente para los fines propios de la revista, como los procesos de indexación ante Publindex de Minciencias y no estarán disponibles para ningún otro propósito u otra persona. Los datos personales serán tratados de acuerdo a la Política de tratamiento de datos de la Universidad Nacional de Colombia. Para mayor información consultar el siguiente link:

<https://unal.edu.co/tratamiento-de-datos-personales.html>

GUIDE FOR AUTHORS AND ETHICAL CONSIDERATIONS

Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

The *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* publishes research articles, review and case reports in all areas of veterinary medicine and animal science.

The topic addressed by the journal is included within the Agricultural Sciences area, Animal and dairy sciences area, animal biotechnology, Veterinary Sciences area, according to the classification of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).

Publication frequency: Quarterly (3 issues per year).

For manuscript submission to the editorial committee of the journal it is necessary to comply with the following requirements:

1. Contributions must be original and must not have been submitted to any other journal (except when they have been published as theses or as abstracts in a congress).
2. The authors transfer all publication rights to the journal, in both printed and electronic versions. Electronic versions include all databases where the journal has been indexed.
3. The article publication must have been approved by all coauthors and by the authorities where the research took place. It is a requirement to fill out and send together with the manuscript the forms: "Author information form" and "Publication agreement form". The corresponding author is responsible for all the information requested by the journal and must ensure that the article has all the necessary institutional approvals.
4. The submission must comply with all requirements described in the present document which can also be downloaded from the journal web site: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/index>. Submissions that do not comply with these requirements will be returned to the authors without consideration for evaluation.
5. After the manuscript is accepted for publication, it is a condition that the authors support and expedite the manuscript correction in the times stipulated by the Journal. All inquiries about the publication of manuscripts should be directed to the email rev_fmzbog@unal.edu.co
6. Authors should carefully review the list and the order of the authors before submitting their manuscript and before submitting the "Authors Declaration Form". The addition or deletion of authors will not be accepted except in cases in which an applicable legal or ethical justification is demonstrated and only if approved by the Journal Editor.

TYPES OF CONTRIBUTIONS

The journal accepts the following types of original contributions: **Scientific article:** original scientific paper reporting the results of a research conducted under the scientific method. It typically contains the following sections: Abstract, introduction, materials and methods, results and discussion (either individually or combined) and conclusions.

Case report: report of clinical cases that become relevant and publishable due to their specific context. It must contain at least the following sections: Abstract, introduction, description of the case (which involves the discussion) and conclusion or perspectives. The general format of the text, illustrations and references should follow the same standards required for research articles.

Review article: critical review of a specific topic from an analytical, interpretative and critical perspective of the author, who always uses original sources. For this type of manuscript, within the list of authors at least one author must have proven research experience in the subject or area that concerns the article. Ideally, a review should present a critical summary of the research carried out so far and propose new topics to be investigated. It must contain at

least the following sections: summary, introduction, methodology, development of the topic and conclusions. The development of the topic must contain subsections to present the ideas in order. The text must be correctly cited and must contain the authors opinions as a contribution to the manuscript. In addition to undergoing the same rigorous level of academic peer review as research articles, review articles will be critiqued based on the overall impact of the topic being reviewed, the relevance of the topic, pre-existing reviews and the recognition of the authors in the area. The general format of the text, illustrations and references should follow the same standards required for research articles. Review articles will be published in the order of acceptance by the journal, a maximum of 1 review article per issue will be published. This implies that the journal will publish maximum 3 review articles per year.

ARTICLE SUBMISSION

Contributions must be submitted by the journal's platform on the page: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/index>.

The corresponding author must register with a username and password to be able to enter and upload the manuscript files and the information of the rest of the authors. All authors must have an ORCID identifier at the time of entering their data on the platform. To create the ORCID you can enter the following link: <https://orcid.org/register>

Along with the manuscript, the forms of "Author Information form" (one per author) and of "Publication agreement form" must be attached, which must be signed by all authors. The forms can be downloaded at the following link: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/index>.

The article text must be submitted in MS-Word*, without tables or figures, which shall be sent in separate files. It is recommended that the text is no longer than 25 pages, letter size, numbered consecutively at the bottom right corner with margins of 2.5 cm on each side. Lines shall be numbered consecutively. Use Times New Roman 12 pt font.

Tables and figures shall be number consecutively in the text using Arabic numbers and shall be sent inserted in MS-Word* files as well as in its original format (e.g. jpg o MS-Excel*). All tables and figures must be mentioned in the text. All tables and figures must have the sources when it corresponds.

Essential title page information

This part should be presented on a separate page from the rest of the manuscript. The title must be written in English and Spanish, in bold, and centered. If scientific names are used, they must be written using the binomial system. When applicable, the title should inform the animal species to which the manuscript refers. The name of the authors must be written under the title as follows: given name initials (with periods) follow by the last name with no academic titles. Each author is separated of the next one by a comma. The corresponding author will be identified with an asterisk. Each author's affiliation shall be shown as a footer including address, city and country as well as the electronic address of the corresponding author.

Manuscript structure

It must contain the title of the manuscript in English and in Spanish (mandatory), in bold and centered without the name of the authors or affiliations (to guarantee the double-blind process in the academic review process). Additionally, the manuscript must contain the following sections in order:

Abstract and key words

Articles shall include an abstract in English and another in Spanish which must contain up to 250 words. The abstract shall include a brief description of all parts of the article including the objectives, materials and methods, results and discussion, and conclusions. The most important findings of the study should be highlighted in the abstract.

Key words (up to four) are terms for indexation of the article on databases and Internet search engines. They shall identify the article contents and. Key words shall be placed after the summary in each language. To select the key words it is recommended to consult the descriptors of the agricultural **thesaurus AGROVOC** of the FAO (<https://www.fao.org/agrovoc/es>) and DeCS (<http://decs.bvs.br/E/homepage.htm> and <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=mesh>). These tools help select appropriate key words so that the article is more visible on the Internet.

Introduction

This section shall present a brief review of previous studies related to the topic of research and shall finish with a brief justification of the study and its objectives. The introduction shall not include data or conclusions of the study being described.

Materials and methods

This section must describe in clear, concise and logical form both the materials (animals, laboratory equipment, etc.) used as well as the detailed description of the techniques or protocols followed. This information given shall allow another research to be able to perform the same experiment(s) in detail. This section shall also describe the statistical treatment of the data and shall not include results or discussion of the results. Must include the statement of approval by an ethics committee for animal experimentation to which the project or research was submitted. Indicate the name of the ethics committee (institution, date, act number etc).

Results and discussion

This section shall describe the results in a logical order and in an objective and sequential fashion with the help of tables and figures. This section might include subheadings and shall not discuss the data presented. The results and discussion must be presented in the same session in an orderly manner, discussing each result after it is presented. The discussion shall be a synthesis of the comparison of the observed data against published relevant literature with an interpretation of the similarities and differences found. It will focus on the interpretation of the experimental findings and shall not repeat information presented in the introduction or the results sections. In some cases, it is possible to combine the results and discussion sections in one.

Conclusions

This section describes the most relevant findings of the research conducted, that is, those that make a significant contribution to the advancement of the specific topic investigated. It shall also point out towards future research needed.

Conflict of interests. When it can be reasonably perceived that issues outside the investigation affect the neutrality or objectivity of the work or its evaluation. Authors must declare that they have no relationships of commercial or personal interest within the framework of the research that led to the production of the submitted manuscript. The corresponding author is responsible for the co-authors to review and declare that they have no conflict of interest.

Funding. The types of support or grant received should be described, such as financing, sponsorships, scholarships or equipment supply, among others. For example: "This work was supported by the Natural Sciences Research Council [project number]."

Acknowledgements

When necessary, acknowledgements can be given in this section to people or institutions that helped with the satisfactory development of the study being reported.

References

For referring publications in the text, the Council of Science Editors (CSE) style must be used: "author(s) year" system shall be used for one or two authors: (Jiménez 2009), (Pineda y Rodríguez 2010); if the publication has three or more authors the last name of the first author is cited with the latin expression *et al.* in italic: (Bernard *et al.* 2003). When more than one reference is cited they shall be organized in alphabetical order, separated by a semicolon (;): (Hänsel and Gretel 1990; Hergé *et al.* 1983). When the author is cited within the sentence the same notation shall be used but with the year in brackets: Wagner (1982) found out that water wets but Vivaldi and Pergolessi (1988) do not agree. The complete references shall be included at the end of the article according to the format described below. When two or more references of the author are cited they shall be listed in chronological order starting with the oldest one. All references to scientific articles must have the "Digital Object Identifier" (DOI) indicated at the end.

Contributions that do not comply with the references' requirements will be returned to the authors without consideration for publication.

The use of other sources of information such as thesis, graduate work or memories of events is not recommended. Authors are encouraged to use as source of consultation documents that are in indexed databases and preferably that have DOI assigned. For more information about the Council of Science Editors (CSE) style:

<http://www.scientificstyleandformat.org/Tools/SSF-Citation-Quick-Guide.html>

• Book

Gilman AG, Rall TW, Nies AS, Taylor P. 1990. The Pharmacological Basis of Therapeutics. 8th ed. New York: Pergamon Press. 1811 p.

• Book chapter

Diaz GJ. 2001. Naturally occurring toxins relevant to poultry nutrition. In: Leeson S, Summers JD editores. Scott's Nutrition of the Chicken. 4th ed. Guelph: University Books. p. 544-591.

• E-Book

Rollin, BE. 1998. The unheeded cry: animal consciousness, animal pain, and science [Internet]. Ames(IA): Iowa State University Press; [Citado 2008 agosto 9]. Disponible en: <http://www.netlibrary.com>.

• Journal article

Hepworth PJ, Nefedov AV, Muchnik IB, Morgan KL. 2010. Early warning for hock burn in broiler flocks. Avian Pathology 39:405-409. Doi: 10.1080/03079457.2010.510500.

Please note that the initials of all author's given names must be included. For journal title abbreviations: <http://www.cfm.leeds.ac.uk/~mark/ISlabbr/>

• Journal article or document published only online

Leng F, Amado L, McMacken R. 2004. Coupling DNA supercoiling to transcription in defined protein systems. J Biol Chem [Internet]. [citado 2007 July 24]; 279(46):47564-47571. Disponible en: <http://www.jbc.org/cgi/reprint/279/46/47564>.

Tables

- Too large tables shall be avoided. If there is too much information in a table, it is recommended to split it in two or more.
- Each table shall have a short but explicative title on top (without abbreviations and with a period at the end).
- No vertical lines shall be included in the tables.
- Any additional explanation to the table shall be presented as a note at the bottom.
- Column titles shall be short but explicative.
- Each table must be referenced in the text.
- All tables must indicate the source of the information, if the source is not declared, it is assumed that they are the result of the work that is being published.

Figures

- Figures must be black and white with grayscale to show variations. The following symbols can be used for graphs: p, ▲, ■, ●, ◆, ◊, ○, □, △.
- Photographs or maps (either originals or scanned) must be sent as individual files, in tiff or jpg format and a minimum of 600 dpi of resolution. Additionally, these graphs must be sent embedded in a MS Word® file with the title of the figure at the bottom.
- Figures shall be numbered with Arabic numbers, consecutively and each one must be referenced in the text.
- Each figure must have a short and explanatory title at the top, without abbreviations
- All figures must indicate the source of the information, if the source is not declared, it is assumed that they are the result of the work that is being published.

Nomenclature

- Units must be expressed in the International System of Units (SI).
- Authors must follow the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.
- All living organisms must be identified with the binomial system, except for common domestic animals.
- Drugs, biocides and all substances of commercial use shall be named by the active chemical ingredient or generic name (not the commercial name).
- For chemical notation authors must follow the rules of the *International Union of Pure and Applied Chemistry and the Commission on Biochemical Nomenclature*.

OTHER REQUIREMENTS

- Italic font must be used for Latin names (binomial system) and words or expression written in a different language.
- The meaning of abbreviations must be explained in full the first time they are used. Afterwards use only the abbreviation.
- Abbreviations do not have a plural form: one NGO, two ELISA.
- SI abbreviations shall not have a period at the end or be written in plural or upper case letters: 1 kg, 25 g, 10 cm, 30 m, etc. Please see: <https://bit.ly/3n5W8Qp>
- Always insert a space between the numeric value and the symbol: 35 g (not 35g), $p > 12$ (not $p > 12$); except for the signs %, +, - (these last two when meaning positive and negative). For example: 99%, +45, -37.
- In a series of measurements the symbol goes at the end. For example: 3, 6 and 9 m (except for the percentage sign which is always written: 14%, 16% and 18%).
- The slash bar (/) is a linguistic sign used sometimes instead of the word per: ten chicks /pen, 4 tablet/d, 10 fruits/branch. This symbol can be used in a no linguistic context to express quotients of measurement and unit magnitudes: 80 km/h, 10 ml/min, 10°C/h.
- The sign period can be used in a no linguistic context to indicate multiplication. In this case it is used separated and in the middle: $6 \cdot 3 = 18$; $2 \cdot (x + y) = 30$.
- In English language the period (.) is used to separate decimals and the comma (,) to separate thousands.
- Name-based units must be written in lower case (for example: one siemens), except when they are derived from a proper name: °C, degrees Celsius.

ETHICAL CONSIDERATIONS

Authorship. Only a person who has made a significant and substantial contribution to the manuscript shall be included as author. This contribution shall include his/her participation in tasks such as the conception of the experiment and the experimental design,

raw data collection, data validation, writing, review and editing, data reduction, analysis and interpretation of results, application of the appropriate statistical model, elaboration of the manuscript and bibliographical search. Every author shall be able to explain his direct involvement with the manuscript and be able to defend its contents if the Editorial Committee so requires. Including honorary authors (improper author contribution) is considered unethical and unacceptable. Contribution of each author in the manuscript must be declared in the "Author information form". The addition or deletion of authors will not be accepted except in cases in which an applicable legal or ethical justification is demonstrated and only if approved by the Editor of the journal. **Ethics committee approval:** All research that uses animals in their experimentation, must declare in the materials and methods section, the Ethics Committee for experimentation with animal's approval (name of the ethics committee, act and date of approval). **Manuscript submission.** Documents submitted for evaluation and possible publication must not be submitted to other journal(s) simultaneously. This voids its originality and compromises the publication rights.

Manuscript integrity. Fabrication or making up results through instrument, materials or research processes manipulation, changing or omitting results or data, plagiarism (citation of his/her own or other's results without clarification according to citation rules), fragmented submission (submission of fragments as independent articles) are all considered unethical practices and are unacceptable. **Manuscript evaluation.** Reviewers will only accept to review manuscripts that are within their area of expertise. Their opinions shall be objective and based only on academic and scientific grounds, without any personal consideration. During the evaluation process the reviewer must keep the contents of the manuscript confidential and shall not assign the reviewing task to any other person (co-researcher, graduate student, etc.). If during the reviewing process the referee finds any conflict of interest or any ethical conflict, he/she shall stop the evaluation process and let the Editorial Committee know about this.

Peer Review process:

All manuscripts submitted to the journal must comply with the presentation, style and citation standards of the journal described in this document. Otherwise, the documents will be returned and the peer review process will be postponed until the authors have made the pertinent correction.

In the first instance, the submitted manuscripts will be reviewed by the journal editor to determine if the manuscript is into the interest area, if so, the assignment and sending to external academic peers will be approved through the double-blind modality with at least two evaluators by manuscript; otherwise, an email will be sent to the authors indicating that the article is not accepted to continue with the academic peer review process.

The evaluation by external academic peers will try to identify the contributions to the scientific, technological or pedagogical innovation of the proposals, compared to the current state of knowledge in a discipline; the academic reviewers must give a concept of approval, modification or disapproval. In case of a divided concept by the evaluators, the manuscript will be sent to a third expert reviewer in the area to define if the manuscript is accepted or rejected. The Editorial Committee or the editor-in-chief may recommend or deny the publication of the manuscript, or request the correction of its form or content.

The criteria considered during the evaluation will be:

- Compliance with the style rules of the journal
- Relevance of content: the texts should address the issues that are relevant, directly or indirectly, for the understanding of any of the disciplines of health and animal production.
- Originality, novelty, relevance of the topic.
- Scientific quality: Appropriate methodologies must be used to the subject studied, be understandable and possible to reproduce.

- Rigor of argumentation: the works must have a coherent and logical formal thought.
- Methodological coherence: agreement between the problem statement, the objectives, results and interpretations.
- Conceptual clarity: correspondence between scientific or technical terms used in the thematic purpose.

If the articles are accepted for publication, the authors must correct them according to the observations of the peers and / or the editorial committee within the time allotted for it. The observations that are not accepted by the authors must have an appropriate support and sent in a document attached to the corrected manuscript indicating the page and the line number to which it refers, these changes and clarifications will be evaluated by the corresponding editor. The editor and editorial committee reserve the right to reject or accept materials submitted for publication. The forms for academic review of articles can be downloaded at the following links:

[Reviewers personal data form](#)

[Research article form](#)

[Review article form](#)

[Case report form](#)

Publication ethics

- The Editors are committed to identify and avoid the publication of papers where research misconduct has occurred. It would be considered a serious lack of ethics if the publisher allows the publication of articles in which any situation of misconduct has been identified. For this reason, the Editors will make use of the tools available to identify this kind of situations, including the application of software intended to identify plagiarism in every manuscript received. The Editorial Board will immediately reject any manuscript that has been identified to be engaged in any kind of scientific misconduct, reporting the corresponding evidence to the authors. In any event, the author should be given the opportunity to respond to any allegations.
- The Editors of the journal shall ensure that the good editorial practices described in this statement are accomplished. This is an institutional commitment involving not only the journal itself but also the name and prestige of the “*Universidad Nacional de Colombia*” as publisher.
- When needed, the Editors shall publish any corrections, clarifications, retractions, and apologies.

Copyright:

Those authors who have publications with this journal, accept the following terms:

- Authors will retain their copyright and publication rights and will guarantee the journal the right of first publication of their work, which will be simultaneously subject to the Creative Commons Recognition License that allows third parties to share the work as long as its author and its first publication in this journal are indicated.
- Authors may adopt other non-exclusive license agreements for the distribution of the published version of the study published (eg: deposit it in an institutional telematic archive or publish it in a monographic volume) as long as the initial publication in this journal is indicated
- Authors are allowed and recommended to disseminate their work through the Internet (eg: in institutional telematic files or on their website) which can lead to interesting exchanges and increase the citations of the published work. ([See What is open access- Unesco](#)).
- Tables and figures that do not indicate the source of the information are considered results of the study that is being published, it means that are prepared by the authors of the manuscript based on the information obtained and processed in the research, case report, etc.

Publication authorization and editorial agreement

Once the manuscripts have been submitted, the authors confer on the editorial management of the “*Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*” in its printed version (ISSN 0120-2952) and in its online version (ISSN 2357-3813) the authorization for its publication according to the criteria established in the “[Publication Agreement form](#)” that all authors must sign.

Privacy Statement and Personal Data Protection Policy

The information and personal data requested in the editorial process will be used exclusively for the journal's own purposes (such as the indexing processes in Publindex de Minciencias-Colombia) and will not be available for any other purpose or other person. Personal data will be treated in accordance with the Data Processing Policy of the Universidad Nacional de Colombia. More information on the following [link: https://unal.edu.co/tratamiento-de-datos-personales.html](https://unal.edu.co/tratamiento-de-datos-personales.html)

INSTRUÇÕES AOS AUTORES E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

Escopo: A Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria e Zootecnia publica artigos de pesquisa, artigos de revisão e relatos de casos de todas as áreas da medicina veterinária e a Zootecnia. O assunto abordado pelo jornal está incluído na grande área de Ciências Agrárias, área de Ciências Animais e leiteiras, Ciências Animais e lácetes (biotecnologia animal), Animais de estimação, Ciências Veterinárias, de acordo com a classificação da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Frequência de publicação: Trimestral (3 edições por ano).

Para o envio dos manuscritos para consideração do comitê editorial do periódico é indispensável preencher os seguintes requisitos:

1. Os manuscritos devem ser inéditos e não ter sido publicados ou submetidos a consideração a quaisquer jornal técnico-científicas (exceto quando tenham sido publicados como dissertações ou teses de pós-graduação ou como resumos de congressos). Enviar simultaneamente o mesmo artigo a consideração a uma ou mais jornal é uma falta grave à ética acadêmica.
2. Os autores transferem os direitos de publicação à revista, tanto na sua versão impressa como *on line*, incluindo nesta última as diferentes bases de dados nas quais se encontre indexado o periódico.
3. A publicação do artigo deve ter sido aprovada por todos os coautores (se houver) e pelas autoridades responsáveis da instituição onde foi realizada a pesquisa. Para isso, é obrigatório o preenchimento e envio junto com o manuscrito das formas: “[Formato de información personal autor](#)” e “[Formato de Autorización para Publicación](#)” ou preencher a informação pela página online da revista. O autor para correspondência é responsável por todas as informações solicitadas pela revista e deve garantir que o artigo tenha todas as aprovações institucionais necessárias.
4. O documento deve preencher totalmente as instruções para autores estabelecidas pelo comitê editorial descritas no [presente documento](#), que podem também ser consultadas na página de internet <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/index>. Os artigos que não se ajustem a estas instruções serão devolvidos aos autores sem serem considerados para avaliação.
5. Após o manuscrito ser aceito para publicação, é condição para publicação que os autores agilizem a correção e diagramação do manuscrito nos prazos estipulados pela Revista. Todas as dúvidas sobre a publicação de manuscritos devem ser encaminhadas para o e-mail rev_fmfvzbg@unal.edu.co
6. Os autores devem revisar cuidadosamente a lista e a ordem dos autores antes de enviar seu manuscrito e antes de enviar o “[Formato de Autorización para Publicación](#)”. Não será aceito acréscimo ou exclusão de autores, exceto nos casos em que seja demonstrada uma justificativa legal ou ética aplicável e somente se aprovado pelo Editor da Revista.

TIPOS DE CONTRIBUIÇÃO

A revista aceita os seguintes tipos de contribuições originais:

- **Artigo científico:** artigo científico original que apresente resultados de pesquisas regidas pelo método científico. Tipicamente consta das seguintes seções: resumo, introdução, metodologia (materiais e métodos), resultados e discussão (apresentados em seções individuais ou em uma única seção) e conclusões.
- **Relato de caso:** relato de um caso clínico de relevância seja por seu inéditismo no seu contexto específico ou pelas suas características particulares que o fazem de interesse para a comunidade científica para sua publicação. Deve conter, no mínimo, as seguintes seções: resumo, introdução, descrição do caso (que envolve a respectiva discussão) e conclusão ou

perspectivas. O formato geral do texto, ilustrações e referências devem seguir os mesmos padrões exigidos para artigos de pesquisa.

- **Artigo de revisão:** revisão crítica de um tema específico desde uma perspectiva analítica, interpretativa e crítica do autor, que recorre sempre a fontes originais. Para este tipo de manuscrito, dentro da lista de autores, pelo menos um autor deve ter experiência de pesquisa no assunto ou área do que trata o artigo. Idealmente, uma revisão deve apresentar um resumo crítico das pesquisas realizadas até o momento e propor novos tópicos de investigação. Deve conter, no mínimo, as seguintes seções: resumo, introdução, metodologia, desenvolvimento do tema e conclusões. Recomenda-se que o desenvolvimento do tópico contenha subseções que apresentem as ideias de forma ordenada. O texto deve ser corretamente citado e deve conter as opiniões ou reflexões dos autores que têm experiência no assunto como contribuição ao manuscrito. Além de passar pelo mesmo nível rigoroso de revisão científica por pares acadêmicos externos que os artigos de pesquisa, os artigos de revisão serão criticados com base no impacto geral e a relevância do tema que está sendo revisado, as revisões pré-existentes do tema e o reconhecimento de pelo menos um dos autores como figura significativa na área. O formato geral do texto, ilustrações e referências devem seguir os mesmos padrões exigidos para artigos de pesquisa. Os artigos de revisão serão publicados na ordem de aceitação pela revista e será publicado no máximo 1 artigo de revisão por número. Isso implica que a revista publicará no máximo 3 artigos de revisão por ano.

ENVIO DE MANUSCRITOS

As contribuições devem ser enviadas pela plataforma da revista na página: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/index>. O autor para correspondência deve se cadastrar previamente com nome de usuário e senha para poder acessar e fazer upload dos arquivos do manuscrito e das informações dos coautores. Todos os autores devem ter o identificador ORCID no momento de inserir seus dados na plataforma. O registro do ORCID não tem valor associado. Para gerar o ORCID você pode entrar no seguinte link: <https://orcid.org/register>. Juntamente com o manuscrito, devem ser anexados as formas “[Formato datos personales autores](#)” (um por autor) ou declarar a informação na página online da revista e a forma “[Formato Autorización de Publicación](#)”, os quais devem ser assinados por todos os autores. Os formatos podem ser baixados no seguinte link: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/index>.

Formato

O texto do artigo deve enviar-se em MS-Word, sem incluir tabelas nem figuras, as quais devem apresentar-se em arquivos separados. Recomenda-se que o texto não tenha mais que 25 páginas em tamanho carta incluindo referências, numeradas consecutivamente no lado inferior direito, com margens de 2,5 cm por cada lado, em espaço duplo, com fonte Times New Roman, tamanho 12, e cada linha do documento deverá estar numerada de forma contínua. As tabelas e figuras (fotos, gráficos, desenhos, esquemas, diagramas de fluxo, diagramas de frequência, etc.) deverão numerar-se consecutivamente em números arábicos, e enviar-se inseridas em arquivo MS-Word com os arquivos originais (por exemplo, jpg ou excel), conforme o programa em que foram elaboradas. Todas as tabelas e figuras devem ser referenciadas no texto e devem ter as fontes de consulta, caso corresponda.

Página inicial com título, nome e afiliação dos autores

O título do artigo se deve apresentar numa página separada do resto do manuscrito, deve ser em espanhol ou português (opcional dependendo da língua do manuscrito) e inglês (obrigatório), em negrito e centralizado. Se tiver nomes científicos deverá usar a nomenclatura indicada anteriormente (sistema binomial). Quando aplicável, o título deve informar a espécie animal a que o manuscrito faz referência. Embaixo do título se escrevem os nomes e sobrenomes dos autores da seguinte maneira: iniciais dos nomes (com ponto), seguidos do primeiro sobrenome completo, sem títulos acadêmicos nem cargos institucionais e separando cada autor com vírgula. O autor para correspondência deve identificar-se com um asterisco. Como pé de página deve indicar-se a origem institucional de cada autor incluindo endereço, cidade e país, e endereço de correio eletrônico do autor para correspondência.

Manuscrito

Deve conter o título do manuscrito em espanhol (ou português) e em inglês (obrigatório), em negrito e centralizado **sem o nome dos autores ou afiliações**. Além disso, o manuscrito deve conter as seguintes seções em ordem:

Resumo e palavras-chave

Os artigos devem incluir um resumo em espanhol (ou português) e um em inglês, de no máximo 250 palavras. O resumo deve registrar brevemente todas as partes do documento: os propósitos do estudo ou pesquisa, materiais e métodos (seleção dos sujeitos do estudo ou animais de laboratório; métodos de observação e de análise), resultados e discussão (registrando informação específica ou dados e seu significado estatístico sempre que for possível), e as conclusões principais. Deverão destacar-se as observações e aspectos mais novos e relevantes do estudo.

As palavras-chave (máximo quatro) são termos para indexação do artigo nas bases de dados e os termos de busca de Internet. Estas devem identificar o conteúdo do artigo e devem colocar-se depois do resumo em seu correspondente idioma. Para selecionar as palavras-chave do documento, sugere-se consultar e usar os descritores do **Tesouro agrícola multilíngue Agrovoc**, criado pela FAO, que abrange terminologia da agricultura, silvicultura, pesca, meio-ambiente e temas afins <http://www.fao.org/agrovoc/es> ou os descritores em Ciências da Saúde <https://decs.bvsalud.org/E/homepage.htm> e <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>. Estas ferramentas permitem selecionar as palavras-chave adequadas para que o artigo seja difundido de forma mais efetiva na Internet.

Introdução

Deve apresentar uma breve revisão dos trabalhos prévios relacionados com o tema por investigar e finalizar com a justificação e os objetivos da pesquisa. A introdução não deve incluir dados ou conclusões do trabalho que se está submetendo.

Materiais e métodos

Nesta seção devem descrever-se de forma clara, concisa e sequencial, os materiais (vegetais, animais, implementos de laboratório) utilizados no desenvolvimento do trabalho, além dos procedimentos ou protocolos seguidos e do desenho experimental escolhido para o tratamento estatístico dos dados. A informação aqui registrada deve permitir a outros pesquisadores reproduzir o experimento de forma detalhada. Esta parte pode ter subtítulos e não deve incluir nenhum resultado nem discussão dos achados.

A seção de materiais e métodos deve incluir a declaração de aprovação do estudo ou pesquisa por um comitê de ética para experimentação com animais ao qual o projeto ou pesquisa foi submetido antes da sua execução. Indique o nome do comitê de ética, data, número do certificado de aprovação.

Resultados e discussão

Nesta seção devem descrever-se os resultados em ordem lógica e de forma objetiva e sequencial, apoiando-se nas tabelas e figuras.

Esta parte pode também incluir subtítulos e não deve discutir os dados apresentados.

A discussão deve ser uma síntese da confrontação dos dados obtidos no estudo com relação à literatura científica relevante que ademais interprete as similaridades ou os contrastes encontrados. Deverá focar visando a interpretação dos achados experimentais e não repetirá os dados apresentados na introdução nem a informação apresentada nos resultados. Os resultados e discussão devem ser apresentados na mesma sessão de forma ordenada, discutindo cada resultado após a sua apresentação.

Conclusões

Nesta seção se relacionam os achados mais relevantes da pesquisa, isto é, aqueles que constituam um aporte significativo para o avanço do campo temático explorado, além de considerar um direcionamento sobre futuras investigações.

Conflito de interesses.

Eles ocorrem quando pode ser razoavelmente percebido que questões fora da investigação afetam a neutralidade ou objetividade do trabalho ou de sua avaliação. Os autores devem declarar que não possuem qualquer relação de interesse comercial ou pessoal no âmbito da pesquisa que motivou a produção do manuscrito submetido. O autor para correspondência é responsável pela revisão e declaração dos coautores de que não há conflito de interesses.

Fontes de financiamento.

Devem ser descritos os tipos de apoios recebidos, como financiamentos, patrocínios, bolsas de estudo ou fornecimento de equipamentos, entre outros. Por exemplo: "Este trabalho foi apoiado pelo Conselho de Pesquisa em Ciências Naturais [número do projeto xxxx, yyyy]."

Agradecimentos

Se necessário, podem ser feitos agradecimentos por contribuições importantes quanto à concepção, financiamento ou realização da investigação: financiadores, especialistas, firmas comerciais, entidades oficiais ou privadas, associações de profissionais e colaboradores de campo e de laboratório.

Referências

A citação de referências bibliográficas que sustentam frases dentro do texto deve seguir as normas de estilo do *Council of Science Editors* (CSE) algumas das quais se ilustram a continuação: dentro do texto se usará o sistema "autor(es) an" se for um ou dois autores: (Jiménez 2009), (Pineda e Rodríguez 2010); se a publicação citada tiver três ou mais autores, cita-se o sobrenome do primeiro autor acompanhado da expressão latina *et al.*: (Bernard *et al.* 2003). Se forem citadas várias referências seguidas, deverão organizar-se em ordem alfabética, separadas por ponto e vírgula (;) exemplo: (Hänsel e Gretel 1990; Hergé *et al.* 1983). Se o autor ou autores são citados diretamente no texto utiliza-se a mesma notação com o ano entre parênteses: Exemplo: Wagner (1982) encontrou que a água é vida, enquanto que Vivaldi e Pergolesi (1988) afirmam o contrário. As referências bibliográficas completas devem ir ao final do artigo em ordem alfabética de autores; se na lista de referências são citadas várias publicações do mesmo autor ou autores listam-se em ordem cronológica desde a mais antiga até a mais recente. Todas as referências a artigos científicos devem ter o "Digital Object Identifier" (DOI) indicado ao final, caso o artigo tenha sido atribuído por uma revista.

As contribuições que não preencham as normas de estilo bibliográfico serão devolvidas sem serem consideradas para avaliação. O uso de outras fontes de informação como teses, pós-graduação ou memórias de eventos não é recomendado. Os autores são encorajados a usar como fonte de consulta os documentos que estão em bancos de dados indexados e de preferência que tenham DOI atribuído. Para obter mais exemplos sobre o sistema de citação do *Council of Science Editors* (CSE): <http://www.scientificstyleandformat.org/Tools/SSF-Citation-Quick-Guide.html>

- Livros
Gilman AG, Rall TW, Nies AS, Taylor P. 1990. The Pharmacological Basis of Therapeutics. 8th ed. New York: Pergamon Press. 1811 p.
- Capítulos de livro
Diaz GJ. 2001. Naturally occurring toxins relevant to poultry nutrition. In: Leeson S, Summers JD editores. Scott's Nutrition of the Chicken. 4th ed. Guelph: University Books. p. 544-591.
- E-Book
Rollin, BE. 1998. The unheeded cry: animal consciousness, animal pain, and science [Internet]. Ames (IA): Iowa State University Press; [Citado 2008 agosto 9]. Disponível em: <http://www.netlibrary.com>.
- Artigo de revista
Hepworth PJ, Nefedov AV, Muchnik IB, Morgan KL. 2010. Early warning for hock burn in broiler flocks. Avian Pathology 39:405-409. Doi: 10.1080/03079457.2010.510500.

Nota: devem ser registradas as iniciais de todos os nomes dos autores. Pará abreviaturas nome revistas:

<http://www.efm.leeds.ac.uk/~mark/ISlabbr/>

- Artigo de revista ou informação publicada eletrônica
Leng F, Amado L, McMacken R. 2004. Coupling DNA supercoiling to transcription in defined protein systems. J Biol Chem [Internet]. [Citado 2007 Jul. 24]; 279(46):47564-47571. Disponível em: <http://www.jbc.org/cgi/reprint/279/46/47564>.
- Paswan VK, Sahoo A. 2010. Rumen metabolites and enzymatic profiles in crossbred cattle bulls fed on high and low levels of tanniniferous oak (*Quercus incana*) leaves. Livestock Research for Rural Development [Internet]. [Citado 2011 Mar. 22]; 22(11). Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd22/11/pasw22207.htm>

Tabelas

- Devem ser evitadas tabelas muito grandes. Se existirem muitos dados em uma tabela, recomenda-se dividi-la em duas ou mais.
- Cada tabela deve ter um título curto e explicativo na parte superior, sem abreviaturas.
- Não devem ser usadas linhas verticais para separar as colunas devendo, portanto, existir suficiente espaço entre elas.
- Qualquer explicação essencial para entender a tabela deve apresentar-se como uma nota na parte inferior desta.
- Os cabeçalhos de coluna devem ser breves, mas suficientemente explicativos.
- Cada tabela deve ter sido referenciada no texto.
- Todas as tabelas devem indicar a fonte das informações, caso a fonte não seja declarada, presume-se que sejam o resultado do trabalho que está sendo publicado.

Figuras

- Os gráficos devem ser feitos em apenas uma cor com proporções de preto para as variações das colunas. As linhas das curvas devem ser na cor preta, pontilhadas ou contínuas usando as seguintes convenções: ▲, ■, ●, ◆, ◇, ○, □, △.
- Em caso de fotografias ou mapas (originais ou escaneados) devem enviar-se em arquivos independentes, em formato tif ou jpg com mínimo 600 dpi de resolução e, adicionalmente, dentro de um arquivo MS-Word no qual seja incluído o título (curto e explicativo) na parte inferior.
- Da mesma forma que nas tabelas, devem numerar-se com números arábicos em forma consecutiva, e deve ser feita referência no texto a cada uma das figuras apresentadas.
- Cada figura deve ter um título curto e explicativo na parte superior, sem abreviaturas
- Todas as figuras devem indicar a fonte da informação, caso a fonte não seja declarada, presume-se que sejam o resultado do trabalho que está sendo publicado.

Nomenclatura

- As unidades devem expressar-se conforme o Sistema Métrico Decimal (SI).

- Os autores aceitarão as normas colombianas, bem como a vigente pelo International *Code of Botanical Nomenclature*, o *International Code of Nomenclature of Bacteria*, e o *International Code of Zoological Nomenclature*.
- Toda a biota (cultivos, plantas, insetos, aves, mamíferos, peixes, etc.) deve estar identificada em nomenclatura binomial (nome científico), exceto os animais domésticos comuns.
- Todos os medicamentos, biocidas e demais substâncias de uso comercial devem apresentar o nome de seu princípio ativo principal ou o nome genérico.
- Para a nomenclatura química serão usadas as convenções determinadas pela *International Union of Pure and Applied Chemistry* bem como pela *Comission on Biochemical Nomenclature*.

NORMAS DE ESTILO

- Deve ser redigido em voz passiva (avaliaram-se duas metodologias, e não: duas metodologias foram avaliadas) e em forma impessoal, isto é, terceira pessoa do singular (se encontrou, e não: encontrei ou encontramos).
- Quanto aos tempos verbais, o uso comum é o passado para a introdução, procedimentos e resultados, e o presente para a discussão.
- Em geral, recomenda-se evitar o uso do gerúndio. Fazer uso desta forma verbal apenas para indicar duas ações simultâneas; nos demais casos, redigir diferente a frase (substituir: um protocolo foi estabelecido, minimizando o efeito negativo..., por: se estabeleceu um protocolo com o qual foi minimizado o efeito negativo...).
- As letras itálicas são usadas para os nomes científicos (sistema binomial) e palavras ou expressões em idioma estrangeiro.
- O significado das siglas e abreviaturas deve explicar-se quando se mencionam pela primeira vez no texto. Posteriormente, se deve usar apenas a sigla ou abreviatura.
- As siglas não têm forma plural; esta é indicada nas palavras que as acompanham: as ONG, os ELISA.
- As abreviaturas do SI não devem ir com ponto, em plural ou em maiúscula: 1 kg, 25 g, 10 cm, 30 m, etc. Consulte o SI em: <https://bit.ly/3n5W8Qp>
- Entre o valor numérico e o símbolo deve ir um espaço: 35 g (não 35g), p > 12 (não p>12); exceto para os sinais: %, +, - (os dois últimos quando indicam positivo e negativo). Exemplos: 99%, +45, -37.
- Em uma série de medidas, o símbolo vai ao final: fileiras a 3, 6 e 9 m, ou 14, 16 e 18%.
- A barra oblíqua (/) é um sinal linguístico que entre seus usos significa "por": três cães/gaiola, 4 pastilhas/dia, 2 l/recipientes, 10 frutos/galho. Um dos seus usos não linguísticos é expressar os quocientes de magnitudes e unidades de medida: 80 km/h, 10 ml/min, 10°C/h.
- Um dos usos não linguísticos do ponto (.) é indicar a multiplicação de duas quantidades, caso no qual se coloca separado delas e a meia altura: 6 · 3 = 18; 2 · (x + y) = 30.
- O ponto (.) se usa para separar os milhares e a vírgula (,) se usa para separar decimais.
- As unidades baseadas em nomes se usam em minúsculas: um siemens (com algumas exceções como quando o símbolo deriva de um nome próprio: °C, graus Celsius).

CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Autoria. Considera-se autor àquela pessoa que tenha realizado uma contribuição direta e substancial no conteúdo do manuscrito. Esta contribuição deve incluir sua participação em aspectos como a concepção do ensaio e do desenho experimental, a obtenção dos dados de campo, a análise dos dados e a interpretação dos resultados, a aplicação do modelo estatístico apropriado, a redação do manuscrito e a pesquisa bibliográfica associada, validação, redação, revisão e edição de dados. Cada autor deverá estar em capacidade de explicar sua participação direta na publicação e de sustentar o

seu conteúdo junto ao Comitê Editorial, caso seja requerido. A declaração da contribuição de cada autor no manuscrito deve ser declarada no documento denominado “[Formato de informação do autor](#)” ou na página online. Não será aceito acréscimo ou exclusão de autores, exceto nos casos em que seja demonstrada uma justificativa legal ou ética aplicável e somente se aprovado pelo Editor da Revista. A inclusão de autores honorários (contribuição autorial imprópria) é considerado um comportamento não ético.

Aprovação do comitê de ética:

Todas as pesquisas que utilizem animais em sua experimentação, devem declarar no manuscrito, na seção de materiais e métodos, a aprovação de um Comitê de Ética para experimentação com animais (nome do comitê de ética, ata e data de aprovação) do estudo realizado.

Submissão de manuscritos. Os documentos submetidos para avaliação e possível publicação não deverão ser apresentados simultaneamente a outra revista (ou revistas). Isto invalida sua originalidade e compromete os direitos sobre sua publicação.

Integridade da pesquisa. A fabricação ou falsificação de resultados através da manipulação de equipamentos, materiais ou processos de pesquisa, a mudança ou omissão de dados e resultados, o plágio (menção dos resultados próprios ou de outros sem fazer o devido esclarecimento conforme as normas de citação bibliográfica) ou a publicação fragmentada (submiter fragmentos de uma pesquisa na forma de artigos independentes), são comportamentos não éticos e inaceitáveis.

Conflito de interesses. Os autores deverão declarar não ter relações de interesse comercial ou pessoal dentro do marco da pesquisa que levou à produção do manuscrito submetido.

Reconhecimentos. Devem ser descritos os tipos de apoio recebidos tais como financiamento, patrocínios, bolsas ou fornecimento de equipamentos, entre outros.

Avaliação de artigos. Os avaliadores só aceitarão revisar artigos manuscritos cujo tema seja de seu completo domínio. Espera-se uma opinião objetiva do ponto de vista acadêmico e científico, desprovida de condicionamentos pessoais. Durante todo o processo, o avaliador conservará a confidencialidade total do conteúdo do manuscrito e não deverá transferir a responsabilidade designada a um terceiro (copesquisador, estudante de pós-graduação ou outros). Se durante o período de revisão o avaliador considera que tem qualquer impedimento de tipo ético ou conflito de interesses deverá interromper a avaliação e assim comunicar ao Comitê Editorial.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO ACADEMICA:

Todos os manuscritos submetidos à revista devem obedecer aos padrões de apresentação, estilo e citação da revista descritos neste documento “Instruções aos autores”. Caso contrário, os documentos serão retornados e o processo de designação dos avaliadores acadêmicos externos será adiado até que os autores tenham feito a adequação pertinente.

Em uma primeira instância, os manuscritos submetidos serão revisados pelo editor da revista para determinar se o manuscrito enquadra na área temática da revista, em caso afirmativo, o trabalho e envio a colegas acadêmicos externos será aprovado na modalidade duplo-cego com pelo menos dois avaliadores por manuscrito; caso contrário, será enviado um e-mail aos autores indicando que o artigo não foi aceito para dar continuidade ao processo de avaliação por pares acadêmicos.

A avaliação por colegas acadêmicos externos procurará identificar as contribuições para a inovação científica, tecnológica ou pedagógica das propostas respeito ao estado atual de conhecimento da disciplina; os avaliadores devem emitir um conceito de aprovação, modificação ou reprovação e, em caso de conceito dividido pelos avaliadores, o manuscrito será enviado a um terceiro avaliador especialista na área para definir se o manuscrito é aceito ou rejeitado. O Comitê Editorial ou o editor-chefe podem recomendar ou negar a publicação do manuscrito, ou solicitar a correção de sua forma ou conteúdo.

Os critérios considerados durante a avaliação serão:

- Conformidade com as regras de estilo do jornal
- Relevância do conteúdo: os textos devem abordar as questões que sejam relevantes, direta ou indiretamente, para a compreensão de qualquer uma das disciplinas da saúde e produção animal.
- Originalidade, novidade, relevância do tema.
- Qualidade científica: Devem ser utilizadas metodologias adequadas ao tema estudado, que sejam compreensíveis e passíveis de reprodução.
- Rigor de argumentação: as obras devem ter um pensamento formal coerente e lógico.
- Coerência metodológica: concordância entre a definição do problema, os objetivos, os resultados e as interpretações.
- Clareza conceitual: correspondência entre termos científicos ou técnicos utilizados na finalidade temática.

Se os artigos forem aceitos para publicação, os autores devem corrigi-los de acordo com as observações dos avaliadores e/ou do comitê editorial no tempo previsto para isso. As observações que não forem aceitas pelos autores deverão ter um suporte adequado e enviadas em documento anexo ao manuscrito corrigido indicando a página e o número da linha a que faz referência, essas alterações e esclarecimentos serão avaliados pelo editor correspondente. O editor e o comitê editorial reservam-se o direito de rejeitar ou aceitar materiais submetidos para publicação.

Os formatos para realizar a revisão acadêmica de artigos podem ser baixados nos seguintes links:

[Formato dos dados pessoais dos avaliadores](#)

[Formato de avaliação do artigo de pesquisa](#)

[Formato de avaliação do artigo de revisão](#)

[Formato de avaliação de reporte de caso](#)

Ética no processo de publicação

Os Editores comprometem-se a identificar e prevenir a publicação de artigos nos quais tenha ocorrido má conduta de pesquisa. Seria considerado falta de ética grave se o editor autorizasse a publicação de artigos em que fosse identificada situação de má conduta. Portanto, os Editores utilizarão as ferramentas disponíveis para identificar esse tipo de situação, incluindo a aplicação de um software desenvolvido para identificar plágio em cada manuscrito recebido. O Comitê Editorial rejeitará imediatamente qualquer manuscrito que tenha sido identificado como envolvido em algum tipo de má conduta científica, reportando a evidência correspondente aos autores. Em qualquer caso, o autor deve ter a oportunidade de responder a qualquer reclamação.

Os Editores da revista zelarão pelo cumprimento das boas práticas editoriais descritas nesta declaração. É um compromisso institucional que envolve não só a própria revista, mas também o nome e prestígio da “Universidade Nacional da Colômbia” como editora. Quando necessário, os Editores publicarão correções, esclarecimentos, retratações e desculpas.

DIREITOS AUTORAIS:

Os autores que possuem publicações com a Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, aceitam os seguintes termos:

- a) Os autores manterão seus direitos autorais e de publicação e garantirão à revista o direito de primeira publicação de seu trabalho, que estará simultaneamente sujeito à Licença de Reconhecimento Creative Commons que permite que terceiros compartilhem a obra desde que seu autor e seu primeiro publicação são indicados nesta revista.
- b) Os autores podem adotar outros contratos de licença não exclusivos para a distribuição da versão da obra publicada (ex: depositar em arquivo telemático institucional ou publicá-la em volume monográfico) desde que a publicação seja indicada como inicial nesta revista.
- c) Os autores estão autorizados e recomendados a divulgar seus trabalhos pela Internet (ex: em arquivos telemáticos institu-

cionais ou em seu site), o que pode levar a trocas interessantes e aumentar as citações dos trabalhos publicados. (Veja [O acesso aberto- UNESCO](#)).

- d) As tabelas e figuras que não indicam a fonte da informação na parte inferior são consideradas resultados do estudo que está sendo publicado, ou seja, são elaboradas pelos autores do manuscrito com base na informação obtida e processada na pesquisa, relato de caso, etc.

AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO E ACORDO EDITORIAL

Uma vez submetidos os manuscritos, os autores conferem à direção editorial da Revista de la Facultad de Medicina Veterinária y de Zootecnia na sua versão impressa (ISSN 0120-2952) e na sua

versão online (ISSN 2357-3813) a autorização para a sua publicação de acordo com os critérios estabelecidos no "[Formato de Autorización para Publicación](#)" que todos os autores devem assinar.

DECLARAÇÃO DE PRIVACIDADE E POLÍTICA DE PROCESSAMENTO DE DADOS PESSOAIS

As informações e dados pessoais solicitados no processo editorial serão utilizados exclusivamente para os próprios fins da revista, como os processos de indexação em Publindex (Minciencias-Colômbia) e não estarão disponíveis para nenhum outro fim nem pessoa. Os dados pessoais serão tratados de acordo com a Política de Processamento de Dados da Universidad Nacional de Colombia. Para mais informações consulte o seguinte link: <https://unal.edu.co/tratamiento-de-datos-personales.html>



Revista de la
Facultad de **Medicina Veterinaria**
y de **Zootecnia**

© Universidad Nacional de Colombia, 2023