

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



Artículos de Investigación, Reportes de Caso y Revisión

Volumen 67 nro. 2, mayo - agosto de 2020

© UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA

Vol. 67 nro. 2, mayo - agosto 2020

ISSN: 0120-2952 (edición impresa)

ISSN: 2357-3813 (edición en línea)

DOI: 10.15446/rfmvz (CrossRef)

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

Correo electrónico: rev_fmzbog@unal.edu.co

Teléfono 3165000 Ext. 15403 y 15331

Bogotá, D. C., Colombia

DECANO

Luis Gabriel Quintero Pinto

VICEDECANO

Jesús Alfredo Cortés Vecino

DIRECTOR DE BIENESTAR

Gregorio Piñeros Gómez

DIRECTOR DE DEPARTAMENTO DE SALUD ANIMAL

Harvey Lozano Márquez

DIRECTOR DE DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Miguel Ángel Landines Parra

DIRECTORA DE PROGRAMAS DE POSGRADO

Lucía Botero Espinosa

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Gonzalo Jair Díaz González

REPRESENTANTE DE LOS PROFESORES

Gonzalo Téllez Iregui

SECRETARIO ACADÉMICO

Oscar David Turmequé Hernández

DIRECTOR EDITORIAL

Gonzalo Jair Díaz González, M. V., Ph. D.

COMITÉ EDITORIAL

Herman J. Boermans, Ph.D., University of Guelph, Canada

Félix H.D. Gonzalez, Ph.D., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Eduardo Gimeno, Ph.D., Universidad Nacional de la Plata, Argentina

Neil Karrow, Ph.D. University of Guelph, Canada

James Salierno, Ph. D., Fairleigh Dickinson University, United States

Michael Sulyok, Ph.D., University of Natural Resources and Life Sciences, Austria

Franklin Riet-Correa, Ph. D., Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay

Juan Villalba, Ph.D., Utah State University, United States

COMITÉ CIENTÍFICO

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

Félix Díaz, Ph. D., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Herman J. Boermans, Ph. D., University of Guelph, Canada

James Salierno, Ph. D., Fairleigh Dickinson University, United States

Franklin Riet-Correa, Ph. D., Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

COORDINADOR EDITORIAL

Rodrigo Orlando Pinzón Caballero, I. A.

MAQUETACIÓN

Juan Carlos Villamil Navarro, D. G.

IMPRESIÓN

DGP Editores SAS., Bogotá D.C.

Vinculación al Índice Bibliográfico Nacional
Publindex (Colciencias): categoría B
(Convocatoria Nro. 830 de 2018).



COLCIENCIAS
COLOMBIA

Publindex
Indexación • Homologación



THOMSON REUTERS™

Revista integrada en Scielo Citation Index
de Thomson Reuters Web of Science



<http://ililacs.bvsalud.org/es/>

SciELO

www.scielo.org



www.cabdirect.org

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

www.doaj.org



www.latindex.unam.mx/index.html

e-revist@s

(Plataforma Open Acces de Revistas Científicas
Electrónicas Españolas y Latinoamericanas)

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.

Contenido

Política Editorial	105
--------------------	-----

Artículos de Investigación

Salud animal

Molecular detection of <i>Babesia canis vogeli</i> and <i>Hepatozoon canis</i> in dogs in the department of Magdalena (Colombia) [Detección molecular de <i>Babesia canis vogeli</i> y <i>Hepatozoon canis</i> en perros en el departamento del Magdalena (Colombia)] <i>R. S. Thomas, A. M. Santodomingo, L. R. Castro</i>	107
Evaluación de algunos factores de riesgo para la presentación de síndrome de úlcera gástrica (SUGE) en el caballo criollo colombiano en el Valle de Aburrá, Antioquia (Colombia) [Evaluation of some risk factors for the presentation of equine gastric ulcer syndrome (EGUS) in colombian creole horse in Valle de Aburrá, Antioquia (Colombia)] <i>F. A. Gómez, J. D. Ruiz, D. I. Balvin</i>	123
Evaluación por gastroscopia simple y cromoesndoscopia convencional de la superficie gastroesofágica y duodenal proximal del equino. Estudio piloto [Evaluation by simple gastroscopy and conventional chromoesndoscopy of the gastro-esophageal and proximal duodenal surface of equine. Preliminary study] <i>A. Mira , J. L. Sánchez, J. R. Martínez</i>	136
Comparación de perfil lipídico por sexo y edad en una población de equinos en Caldas (Colombia) [Comparison of lipid profile by sex and age in an equine population in Caldas (Colombia)] <i>J. H. Osorio, Y. E. Quenan, J. A. Castañeda</i>	149

Producción animal

Bromatological characteristics of fillet fish of *Leporinus agassizi* and *Leporinus fasciatus* (Pisces: Characidae) in its natural hábitat

[Características bromatológicas de filetes de *Leporinus agassiz* y *Leporinus fasciatus* (Pisces: Characidae) en su hábitat natural]

C. D. Sua-Céspedes, J. L. Vélez-Parodi, J. A. Ramírez-Merlano, A. Torrez-Tabares, Y. M. Velasco-Santamaria _____

159

Reporte de caso

Mastocitoma felino

[Feline mastocytoma]

G. Delgado-López, C. Moreno-Babilonia _____ 171

Instrucciones para los autores y consideraciones éticas _____ 185

Instructions for authors and ethical considerations _____ 188

Instruções aos autores e considerações éticas _____ 191

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:

Nacionales:

- Categoría C del Índice Bibliográfico Nacional - Publindex (Colciencias) vigencia: septiembre 15 de 2019
- SciELO Colombia

Internacionales:

- Scielo Citation Index - Web of Science (Thomson Reuters)
- CAB-Abstracts (CAB International)
- Redalyc
- DOAJ (Directory of Open Acces Journals)
- LILACS
- Latindex (UNAM)
- e-Revistas
- Dialnet

Nuestros contenidos Open-Access se pueden consultar y bajar en:
www.revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/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 el de 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., relacionados con el quehacer científico en el área de las Ciencias Animales y otras afines. Su filosofía ha sido la de 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 por obtener reconocimiento con 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 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 jurados 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.

Molecular detection of *Babesia canis vogeli* and *Hepatozoon canis* in dogs in the department of Magdalena (Colombia)

R. S. Thomas¹*, A. M. Santodomingo¹ L. R. Castro²

Artículo recibido: 12 de diciembre de 2019 · Aprobado: 27 de agosto de 2020

ABSTRACT

The canine population in the cities of Ciénaga and Santa Marta has been estimated at 54,953 based on individual dogs with owners. Due to the role that dogs play in society, either as pets or as transmitters of zoonoses to humans, we conducted a study with 169 blood samples from dogs that visited two veterinary clinics in these locations between March and September of 2017. The objective of the study was to detect species of *Babesia* and *Hepatozoon canis* by amplifying the 18S gene using conventional polymerase chain reaction (PCR). The presence of *Babesia* sp. and *Hepatozoon canis* was detected in 15 (8.87%) and 12 (7.10%) DNA samples, respectively. In addition, 7 (4.14%) cases of coinfection were recorded. The *Babesia* sp. sequences obtained corresponded to the *B. canis vogeli* subspecies. This both pathogens in the Colombian Caribbean region and cases of coinfection in Colombian dogs. Therefore, the national veterinary community is encouraged to consider the information presented here in their differential diagnoses associated with companion vector-borne diseases (CVBDs). This information will allow veterinary professionals to create control and prevention strategies to prevent the spread of these infections.

Keywords: PCR, Colombia, dogs, *Babesia canis vogeli*, *Hepatozoon canis*.

Detección molecular de *Babesia canis vogeli* y *Hepatozoon canis* en perros en el departamento del Magdalena (Colombia)

RESUMEN

La población canina en las ciudades de Ciénaga y Santa Marta se ha estimado en 54.953 individuos con propietarios. Debido al rol que desempeñan los perros en la sociedad, ya sea como animales de compañía o como transmisores de zoonosis al humano, se realizó un estudio con 169 muestras sanguíneas de perros que visitaron dos clínicas veterinarias en estas localidades entre marzo y septiembre del año 2017. El objetivo del estudio consistió en detectar especies de *Babesia* y *Hepatozoon canis* amplificando el gen 18S mediante reacción en cadena de la polimerasa convencional (PCR-c). La presencia de *Babesia* sp. y *Hepatozoon canis* se detectó en 15 (8,87%) y 12 (7,10%) muestras de ADN, respectivamente. Además, se registraron 7 (4,14%) casos de coinfección. Las secuencias obtenidas de *Babesia* sp. correspondieron a la subespecie *B. canis vogeli*. Se presentan ambos patógenos para la

¹ Evolution, Systematics and Molecular Ecology Research Group (GIESEMOL), University of Magdalena. Cl. 32 #22-08, Santa Marta, Magdalena (Colombia).

* Corresponding author: richardthomashz@gmail.com

región Caribe colombiana y casos de coinfección en perros de Colombia. Por lo tanto, se exhorta a la comunidad veterinaria nacional a considerar la información presentada en sus diagnósticos diferenciales asociados a las enfermedades transmitidas por vectores de compañía (CVBDs). Esta información permitirá a los profesionales veterinarios crear estrategias de control y prevención para mitigar la propagación de estas infecciones.

Palabras clave: PCR, Colombia, perros, *Babesia canis vogeli*, *Hepatozoon canis*.

INTRODUCTION

Nearly half of the world's population is at risk of contracting vector-borne diseases (VBD); after mosquitoes, ticks are of great importance in public and veterinary health as vectors of pathogens (such as bacteria, helminths, protozoans, and viruses, among others) that affect animals and humans (WHO 2017). Pets, especially canines, play an important role in the propagation of VBDs to humans as they are hosts for these arthropods (Dantas-Torres and Otranto 2016).

In Santa Marta and Ciénaga (Magdalena), the canine population was estimated at 54,953 based on individuals with owners (Minsalud 2017). Canines are commonly parasitized by *Rhipicephalus sanguineus* (brown dog tick) (Baneth *et al.* 2001). This species, together with *Rhipicephalus microplus*, *Amblyomma ovale* and *Amblyomma cajennense*, have been reported as a vector species for *Babesia* and *Hepatozoon canis* (de Miranda *et al.* 2011; Ribeiro *et al.* 2017).

Babesia and *Hepatozoon* are two genera of hemoparasites protozoans transmitted by ticks (Homer *et al.* 2000; Baneth *et al.* 2003), high parasitemia of these parasites in an individual produces babesiosis and hepatozoonosis, respectively (Homer *et al.* 2000; Baneth *et al.* 2001). Babesiosis is an emerging zoonosis affecting humans and animals, while hepatozoonosis is classified as an emerging infection only affecting animals (Florez *et al.* 2018; González-Ascanio and Vásquez-Franco 2018).

These hemoparasites have been reported in Africa (Lorusso *et al.* 2016; Harris *et al.* 2017), Asia (Adao *et al.* 2017), Australia (Greay *et al.* 2018), Europe (Ebani *et al.* 2015), North America (Birkenheuer *et al.* 2005; Little *et al.* 2009), Central America (Rojas *et al.* 2014) and South America (Eiras *et al.* 2007, 2008; Rey-Valeirón *et al.* 2007, 2012; de Almeida *et al.* 2010; Otranto *et al.* 2011 Da Silva *et al.* 2016; Vezzani *et al.* 2017). In Colombia, Vargas-Hernández *et al.* (2012a, 2012b) reported findings of 5/91 dogs positive for *Babesia* sp. and 29/91 individuals positive for *H. canis* using conventional polymerase chain reaction (PCR). Additionally, Galván *et al.* (2018) recently reported 11/42 dogs positive for *Babesia canis vogeli* at the Colombian Caribbean region and Cala *et al.* (2018) recently found one Siberian Husky positive for *H. canis* at the city Cúcuta, using the same technique. These pathogens have also been reported in different locations of the country (Santander and Cauca) using blood smear techniques and antibody titers (Guerra *et al.* 2012; Florez *et al.* 2018).

Despite their importance in public (babesiosis) and veterinary health (babesiosis and hepatozoonosis) (Vargas-Hernandez *et al.* 2012b; Dantas-Torres and Otranto 2016), few studies in Colombia have been conducted on human babesiosis, with research being restricted mainly to livestock production systems (babesiosis) because of the economic importance of

this industry (Zapata 2012; Cortés *et al.* 2016). However, there have been reports of *Babesia* sp. infecting humans (a case coinfection with *Ehrlichia* sp.) in the Colombian Caribbean (Montes-Farah *et al.* 2012), in addition to one report in the department of Córdoba with serum IgG antibodies of *Babesia microti* through direct immunofluorescence (Buelvas *et al.* 2008).

Additionally, the department of Magdalena has climatic conditions that favor the proliferation of diseases transmitted by ticks (TBD) (Mutz 2009). Moreover, the recent report by Galván *et al.* (2018) on the presence *B. canis vogeli* in Caribbean region domestic dogs (in the department of Córdoba) and the fact that most of the ticks usually associated to dogs lack host specificity (Dick and Patterson 2007), denotes the necessity and relevance to perform research on these hemoparasites in domestic canines in order to understand their epidemiological roles and associated risks in the transmission and propagation of tick-borne diseases (Dantas-Torres and Otranto 2016). In the present study, we sought to detect *Babesia* and *H. canis* species by PCRc in blood samples from dogs that visited two veterinary clinics in two locations in the department of Magdalena (Colombia).

MATERIALS AND METHODS

All the procedures performed in this study were approved by the research ethics committee of the University of Magdalena. The animals in this research were treated with prior authorization from their owners.

Study area

For this work, samples were collected from urban areas in two localities from the department of Magdalena (Colom-

bia), in Ciénaga (veterinary clinic Fincas y Mascotas) and Santa Marta (veterinary clinic Origen Animal), north of Colombia (Figure 1). These localities are characterized by a tropical dry forest, with a semi-arid climate and marked water deficit between December and March (dry season); for Santa Marta the precipitation regime is unimodal-bi-seasonal with an annual average rainfall of 608.8 mm, moreover, Ciénaga presents a bimodal-tetra-seasonal precipitation regime with an average rainfall of 716.8 mm per year (Rangel and Carvajal-Cogollo 2012).

Sample collection

Between March and September 2017, 191 blood samples were collected from dogs that visited the *Fincas y Mascotas* veterinary clinic in Ciénaga (34 samples) and the *Origen Animal* clinic in Santa Marta (157 samples) within the department of Magdalena (Colombian Caribbean). Both are in the urban area of each locality. Samples were taken by convenience, as patients arrived, with prior authorization of their owners, and without discriminating clinical status. One cubic centimeter (cc) of blood was drawn for each individual and stored in tubes with 500 µL ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA). Tubes were labeled R (samples from Ciénaga) and RC (samples from Santa Marta). Data on origin, breed, sex and age were recorded. The samples were stored at -20 degrees Celsius (°C) for acid desoxiribonucleic (DNA) extraction (< 72 hours).

DNA extraction and gene amplification

One hundred microliters of blood were used for DNA extraction following the protocol of the MasterPure™ extraction

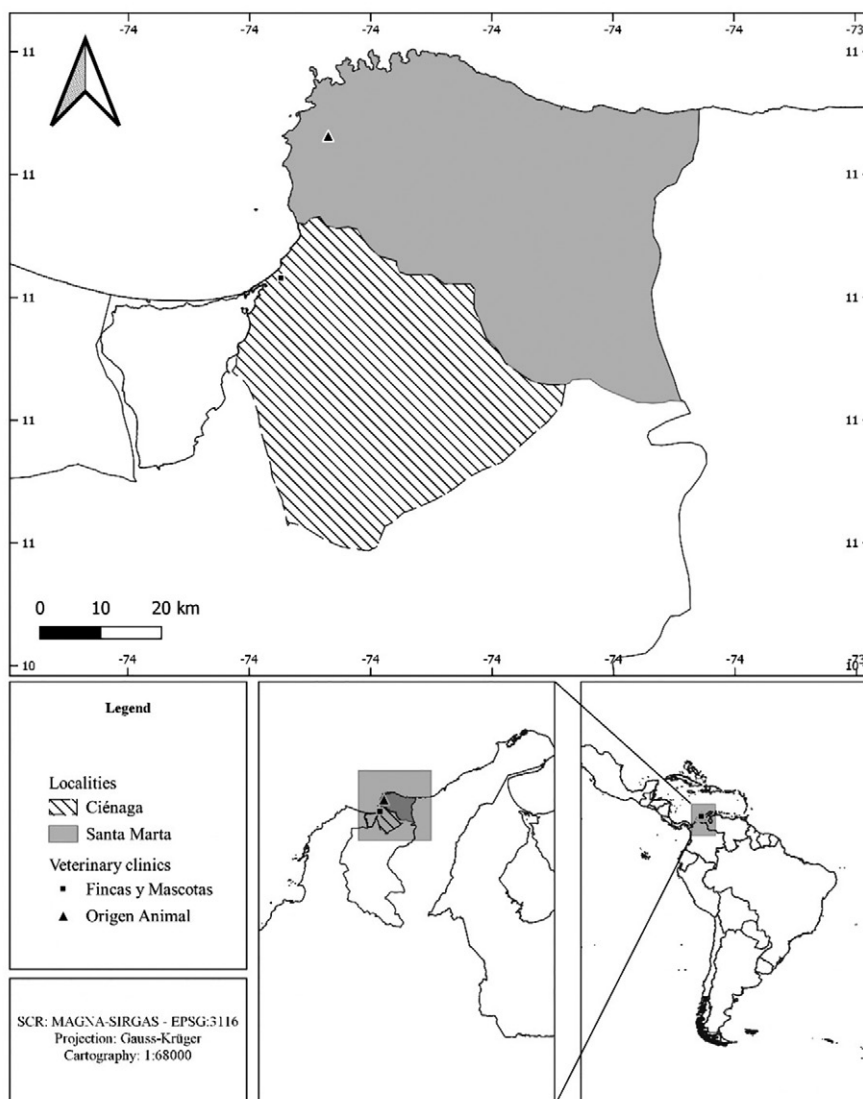


FIGURE 1. Study area: department of Magdalena (Colombia), urban area from the municipalities of Ciénaga and Santa Marta, veterinary clinics Fincas y Mascotas (Ciénaga) and Origen Animal (Santa Marta).

kit from Epicenter (USA); the resulting pellet was resuspended in 40 μ L of double-distilled water (ddH₂O). The quality of the extraction was verified by electrophoresis in agarose gel with GelRed (Biotum) stain

and HyperLadder™ 50 base pairs (bp) (5 X) was used as a molecular weight marker.

PCR was performed in an Eppendorf Mastercycler® Pro thermocycler using primers for *Babesia* species Ba103, 5'-CCAATC

CTG ACA CAG GGA GGT AGT GAC A-3' and Ba721, 5'-CCC CAG AAC CCA AAG ACT TTG ATT TCT CTC AAG-3' (619 bp) and for *Hepatozoon canis* Hep001, 5'-CCT GGC TAT ACA TGA GCA AAA TCT CAA CTT-3' and Hep737, 5'-CCAACTGTCCCTATCAATCAT-TAAAGC-3' (737 bp) (Kledmanee *et al.* 2009) in a final volume of 25 microliter (μ L) consisting of 2 μ L of DNA, 5 μ L of dNTP's [10 millimolar (mM)], 1 μ L of MgCl (50 mM), 2.5 μ L of PCR buffer (10 X), 1 μ L of each primer [10 micromolar (μ M)], 17.75 μ L of ddH₂O and 0.25 μ L of Taq polymerase (BIOLASE™ from Bioline; 5 U/ μ L). The amplification conditions were taken from Kledmanee *et al.* (2009) with an initial denaturation of 95°C for 15 minute (min) followed by 30 cycles of 94°C for 45 seconds (s), annealing at 65°C for 45 s, extension at 72°C for 1 min, and a final phase of 72°C for 7 min (final extension).

Sequence analyses and phylogenetics analyses

The sequences were verified using the BLASTn® (Basic Local Alignment Search Tool: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) and were edited with ProSeq® Version 3 (Filatov 2009). The resulting sequences in this study and a set of sequences downloaded from GenBank were aligned using the ClustalW algorithm (Thompson *et al.* 1994) in MEGA 7.0 (Kumar *et al.* 2018).

The best substitution models and partition schemes were established for each data set using Partition Finder (Lanfear *et al.* 2012) in accordance with the Bayesian information criterion (BIC) (Schwarz 1978). The GTR + G model was selected both for the 18-subunit ribosomal acid ribonucleic (18S rRNA) gene of *Babesia* sp. and *H. canis*. For phylogenetic recon-

struction, the Bayesian inference (BI) and maximum likelihood (ML) methods were used, using MrBayes 3.2.2 (Ronquist *et al.* 2012) for the first and RAxML 8.0.24 (Stamatakis 2006) for the second method.

For the BI, two independent runs of 10⁷ generations were performed, sampling the trees every 1000 generations and excluding the initial 25% of trees as burnin. Tracer v1.7.1 was used to validate the convergence of the MCMC chain (Rambaut *et al.* 2018). Bayesian posterior probabilities (BPPs) were used to estimate the statistical support on internal nodes; considering values ≥ 0.70 as strong statistical support (Huelsenbeck and Ronquist 2001). The ML analyses were performed using heuristic search, with evaluation the robustness of the inferred tree using the bootstrap (BP) algorithm of RAxML with 1000 replicates. Values of BP > 70% were considered statistically supported (Hillis and Bull 1993).

Statistical analyses

To determine the infection frequency (FI) of *Babesia* sp. and *H. canis* in the samples examined, we used the Epidat V 4.2 software, using a 95% confidence interval (CI). The Pearson Chi-squared test was used to establish statistically significant differences between the positive cases and the datasets (origin, breed, sex and age) compiled during sampling using SPSS software V 20.0. P-values < 0.05 represented statistically significant differences. Age was organized in three age groups: young dogs (< 2 years), adult dogs (2-5 years) and older dogs (> 5 years), according to the vet recommendations.

RESULTS

From a total of 191 samples collected, satisfactory DNA extractions were achieved for

TABLE 1. Demographic data between breed and sex.

BREED	N	SEX (N *F/*M)	POSITIVE		
			BABESIA SP. (N= 15/169)	H. CANIS (N= 12/169)	CO-INFECTION (N= 7/169)
Basset Hound	1	M	-	-	-
Beagle	4	2F/2M	1	-	-
Boxer	2	H	-	-	-
French Bulldog	2	H	-	-	-
English Bulldog	2	1F/1M	-	-	-
Bullterrier	1	M	-	-	-
Chow-Chow	1	H	1	-	-
Cocker Spaniel	4	2F/2M	1	-	-
Doberman	2	M	-	-	1
French Poodle	21	10F/11M	2	5	2
Golden Retriever	6	3F/3M	-	-	1
Great Dane	1	M	-	1	-
Jack Russell Terrier	3	1F/2M	-	-	-
Labrador	9	3F/6M	1	-	-
Maltese	1	H	-	-	-
Mixed breed	59	26F/33M	3	3	2
German Shepard	2	1F/1M	2	-	-
Pinscher	11	7F/4M	-	-	1
Pit Bull	6	3F/3M	2	-	-
Pug	5	3F/2M	-	-	-
Rottweiler	1	H	-	-	-
Schnauzer	13	6F/7M	1	3	-
Shih Tzu	8	2F/6M	1	-	-
Siberian Husky	2	1F/1M	-	-	-
Yorkshire Terrier	2	M	-	-	-
Sex					
Female	78		7	4	1
Male	91		8	8	6

TABLE 2. Chi-squared tests of breed, sex, origin and age versus positive sample for *Babesia* sp. [B (+)], *H. canis* [H (+)] and coinfectd (*Babesia* sp. and *H. canis*) [BH (+)] individuals. * *p*-value < 0.05.

	Degrees of freedom	H (+)		B (+)		BH (+)	
		Value	<i>p</i> -value	Value	<i>p</i> -value	Value	<i>p</i> -value
Breed	24	35	0.068	27.378	0.287	23.333	0.5
sex	1	3.39	0.066	0.975	0.323	2.984	0.084
Origin	1	5.391	0.02*	4.153	0.042*	1.839	0.175
Age	2	3.932	0.14	0.961	0.619	0.879	0.644

169 samples (87.56%), with 34 samples corresponding to the *Fincas y Mascotas* veterinary clinic in Ciénaga and 135 samples from the *Origen Animal* clinic in Santa Marta. 15/169 samples were found to be positive for *Babesia* sp. (8.87%; IC = 5,053-14,217) and 12/169 (7.10%; IC = 3,723-12,075) samples were found to be positive for *H. canis*.

In addition, 7/169 (4.14%; IC = 1,681-8,348) individuals were found to be coinfectd with *Babesia* sp. and *H. canis* (Table 1). Individuals positive for *Babesia* sp. were aged between 1-8 years, while the age range for *H. canis* was between 0.4-9 years and the age, range for coinfectd animals was between 0.9-10 years.

The FI of *Babesia* species in samples from Santa Marta was estimated at FI= 5.15% (7/135) of dogs aged between 1 and 8 years. For *H. canis*, the FI was 8.82% (12/135) of individuals between 0.4 and 9 years. For samples collected in Ciénaga, the FI of *Babesia* species was 23.53% (8/34) of dogs aged between 2-8 years, while the FI of *H. canis* was zero.

The Pearson Chi-squared tests showed no significant differences between the

variables of breed, sex and age for any positive cases of *Babesia* sp., *H. canis* or coinfections. However, significant differences were found between the origin and positive cases for both pathogens (Table 2).

Molecular characterization

Four (4) positive samples were sequenced for each pathogen analyzed. The 18S rRNA sequences obtained from dogs infected with *Babesia* species showed 99% and 100% identity with *B. canis vogeli* (LC331058.1 and MG586234.1 respectively). For *H. canis*, the samples showed 99% identity with *H. canis* clone 9618 (KC138532.2) and *H. canis* strain SK-144 (JX112783.1). Only one sequence showed a similarity of 97% with *H. canis* isolate M2 (MF588668.1). The analysis of BI and ML with the 18S gene suggests a close relationship between the sequenced samples of *Babesia* sp. and those of *B. canis vogeli* downloaded from GenBank (Figure 2). On the other hand, the phylogenetic analyses for *H. canis* confirm the specificity of the primers used, as our samples grouped with other *H. canis* sequences (Figure 3).

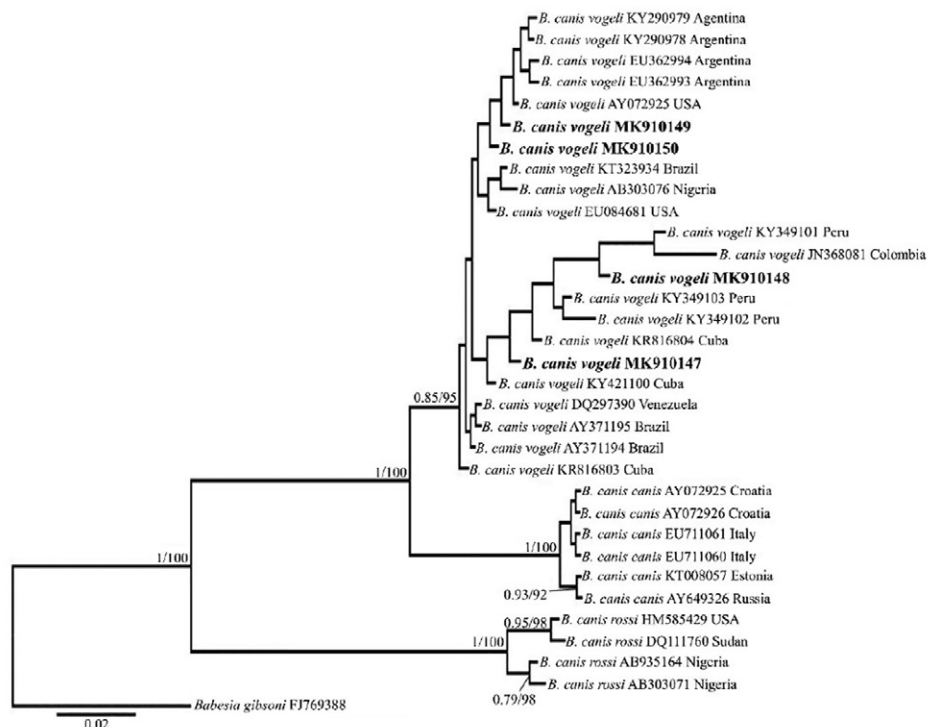


FIGURE 2. Topology of the tree obtained in the Bayesian and max likelihood phylogenetic analyses including the sequences obtained in this study and the *Babesia canis* 18S gene sequence downloaded from GenBank. The numbers correspond to the posterior probability/bootstraps values.

Nucleotide sequence data reported in this paper are available in the GenBank™ database under the accession numbers: MK910141, MK910142, MK910143, MK910144, MK910147, MK910148, MK910149 and MK910150.

DISCUSSION

This is the first report, to our knowledge, of cases of infection and coinfection by the pathogens *Babesia* sp. and *H. canis* in blood samples from dogs in the department of Magdalena. The first report by *H. canis* and second report of *B. canis vogeli* on domestic dogs at the Colombian Caribbean region, using conventional PCR. Also, this is the first report, to our knowledge, of

co-infection of *Babesia* sp. and *H. canis* in domestic dogs from Colombia. This type of dual infection has been reported previously in domestic dogs of city Cuiabá and Minas Gerais (Brazil) (Mundim *et al.* 2008; Spolidorio *et al.* 2011).

B. canis and *H. canis* have been reported in dogs from almost all sites with records of *R. sanguineus* (Rojas *et al.* 2014). Although *A. ovale* has also been documented as a vector of *H. canis* (Forlano *et al.* 2005; Rubini *et al.* 2009), and *Amblyomma cajenense sensu lato* (s. l.) has been proposed as a vector for this species (O'Dwyer *et al.* 2001). Therefore, the presence of these hemoparasites in the Caribbean region is expected, considering that ticks of the fam-

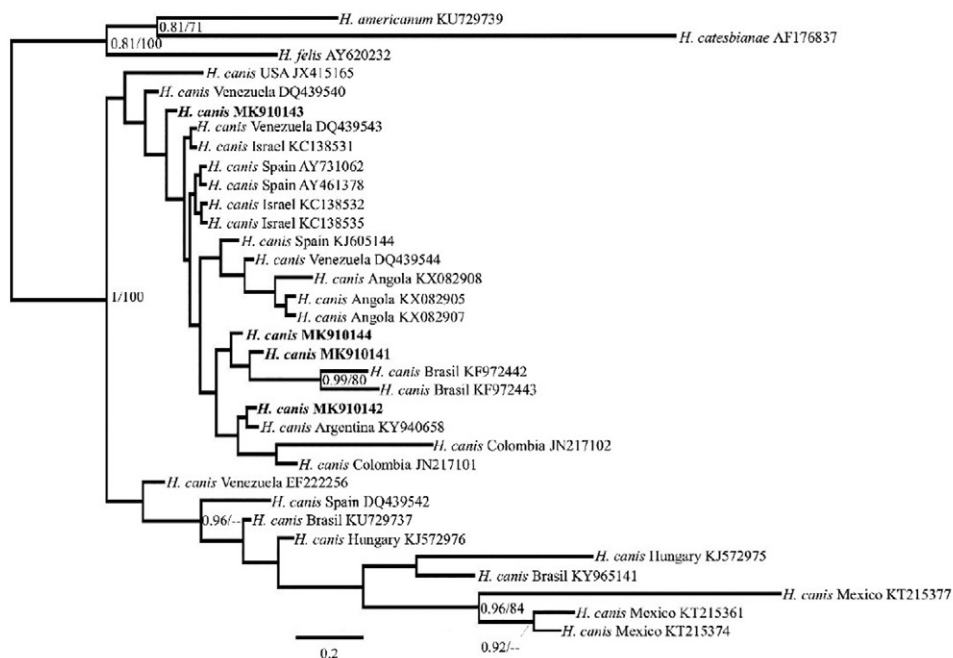


FIGURE 3. Tree topology of the Bayesian and maximum likelihood phylogenetic analyses including the sequences obtained in this study and the *Hepatozoon canis* 18S gene sequence downloaded from GenBank. The numbers correspond to the posterior probability/bootstrap values.

ily Ixodidae (*A. ovale*, *R. microplus* and *R. sanguineus*) have been found parasitizing dogs (Paternina *et al.* 2009; de Miranda *et al.* 2011), in addition to a report of *A. cajennense* s. l. on horses from the Tayrona National Natural Park (PNNT) (Santodomingo *et al.* 2019). However, *H. canis* has also been reported in areas free of *R. sanguineus* (Mitkova *et al.* 2017), which could be explained by the vertical transmission of *H. canis* reported by Murata *et al.* (1993).

With respect to cases of infection, a greater number of *H. canis* positive cases were found in males (8/12) than that in females (4/12), while for *Babesia*, the difference was greater only by one individual male (8/15 males and 7/15 females). Ad-

ditionally, the cases of co-infection were greater for males (6/7) than for females (1/7). These results can be explained due to the preponderance of male dogs in the samples, or by an increased roaming behavior on these (Veneziano *et al.* 2018). However, in the present study, no significant correlations were found between positive samples and sex, which is in agreement with that reported by Aktas *et al.* (2015) and Ćoralić *et al.* (2018); denoting that these hemoparasites do not differentiate between sexes (O'Dwyer 2001; Mellanby *et al.* 2011).

The positive cases according to breed in our study were ranked as follows: the highest rate of infection by *Babesia* was found in mixed-breeds (20%), followed by

French Poodles, German Shepherds and Pit Bulls (all 13%) and other breeds (6,6%). For *H. canis*, the FI was highest in French Poodles (41.6%), followed by mixed-breeds and Schnauzers (both 25%), and Great Danes (8.3%). Rey-Valeiron *et al.* (2012) and Vezzani *et al.* (2017) documented a higher prevalence of *H. canis* in mixed-breed dogs in Venezuela and Argentina. Mestizo and French Poodles dogs probably presented a higher percentage of infection due to the predominance of these races in our sampling, as these races are popular households in the region. Also, it is possible that these dogs are left in complete freedom by their owners, generating a greater encounter factor with the vector and increasing the probability of infection, unlike expensive breed dogs that generally are kept under strict supervision and care of their owners.

On the other hand, for the present study, the FI of individuals positive for *Babesia* was 11.48% (76 samples) in dogs < 2 years of age, 15.51% (58 samples) in dogs 2-5 years of age, and 12% (25 samples) in dogs > 5 years of age. While for *H. canis* was 10.76% (65 samples) in dogs < 2 years of age, 11.53% (52 samples) in dogs 2-5 years of age, and 38% (18 samples) in dogs > 5 years of age. These outcomes could suggest a greater susceptibility in adult dogs (> 2-5 years) to *Babesia* and in older adult dogs (> 5 years) to *H. canis*. The above, could be explained by the immunologic status of the host (which changes by age) or an increased exposure to the tick vectors in adult and older dogs, having more opportunities and more time to become infected (Farkas *et al.* 2014; Aktas *et al.* 2015; Tsegay *et al.* 2016). However, our study did not find statistically significant correlations between age and positive cases for *Babesia* or *H. canis*. Moreover, there is evidence of a higher susceptibility to *Babesia* and *H.*

canis in puppies and young dogs, due to an immature immune system (Baneth and Weigler 1997; Ivanov and Tsachev 2008).

The phylogenetic analyses grouped our *Babesia* sp. sequences with the sequences of *B. canis vogeli* (Fig. 2), which is the only subspecies reported in domestic dogs to date in Colombia (Vargas-Hernández *et al.* 2012a; Galván *et al.* 2018) and some Latin American countries (Jarquín-Díaz *et al.* 2016; Da Silva *et al.* 2016). This subspecies has been widely reported in canines worldwide (Adao *et al.* 2017; Ribeiro *et al.* 2017), mainly in tropical and subtropical areas (Southern United States, Southern Cone of America, Southern Africa, Southern Europe, Middle East, Central America and the Caribbean) (Shaw *et al.* 2001).

This phenomenon could be explained by the cosmopolitan distribution of its main vector (*R. sanguineus*) (Dantas-Torres 2010). Therefore, the other samples positive for *Babesia* sp. most likely correspond to this subspecies, given that the other two *Babesia* sp. reported in dogs (*B. canis canis* and *B. canis rossii*) are transmitted by *Dermacentor reticulatus* in Europe and *Haemaphysalis leachi* in southern Africa, respectively (Carret *et al.* 1999; Földvári *et al.* 2005), and none of these vectors have been reported in Colombia (Rivera-Páez *et al.* 2018).

On the other hand, our *H. canis* sequences grouped into one clade with other *H. canis* sequences (Figure 3). However, the statistical support was not strong enough to make inferences about the phylogenetic relationships among the different sequences obtained and included.

H. canis has been described as the causative agent of canine hepatozoonosis in Colombia (Vargas-Hernandez *et al.* 2012b). However, in Brazil, Criado-Fornelio *et al.* (2006) and André *et al.* (2010) reported a species similar to *Hepatozoon americanum*

in wild canids. While *H. americanum* had only been reported in northern America (Baneth 2011), Gomes *et al.* (2016) provided the first molecular evidence of this species infecting domestic dogs in Brazil. Therefore, perhaps other species of *Hepatozoon* sp. are parasitizing dogs in South America (de Miranda *et al.* 2011).

The FI of *Babesia* sp. in the present study was 8.82%, while the FI of *H. canis* was estimated at 7.10%. Although *H. canis* was not frequent in the Ciénaga samples (p-values = 0.02), *Babesia* sp. frequency was significantly higher (FI = 23.52%) than that in the Santa Marta locality (FI = 5.14%) in terms of FI (p-values = 0.042). Our results differ to those of Vargas-Hernandez *et al.* (2012a, 2012b), who reported higher prevalence values for *H. canis* (31.8%; 29/91 canines) than for *B. canis vogeli* (5.5%; 5/91 dogs) and differ to those Galván *et al.* (2018), who reported higher FI of *B. canis vogeli* (26%; 11/42 dogs). The high frequency of *Babesia* infection in this latest work compared to ours was expected, as their study included dogs that presented clinical signs related to tick-borne diseases. The FI of *Babesia* sp., which was slightly higher (8.87%) than that in the study by Vargas-Hernández *et al.* (2012a) (5.5%), could suggest a high presence of this species for the Colombian Caribbean region, which would be supported by the findings of Galván *et al.* (2018).

The low prevalence of *H. canis* in our study could be explained in terms of the sampling, the characteristics of the study population, social factors (raising and caring for pets), the immune status of the dogs, climatic conditions and geographic location, all of which are factors that influence the abundance and distribution of the vector ticks (de Miranda *et al.* 2014).

Moreover, *H. canis* can remain with intermittent or low levels of parasitemia, making it difficult for detection, therefore, it would be recommended to implement nested-PCR or real-time PCR to increase chances of detection, as it is rare to find dogs with high levels of *Hepatozoon* infection (Gomes *et al.* 2016).

The findings of coinfections in the present study denote a problem that veterinarians may face when determining positive cases, not only because they complicate the diagnosis but also because coinfections make an individual more susceptible to infections by other hemoparasites (such as *Ehrlichia*, *Rickettsia*, *Anaplasma*, among others) (Rojas *et al.* 2014; Happi *et al.* 2018). The veterinary community is encouraged to consider the information presented here in their differential diagnoses associated with companion vector-borne diseases (CVBD).

CONCLUSIONS

The first pilot study for the detection and prevalence of *Babesia* and *Hepatozoon canis* species was conducted in dogs from two locations in the department of Magdalena (Colombia). The presence of *B. canis vogeli* and *H. canis* was corroborated by sequencing PCR products and making phylogenetic inferences from the blood samples of dogs examined from both locations. Our results are relevant for the future studies and monitoring of these pathogens in the Colombian Caribbean region and at the national territory.

Acknowledgments

We thank the veterinarians Danilo Lombardi and Antonio Villamizar for their assistance in the collection of samples and Fonciencias project 0335-2018 for funding.

REFERENCES

- Adao DEV, Herrera CMT, Galarion LH, Bolo NR, Carlos RS, Carlos ET, Carlos SS, Rivera WL. 2017. Detection and molecular characterization of *Hepatozoon canis*, *Babesia vogeli*, *Ehrlichia canis*, and *Anaplasma platys* in dogs from Metro Manila, Philippines. Korean J Vet Res. 57(2): 79–88. Doi: [10.14405/kjvr.2017.57.2.79](https://doi.org/10.14405/kjvr.2017.57.2.79).
- Aktas M, Özübek S, Altay K, Balkaya I, Utuk AE, Kirbas A, Şimsek S, Dumanli N. 2015. A molecular and parasitological survey of *Hepatozoon canis* in domestic dogs in Turkey. Vet Parasitol. 209(3–4): 264–267. Doi: [10.1016/j.vetpar.2015.02.015](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.02.015).
- André MR, Adania CH, Teixeira RHF, Vargas GH, Falcade M, Sousa L, Salles AR, Allegratti SM, Felipe PAN, Machado RZ. 2010. Molecular detection of *Hepatozoon* spp. in Brazilian and exotic wild carnivores. Vet Parasitol. 173: 134–138. Doi: [10.1016/j.vetpar.2010.06.014](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.06.014).
- Baneth G. 2011. Perspectives on canine and feline hepatozoonosis. Vet Parasitol. 181(1): 3–11. Doi: [10.1016/j.vetpar.2011.04.015](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.04.015).
- Baneth G, Mathew JS, Shkap V, Macintire DK, Barta JR, Ewing SA. 2003. Canine hepatozoonosis: Two disease syndromes caused by separate *Hepatozoon* spp. Trends Parasitol. 19(1): 27–31. Doi: [10.1016/S1471-4922\(02\)00016-8](https://doi.org/10.1016/S1471-4922(02)00016-8).
- Baneth G, Samish M, Alekseev E, Aroch I, Shkap V. 2001. Transmission of *Hepatozoon canis* to dogs by naturally-fed or percutaneously-injected *Rhipicephalus sanguineus* ticks. J Parasitol. 87(3): 606–11. Doi: [10.1645/0022-3395\(2001\)087\[0606:TO-HCTD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1645/0022-3395(2001)087[0606:TO-HCTD]2.0.CO;2).
- Baneth G, Weigler B. 1997. Retrospective case-control study of hepatozoonosis in dogs in Israel. J Vet Intern Med. 11(6): 365–370. Doi: [10.1111/j.1939-1676.1997.tb00482.x](https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1997.tb00482.x).
- Birkenheuer AJ, Correa MT, Levy MG, Breitschwerdt EB. 2005. Geographic distribution of babesiosis among dogs in the United States and association with dog bites: 150 cases (2000–2003). J Am Vet Med Assoc. 227: 942–947. Doi: [10.2460/javma.2005.227.942](https://doi.org/10.2460/javma.2005.227.942).
- Buelvas F, Alvis N, Buelvas I, Miranda J, Mattar S. 2008. Alta Prevalencia de Anticuerpos contra *Bartonella* y *Babesia microti* en Poblaciones Rurales y Urbanas en dos Provincias de Córdoba, Colombia. Rev Salud Pública. 10(1): 168–177. Doi: [10.1590/s0124-00642008000100016](https://doi.org/10.1590/s0124-00642008000100016).
- Cala DL, Noguera AK, Álvarez NC, Aguinaga JY. 2018. Primeros casos de infección canina con *Hepatozoon canis* en la ciudad de Cúcuta, Colombia. Rev Inv Vet Perú. 29: 1562–1570. Doi: [10.15381/rivep.v29i4.15345](https://doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15345).
- Carret C, Walas F, Carcy B. 1999. *Babesia canis canis*, *Babesia canis vogeli*, *Babesia canis rossi*: differentiation of the three subspecies by a restriction fragment length polymorphism analysis on amplified small subunit ribosomal RNA genes. J Eukaryot Microbiol. 46(3): 298–303. Doi: [10.1111/j.1550-7408.1999.tb05128.x](https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.1999.tb05128.x).
- Čoralić A, Gabrielli S, Zahirović A, Stojanović NM, Milardi GL, Jazić A, Zuko A, Čamo D, Orašević S. 2018. First molecular detection of *Babesia canis* in dogs from Bosnia and Herzegovina. Ticks Tick-Borne Dis. 9(2): 363–368. Doi: [10.1016/j.ttbdis.2017.11.013](https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.11.013).
- Cortés JA, Betancourt JA, Cárdenas JA, Pulido LA. 2016. Distribución de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos y fincas del Altiplano cundiboyacense (Colombia). Corpoica Cienc y Tecnol Agropecu. 11(1): 73–84. Doi: [10.21930/rcta.vol11_num1_art:197](https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num1_art:197).
- Criado-Fornelio A, Ruas JL, Casado N, Farias NAR, Soares MP, Müller G, Brum JGW, Berne MEA, Buling-Saraña A, Barba-Carretero JC. 2006. New molecular data on mammalian *Hepatozoon* Species (Apicomplexa: Adeleorina) from Brazil and Spain. J Parasitol. 92(1): 93–99. Doi: [10.1645/GE-464R.1](https://doi.org/10.1645/GE-464R.1).
- Dantas-Torres F. 2010. Biology and ecology of the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*. Parasite Vector. 3(1): 1–11. Doi: [10.1186/1756-3305-3-26](https://doi.org/10.1186/1756-3305-3-26).
- Dantas-Torres F, Otranto D. 2016. Best practices for preventing vector-borne diseases in dogs and humans. Trends Parasitol. 32(1): 43–55. Doi: [10.1016/j.pt.2015.09.004](https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.09.004).
- De Almeida NH, Araújo AS, Campos FS, Lobato ZIP, Gennari SM, Marvulo MFV, Ramos JC, Aparecida S. 2010. Wild canids, domestic dogs and their pathogens in Southeast Brazil: disease threats for canid conservation. Biodivers Conserva. 19: 3513–3524. Doi: [10.1007/s10531-010-9911-0](https://doi.org/10.1007/s10531-010-9911-0).

- De Miranda RL, de Castro JR, Olegário MMM, Beletti ME, Mundim AV, O'Dwyer LH, Eyal O, Talmi-Frank D, Cury MC, Baneth G. 2011. Oocysts of *Hepatozoon canis* in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* collected from a naturally infected dog. *Vet Parasitol.* 177(3–4): 392–396. Doi: [10.1016/j.vetpar.2011.01.044](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.01.044).
- De Miranda RL, O'Dwyer LH, de Castro JR, Metzger B, Rubini AS, Mundim A V., Eyal O, Talmi-Frank D, Cury MC, Baneth G. 2014. Prevalence and molecular characterization of *Hepatozoon canis* in dogs from urban and rural areas in Southeast Brazil. *Res Vet Sci.* 97(2): 325–328. Doi: [10.1016/j.rvsc.2014.06.015](https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.06.015).
- Dick CW, Patterson BD. 2007. Against all odds: Explaining high host specificity in dispersal-prone parasites. *Int J Parasitol.* 37(8–9): 871–876. Doi: [10.1016/j.ijpara.2007.02.004](https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2007.02.004).
- Ebani VV, Nardoni S, Fognani G, Mugnaini L, Bertelloni F, Rocchigiani G, Papini RA, Stefani F, Mancianti F. 2015. Molecular detection of vector-borne bacteria and protozoa in healthy hunting dogs from Central Italy. *Asian Pac J Trop Biomed.* 5(2): 108–112. Doi: [10.1016/S2221-1691\(15\)30153-2](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(15)30153-2).
- Eiras DF, Basabe J, Scodellaro CF, Banach DB, Matos ML, Krimer A, Baneth G. 2007. First molecular characterization of canine hepatozoonosis in Argentina: evaluation of asymptomatic *Hepatozoon canis* infection in dogs from Buenos Aires. *Vet. Parasitol.* 149: 275–279. Doi: [10.1016/j.vetpar.2007.07.010](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.07.010).
- Eiras DF, Basabe J, Mesplet M, Schnittger L. 2008. First molecular characterization of *Babesia vogeli* in two naturally infected dogs of Buenos Aires, Argentina. *Vet. Parasitol.* 157: 294–298. Doi: [10.1016/j.vetpar.2008.07.037](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.07.037).
- Farkas R, Gyurkovsky M, Lukács Z, Aladics B, Solymosi N. 2014. Seroprevalence of some vector-borne infections of dogs in Hungary. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 14(4): 256–260. Doi: [10.1089/vbz.2013.1469](https://doi.org/10.1089/vbz.2013.1469).
- Filatov DA. 2009. Processing and population genetic analysis of multigenic datasets with ProSeq3 software. *Bioinformatics.* 25(23): 3189–3190. Doi: [10.1093/bioinformatics/btp572](https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btp572).
- Florez AA, Bolás F, Pinilla JC. 2018. Babesiosis canina: reporte de caso clínico. *Rev Electrón Vet.* [Internet]. [cited 2018 may 21]; 19(2): 1–6. Available in: <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/3347/1/Canine%20Babesiosis.%20Clinical%20case%20report.%20Babesiosis%20canina.%20Reporte%20de%20caso%20cl%C3%ADnico.pdf>.
- Földvári G, Hell É, Farkas R. 2005. *Babesia canis canis* in dogs from Hungary: detection by PCR and sequencing. *Vet Parasitol.* 127(3–4): 221–226. Doi: [10.1016/j.vetpar.2004.10.016](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.10.016).
- Forlano M, Scofield A, Elisei C, Fernandes KR, Ewing SA, Massard CL. 2005. Diagnosis of *Hepatozoon* spp. in *Amblyomma ovale* and its experimental transmission in domestic dogs in Brazil. *Vet Parasitol.* 134(1–2): 1–7. Doi: [10.1016/j.vetpar.2005.05.066](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.05.066).
- Galván C, Miranda J, Mattar S, Ballut J. 2018. *Babesia* spp. in dogs from Córdoba, Colombia. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 24(6): 829–834. Doi: [10.9775/kvfd.2018.19982](https://doi.org/10.9775/kvfd.2018.19982).
- Gomes L de A, Moraes PHG, do Nascimento L de CS, O'Dwyer LH, Nunes MRT, Rossi A dos RP, Aguiar DCF, Gonçalves EC. 2016. Molecular analysis reveals the diversity of *Hepatozoon* species naturally infecting domestic dogs in a northern region of Brazil. *Ticks Tick-Borne Dis.* 7(6): 1061–1066. Doi: [10.1016/j.ttbdis.2016.09.008](https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.09.008).
- González-Ascanio YW, Vásquez-Franco KS. 2018. Ehrlichiosis monocítica humana y babesiosis en Venezuela. *Rev Méd Risaralda.* 24(2): 125–132. Doi: [10.22517/25395203.16521](https://doi.org/10.22517/25395203.16521).
- Gray TL, Barbosa AD, Rees RL, Paparini A, Ryan UM, Oskam CL, Irwin PJ. 2018. An Australian dog diagnosed with an exotic tick-borne infection: should Australia still be considered free from *Hepatozoon canis*? *Int J Parasitol.* 48(11): 805–815. Doi: [10.1016/j.ijpara.2018.05.002](https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2018.05.002).
- Guerra MA, Ardila CA, López CA. 2012. Síndrome nefrótico ocasionado por *Babesia* spp. en un canino: reporte de caso. *Rev Colombiana Cienc Anim–Recia* [Internet]. [cited 2018 may 22]; 5(1): 91–99. Available in: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/130/129>.
- Happi AN, Toepf AJ, Ugwu CA, Petersen CA, Sykes JE. 2018. Detection and identification of blood-borne infections in dogs in Nigeria

- using ligh microscopy and the polymerase chain reaction. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*. 11:55-60 Doi: [10.1016/j.vprsr.2017.12.002](https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.12.002).
- Harris DJ, Pereira A, Halajian A, Luus-Powell WJ, Kunutu KD. 2017. Screening for *Hepatozoon* parasites in gerbils and potential predators in South Africa. *J S Afr Vet Assoc*. 88(0): 1-4. Doi: [10.4102/jsava.v88i0.1339](https://doi.org/10.4102/jsava.v88i0.1339).
- Hillis DM, Bull JJ. 1993. An empirical test of bootstrapping as a method for assessing confidence in phylogenetic analysis. *Syst Biol*. 42(2): 182-192. Doi: [10.1093/sysbio/42.2.182](https://doi.org/10.1093/sysbio/42.2.182).
- Homer MJ, Aguilar-Delfin I, Telford SR, Krause PJ, Persing DH. 2000. Babesiosis. *Clin Microbiol Rev*. 13(3): 451-69. Doi: [10.1128/cmr.13.3.451-469.2000](https://doi.org/10.1128/cmr.13.3.451-469.2000).
- Huelsenbeck JP, Ronquist F. 2001. MRBAYES: Bayesian inference of phylogenetic trees. *Bioinformatics*. 17(8): 754-755. Doi: [10.1093/bioinformatics/17.8.754](https://doi.org/10.1093/bioinformatics/17.8.754).
- Ivanov A, Tsachev I. 2008. *Hepatozoon canis* and hepatozoonosis in the dog. TJS [Internet]. [cited 2020 sep 4]; 6(2): 27 - 35. Available in: [http://tru.uni-sz.bg/tsj/Vol.6,%20N2,%202008/A_ivanov et al1.pdf](http://tru.uni-sz.bg/tsj/Vol.6,%20N2,%202008/A_ivanov_et_al1.pdf).
- Jarquín-Díaz VH, Barbachano-Guerrero A, Maldonado-Rodríguez R, Vásquez-Aguilar AA, Aguilar-Faisal JL. 2016. First molecular evidence of *Hepatozoon canis* in domestic dogs and ticks in fragmented rainforest areas in Mexico. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*. 6: 4-8. Doi: [10.1016/j.vprsr.2016.11.001](https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2016.11.001).
- Kledmanee K, Suwanpakdee S, Krajangwong S, Chatsiriwech J, Suksai P, Suwannachat P, Sariya L, Buddhirongawatr R, Charoonrut P, Chaichoun K. 2009. Development of multiplex polymerase chain reaction for detection of *Ehrlichia canis*, *Babesia* spp. and *Hepatozoon canis* in canine blood. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* [Internet]. [cited 2018 jun 2]; 40(1): 35-9. Available in: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19323031>.
- Kumar S, Stecher G, Tamura K. 2018. Improving runoff simulations using satellite-observed time-series of snow covered Area. *Hydrol Res*. 34(4): 281-294. Doi: [10.2166/nh.2003.0008](https://doi.org/10.2166/nh.2003.0008).
- Lanfear R, Calcott B, Ho SYW, Guindon S. 2012. PartitionFinder: Combined selection of partitioning schemes and substitution models for phylogenetic analyses. *Mol Biol Evol*. 29(6): 1695-1701. Doi: [10.1093/molbev/mss020](https://doi.org/10.1093/molbev/mss020).
- Little SE, Allen KE, Johnson EM, Panciera RJ, Reichard MV, Ewing SA. 2009. New developments in canine hepatozoonosis in North America: a review. *Parasite Vector*. 2 (Suppl 1): S5. Doi: [10.1186/1756-3305-2-S1-S5](https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-S1-S5).
- Lorusso V, Wijnveld M, Majekodunmi AO, Donkum C, Fajinmi A, Dogo AG, Thrusfield M, Mugenyi A, Vaumourin E, Igweh AC, Jongejan F, Welburn SC, Picozzi K. 2016. Tick-borne pathogens of zoonotic and veterinary importance in Nigerian cattle. *Parasit Vectors*. 9(217): 1-13. Doi: [10.1186/s13071-016-1504-7](https://doi.org/10.1186/s13071-016-1504-7).
- Mellanby RJ, Handel IG, Clements DN, Bronsvort BmC, Lengeling A, Schoeman JP. 2011. Breed and sex risk factors for canine babesiosis in South Africa. *J Vet Intern Med*. 25(5): 1186-1189. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2011.00779.x>.
- Minsalud. 2017. Reporte de vacunación antirrábica de perros y gatos, Colombia año 2017. [accessed 2019 April 19]. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/nacional-departamento-vacunacion-vi-2017.pdf>.
- Mitkova B, Hrazdilova K, Novotna M, Jurankova J, Hofmannova L, Forejtek P, Modry D. 2017. Autochthonous *Babesia canis*, *Hepatozoon canis* and imported *Babesia gibsoni* infection in dogs in the czech republic. *Vet Med (Praha)*. 62(3): 138-146. Doi: [10.17221/152/2016-VETMED](https://doi.org/10.17221/152/2016-VETMED).
- Montes-Farah J, De la Vega-Del Risco F, Bello-Espinosa A, Fortich-Salvador AS. 2012. Coinfección de babesiosis y ehrlichiosis: Un caso en Cartagena de Indias, Colombia. *Rev Cinc Biomed* [Internet]. [cited 2019 April 27]; 3(2):339-345. Available in: https://imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=91985&id_seccion=3891&id_ejemplar=9016&id_revista=237.
- Mundim AV, Morais IA, de Tavares M, Cury MC, Mundim MJS. 2008. Clinical and hematological signs associated with dogs naturally infected by *Hepatozoon* sp. and with other hematozoa: A retrospective study in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Vet Parasitol*. 153: 3-8. Doi: [10.1016/j.vetpar.2008.01.018](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.01.018).

- Murata T, Inoue M, Tateyama S, Taura Y, Nakama S. 1993. Vertical transmission of *Hepatozoon canis* in dogs. J Vet Med Sci. 55(5): 867–8. Doi: [10.1292/jvms.55.867](https://doi.org/10.1292/jvms.55.867).
- Mutz I. 2009. Las infecciones emergentes transmitidas por garrapatas. Ann Nestlé (Ed española). 67: 123–134. Doi: [10.1159/000287275](https://doi.org/10.1159/000287275).
- O'Dwyer LH, Massard CL, Pereira de Souza JC. 2001. *Hepatozoon canis* infection associated with dog ticks of rural areas of Rio de Janeiro State, Brazil. Vet Parasitol. 94(3): 143–150. Doi: [10.1016/S0304-4017\(00\)00378-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00378-2).
- Otranto D, Dantas-Torres F, Weigl S, Latrofa MS, Stanneck D, Decaprarriis D, Capelli G, Baneth G. 2011. Diagnosis of *Hepatozoon canis* in young dogs by cytology and PCR. Parasit Vectors. 4(1): 2–7. Doi: [10.1186/1756-3305-4-55](https://doi.org/10.1186/1756-3305-4-55).
- Paternina LE, Díaz-olmos Y, Paternina-Gómez M, Bejarano EE. 2009. *Canis familiaris*, un nuevo hospedero de *Ornithodoros* (A.) *puertoricensis* Fox, 1947 (Acari: Ixodida) en Colombia. Acta Biol Colomb [Internet]. [cited 2018 jun 2]; 14(1): 153–160. Available in: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/9775/36192>.
- Rambaut A, Drummond AJ, Xie D, Baele G, Suchard M. 2018. Posterior summarization in bayesian phylogenetics using Tracer 1.7. Syst Biol. 67(5): 901–904. Doi: [10.1093/sysbio/syy032](https://doi.org/10.1093/sysbio/syy032).
- Rangel JO, Carvajal-C JE. 2012. Clima de la región Caribe colombiana. In: Rangel JO (editor). Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales: Universidad Nacional de Colombia. p. 67–129.
- Rey-Valeirón C, Criado-Fornelio A, Zavala E, Granados R. 2007. Caracterización parasitológica y molecular de un aislado venezolano de *Babesia canis*. Rev Cient [Internet]. [cited 2020 aug 6]; 17: 21–27. Available in: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000100004&lng=es.
- Rey-Valeirón C, Trujillo-Silva L, Martínez AC, Ortiz G, Sambrano G. 2012. Determinación de *Hepatozoon canis* mediante PCR en caninos domésticos de la Vela de Coro, Estado Falcón, Venezuela. [Internet] [cited 2018 jun 2]; 22(6): 524–529. Available in: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/36667>.
- Ribeiro CM, Matos AC, Azzolini T, Bones ER, Wasnieski EA, Richini-Pereira VB, Lucheis SB, Vidotto O. 2017. Molecular epidemiology of *Anaplasma platys*, *Ehrlichia canis* and *Babesia vogeli* in stray dogs in Paraná, Brazil. Pesqui Vet Bras. 37(2): 129–136. Doi: [10.1590/S0100-736X2017000200006](https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017000200006).
- Rivera-Páez FA, Labruna MB, Martins TF, Perez JE, Castaño-Villa GJ, Ossa-López PA, Gil CA, Sampieri BR, Aricapa-Giraldo HJ, Camargo-Mathias MI. 2018. Contributions to the knowledge of hard ticks (Acari: Ixodidae) in Colombia. Ticks Tick-Borne Dis. 9(1): 57–66. Doi: [10.1016/j.ttbdis.2017.10.008](https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.10.008).
- Rojas A, Rojas D, Montenegro V, Gutiérrez R, Yasur-Landau D, 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. Vet Parasitol. 199: 121–128. Doi: [10.1016/j.vetpar.2013.10.027](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.10.027).
- Ronquist F, Teslenko M, Van Der Mark P, Ayres DL, Darling A, Höhna S, Larget B, Liu L, Suchard MA, Huelsenbeck JP. 2012. Mrbayes 3.2: Efficient bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. Syst Biol. 61(3): 539–542. Doi: [10.1093/sysbio/sys029](https://doi.org/10.1093/sysbio/sys029).
- Rubini AS, Paduan KS, Martins TF, Labruna MB, O'Dwyer LH. 2009. Acquisition and transmission of *Hepatozoon canis* (Apicomplexa: Hepatozoidae) by the tick *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae). Vet Parasitol. 164(2–4): 324–327. Doi: [10.1016/j.vetpar.2009.05.009](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.05.009).
- Santodomingo A, Sierra-Orozco K, Cotes-Perdomo A, Castro LR. 2019. Molecular detection of *Rickettsia* spp., *Anaplasma platys* and *Theileria equi* in ticks collected from horses in Tayrona National Park, Colombia. Exp Appl Acarol. 77(3): 411–423. Doi: [10.1007/s10493-019-00354-8](https://doi.org/10.1007/s10493-019-00354-8).
- Schwarz G. 1978. Estimating the Dimension of a Model. Ann Stat. 6(2): 461–464. Doi: [10.1214/aos/1176344136](https://doi.org/10.1214/aos/1176344136).
- Shaw SE, Day MJ, Birtles RJ, Breitschwerdt EB. 2001. Tick-borne infectious diseases of dogs. Trends Parasitol. 17(2): 74–80. Doi: [10.1016/S1471-4922\(00\)01856-0](https://doi.org/10.1016/S1471-4922(00)01856-0).
- Da Silva VCL, De Lima ER, De Melo Colaço Dias MB, Fukahori FLP, De Azevedo Rêgo

- MS, Júnior JWP, De Cássia Peixoto Kim P, Leitão RSCS, Mota RA, De Oliveira Carieli EP. 2016. Parasitological and molecular detection of *Babesia canis vogeli* in dogs of Recife, Pernambuco and evaluation of risk factors associated. *Semin Agrar*. 37(1): 163–172. Doi: [10.5433/1679-0359.2016v37n1p163](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n1p163).
- Spolidorio MG, Torres M de M, Campos WN da S, Melo ALT, Igarashi M, Amude AM, Labruna MB, Aguiar DM. 2011. Molecular detection of *Hepatozoon canis* and *Babesia canis vogeli* in domestic dogs from Cuiabá, Brazil. *Rev Bras Parasitol Veterinária*. 20(3): 253–255. Doi: [10.1590/s1984-29612011000300015](https://doi.org/10.1590/s1984-29612011000300015).
- Stamatakis A. 2006. RAxML-VI-HPc: Maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models. *Bioinformatics*. 22(21): 2688–2690. Doi: [10.1093/bioinformatics/btl446](https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl446).
- Thompson JD, Higgins DG, Gibson TJ. 1994. Clustal W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Res*. 22(22): 4673–4680. Doi: [10.1093/nar/22.22.4673](https://doi.org/10.1093/nar/22.22.4673).
- Tsegay AK, Abebe B, Amano F, Gemed A. 2016. A Study on prevalence of major tick and tick borne hemoparasites of dogs visiting Jimma University Veterinary open air clinic Middle-East. *J. Sci. Res*. 24: 2342–2351. Doi: [10.5829/idosi.mejsr.2016.24.07.23797](https://doi.org/10.5829/idosi.mejsr.2016.24.07.23797).
- Vargas-Hernández G, André MR, Faria JLM, Munhoz TD, Hernandez-Rodriguez M, Machado RZ, Tinucci-Costa M. 2012a. Molecular and serological detection of *Ehrlichia canis* and *Babesia vogeli* in dogs in Colombia. *Vet Parasitol*. 186(3–4): 254–260. Doi: [10.1016/j.vetpar.2011.11.011](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.011).
- Vargas-Hernandez G, André MR, Munhoz TD, Faria JML, Machado RZ, Tinucci-Costa M. 2012b. Molecular characterization of *Hepatozoon canis* in dogs from Colombia. *Parasitol Res*. 110(1): 489–492. Doi: [10.1007/s00436-011-2634-7](https://doi.org/10.1007/s00436-011-2634-7).
- Veneziano V, Piantadosi D, Ferrari N, Neola B, Santoro M, Pacifico L, Sgroi G, D'Alessio N, Panico T, Leutenegger CM, Tyrrell P, Buch J, Breitschwerdt EB, Chandrashekar R. 2018. Distribution and risk factors associated with *Babesia* spp. infection in hunting dogs from Southern Italy. *Ticks Tick Borne Dis*. 9(6): 1459–1463. Doi: [10.1016/j.ttbdis.2018.07.005](https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.07.005).
- Vezzani D, Scodellaro CF, Eiras DF. 2017. Hematological and epidemiological characterization of *Hepatozoon canis* infection in dogs from Buenos Aires, Argentina. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*. 8: 90–93. Doi: [10.1016/j.vprsr.2017.02.008](https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.02.008).
- [WHO] World Health Organization. 2020. Enfermedades transmitidas por vectores [Internet]. [cited 2020 sep 4]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases#:~:text=En%20todo%20el%20mundo%20se,amarilla%2C%20encefalitis%20japonesa%20y%20oncocercosis>.
- Zapata R. 2012. Artrópodos como ectoparásitos y vectores de microorganismos relacionados con el proceso de infección – salud-enfermedad en animales de producción, animales de compañía y humanos. *Hechos Microbiol* [Internet]. [cited 2018 jun 19]; 3(1):63–66. Available in: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/hm/article/view/15062>.

Article citation

Thomas RS, Santodomingo AM, Castro LR. 2020. Molecular detection of *Babesia canis vogeli* and *Hepatozoon canis* in dogs in the department of Magdalena, Colombia. [Detección molecular de *Babesia canis vogeli* y *Hepatozoon canis* en perros en el departamento del Magdalena, Colombia]. *Rev Med Vet Zoot*. 67(2): 107-122. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n2.90701](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n2.90701).

Evaluación de algunos factores de riesgo para la presentación de síndrome de úlcera gástrica (SUGE) en el caballo criollo colombiano en el Valle de Aburrá, Antioquia (Colombia)

F. A. Gómez^{1*}, J. D. Ruiz¹, D. I. Balvin¹

Artículo recibido: 17 de octubre de 2019 · Aprobado: 27 de agosto de 2020

RESUMEN

Las úlceras gástricas se definen como la pérdida de continuidad de la mucosa gástrica. Se originan principalmente por desequilibrio entre factores injuriantes y de protección del estómago. Generalmente se manifiestan con signos como pérdida de peso, cólico, bruxismo e inapetencia, conllevando al bajo rendimiento del animal y pérdidas económicas. El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia y factores de riesgo para la presentación de SUGE en CCC del Valle de Aburrá. Se realizó gastroscopia a 100 animales de diferentes pesebreras, entre dos y 25 años de edad; cada estómago se caracterizó macro y microscópicamente. Las lesiones macroscópicas se valoraron de acuerdo con el grado de lesión según el *Equine Gastric Ulcer Council*, y la clasificación microscópica se basó en una adaptación hecha por patrones de descripción de lesiones más utilizados como: *The sidney system* y *Equine gastritis grading system* (EGGS). Para el análisis de los resultados, se tuvieron en cuenta variables como la intensidad del ejercicio, alojamiento, tipo y frecuencia de alimentación, transporte y frecuencia del mismo. El 65% de los equinos evaluados presentaron lesiones compatibles con SUGE. Macroscópicamente el grado 2 de severidad fue el más común (38%), con mayor presentación en la región aglandular. Microscópicamente el edema en la región fundica y pilórica fue la lesión más frecuente (35,2% y 30,7%, respectivamente). Los principales factores de riesgo asociados a la presentación de las lesiones fueron el transporte de los animales y la intensidad del ejercicio.

Palabras clave: caballo, gastroscopia, prevalencia, úlcera gástrica.

Evaluation of some risk factors for the presentation of equine gastric ulcer syndrome (EGUS) in colombian creole horse in Valle de Aburrá, Antioquia (Colombia)

ABSTRACT

Gastric ulcers are defined as the loss of continuity of the gastric mucosal. They are mainly caused by an imbalance between harmful and protective factors of the stomach. It generally manifests itself with signs such as weight loss, colic, bruxism and inappetence, which can lead to low performance and economic losses. The objective of the present

¹ Grupo de investigación Incaces, Línea de investigación en Fisiopatología veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad CES. Cll 10 Nro. 22-04, Medellín (Colombia).

* Autor para correspondencia: fgomez@ces.edu.co

study was to determine the prevalence and risk factors for the presentation of SUGE in CCC of the Valle del Aburra. Gastrosocopy was made to 100 animals from different stables, between two and 25 years of age; each stomach characterized, macro and microscopically. Lesions are evaluate depending on the degree of injury to the "Equine Gastric Ulcer Council". Microscopic lesions classification was based on an adaptation by patterns most commonly used description of injuries such as: the Sidney System and the equine gastritis grading system (EGGS). For the analysis of the results, variables such as exercise intensity, accommodation, type and frequency of feeding, transportation and its frequency were taken into account. 65% of the equines evaluated presented SUGE-compatible lesions, of which the most common degree of severity macroscopically was grade 2 (38%), with grater presentation in the non-glandular region. Microscopically, edema in the fundic and pyloric region was the most frequent (35.2% and 30.7%, respectively). The main risk factors associated with the presentation of the lesions were the transport of the animals and the intensity of the exercise.

Keywords: horse, gastric ulcer, gastrosocopy, prevalence.

INTRODUCCIÓN

Las úlceras gástricas se definen como la pérdida de continuidad de la mucosa gástrica. El síndrome de úlcera gástrica en equinos (SUGE) es una patología de alta prevalencia que tiene un gran impacto tanto en el rendimiento como en la condición física del animal (Murray *et al.* 1997; Buchanan y Andrews 2003; Martínez 2014).

Por lo general, las úlceras gástricas se producen debido a un desequilibrio de los factores incitadores o injuriantes como el ácido clorhídrico y la pepsina, contra los agentes protectores que incluyen el estrato moco-bicarbonato, el flujo sanguíneo adecuado, la producción de prostaglandina E2, el factor de crecimiento epidermal salival y la adecuada motilidad gastroduodenal en el equino; dicho desequilibrio se manifiesta cuando los factores injuriantes sobrepasan a los protectores llevando a una alteración sobre el epitelio de la mucosa que iniciará un proceso inflamatorio (gastritis).

La región más afectada de la mucosa gástrica del equino es la no glandular o

escamosa, donde la exposición al ácido clorhídrico secretado por las células parietales es la causa principal de la aparición de una úlcera. Por el contrario, en la región glandular se producen principalmente por defectos en la barrera protectora de la mucosa (Andrews *et al.* 2002).

Histopatología

El proceso inflamatorio tiene como punto de partida la vasoconstricción transitoria de los capilares en la región afectada, posteriormente, se desencadena el aumento de la permeabilidad capilar, seguido de los fenómenos leucocitarios que permiten evidenciar la evolución del proceso inflamatorio.

Durante la inflamación la liberación de mediadores químicos tales como enzimas lisosomales, histamina, serotonina, eicosanoides, factor activador de las plaquetas, radicales libres de oxígeno y citoquinas perpetúan la respuesta y desarrollan su proceso siempre y cuando el agente causal siga presente.

Se ha demostrado que el pH gástrico normal del equino varía según la región

anatómica del estómago, así, la región escamosa posee un pH de 3 a 6 y la región glandular de 2 a 4 (Vatistas *et al.* 1999; Andrews *et al.* 2002; Jonsson y Egevall 2006). La disminución del pH se produce por el aumento de la secreción de ácidos, el aumento en la concentración de hidrogeniones y la liberación de histamina que a su vez estimula los receptores H2 e incrementa la secreción de ácido clorhídrico y pepsinogeno. Lo anterior genera diferentes grados de lesión en la mucosa, incluyendo la perforación del tejido (Maxie y Miller 2008; Kumar *et al.* 2015).

Factores de riesgo

El ayuno, el ejercicio intenso, la estabulación y los protocolos de alimentación inadecuados se han relacionado en diversos estudios con la presentación del SUGE (McClure *et al.* 1999; Jonsson y Egevall 2006; Bell *et al.* 2007a; Martínez y Silveira 2014). En la actualidad los caballos son alimentados con dietas ricas en concentrado y bajas en fibra; además, son sometidos a periodos prolongados de estabulación, lo que limita el consumo constante de alimento y con ello, el flujo continuo de saliva, con lo cual se disminuye la producción de sustancias buferadas que contrarestan la elevada producción de jugos gástricos.

Los caballos sometidos a ejercicio intenso tienen una alta predisposición debido al aumento de la presión intrabdominal y a la disminución de la producción de saliva, lo cual incrementa la exposición del tejido estomacal al ácido gástrico (McClure *et al.* 2005; Jonsson y Egevall 2006; Luthersson *et al.* 2009a; Tamzali *et al.* 2011; Martínez y Silveira 2014). Por otro lado, se ha evidenciado que más del 50% de las lesiones encontradas en la región glandular se encuentran relacionadas con

tratamientos previos con AINES a dosis más altas de las recomendadas (Nieto *et al.* 2002; Videla y Andrews 2009; Andrews y Nadeau 2010).

Signos Clínicos

El SUGE puede presentarse de forma subclínica o clínica (Vatistas *et al.* 1999; Bell *et al.* 2007b). En potros se presenta principalmente la forma subclínica y generalmente se resuelve sin ningún tratamiento (Andrews y Nadeau 2010). Los animales con úlceras que se localizan en la región escamosa del estómago generalmente presentan signos como anorexia, retraso en el desarrollo y crecimiento, pelo hirsuto, bruxismo, distensión gástrica, sialorrea excesiva, depresión, postración y cólico moderado a severo (Andrews y Nadeau 2010).

Se ha reportado que en el 20 al 90% de los equinos con SUGE puede aumentar el grado de severidad de la lesión, lo que genera signos clínicos como cólicos recurrentes, pérdida de condición corporal, disminución en el rendimiento físico, cambios de conducta, y en fases avanzadas eructos que indican deterioro del vaciado gástrico y compromiso pilórico (Nieto *et al.* 2002; Andrews y Nadeau 2010).

Diagnóstico

El método indicado para el diagnóstico de úlcera gástrica en equinos es la gastroscopia. La longitud y el diámetro del equipo depende de la edad del equino; en general se recomienda una longitud de trabajo de 2,5 a 3 metros y un diámetro de 12 a 13 mm (Murray *et al.* 1989; Taylor y Hillyer 1999; Reed *et al.* 2004; Martínez y Silveira 2014).

Previo al procedimiento se recomienda ayuno de sólidos de 8 a 12 horas y de líquidos de 4 a 6 horas, además de lavado gástrico

via sonda nasogastrica. Posteriormente, se sugiere realizar sedación del animal, la cual puede ser con xilazina (0,8 mg/kg IV) o su combinación con acepromacina (0,02 mg/kg IV); también se ha reportado el uso de detomidina (0,02 mg/kg IV) (Murray *et al.* 1989; Taylor y Hillyer 1999; Reed *et al.* 2004). A continuación, el endoscopio es introducido por la cavidad nasal hacia el esófago; una vez en estómago éste es insuflado para mejor visualización de la mucosa. (Murray *et al.* 1989; Taylor y Hillyer 1999; Reed *et al.* 2004). Posteriormente, se dirige hacia la curvatura mayor del estómago y se avanza hacia dorsal para encontrar la porción caudal del estómago; se continúa hasta encontrar la curvatura menor y el cardias. Para concluir, se revisa el antro pilórico pasando la región ventral del estómago (Murray *et al.* 1989; Taylor y Hillyer 1999; Reed *et al.* 2004).

Clasificación de las úlceras gástricas

Se han descrito numerosos sistemas de evaluación o puntuación para clasificar la severidad de las úlceras gástricas en el equino. El “Equine Gastric Ulcer Council” ha publicado una tabla de valoración para la severidad de las úlceras gástricas en equinos (Tabla 1), la cual se considera una forma de valoración más precisa y útil (Reed *et al.* 2004; Martinez y Silveira 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Consideraciones éticas

El presente estudio fue aprobado por el Comité Para el Cuidado y Uso Animal (CICUA) de la Universidad CES, bajo el acta número cuatro, del 28 de mayo del año 2013.

Tipo de estudio

Estudio observacional, descriptivo, prospectivo y transversal.

Población y muestra

Para el estudio se realizó gastroscopia a 100 caballos criollos colombianos entre 2 y 25 años de edad, de diferentes pesebreras del área metropolitana del Valle de Aburrá (Antioquia). A todos los animales se les realizó examen clínico general con el fin de determinar algunas variables de caracterización de los individuos como: raza, sexo, edad aproximada (cronología dentaria) y condición corporal.

Procedimiento

Los animales pertenecían a diferentes pesebreras y con el consentimiento voluntario de los propietarios se completó el total de 100 equinos requeridos para el estudio. Para cada animal se determinó el tipo de manejo y las particularidades ambientales

TABLA 1. Sistema de clasificación de las lesiones en el síndrome de la úlcera gástrica del caballo.

Grado de lesión	Descripción
0	Epitelio intacto con o sin aspectos de hiperemia o hiperqueratosis
1	Lesiones pequeñas únicas o múltiples
2	Lesiones grandes únicas o múltiples, o lesiones superficiales extensas
3	Lesiones extensas con áreas de profunda ulceración

Tomado de: Robinson y Sprayberry (2009).

para lo cual se evaluaron las variables: sexo, edad (cronología dentaria), si realizaban o no ejercicio, la intensidad del ejercicio (leve, moderado, intenso), alojamiento (pesebrera, potrero, pesebrera/potrero), tipo de alimentación, frecuencia de la alimentación, si eran sometidos a transporte y cuantas veces al año los transportaban. Estas variables, que se consideran factores de riesgo para la presentación de lesiones gástricas, se midieron en su mayoría por medio de una encuesta realizada a las personas encargadas de las pesebreras o de los animales y mediante un examen clínico realizado a los equinos.

Previo a la gastroscopia los animales se sometieron a un ayuno de 12 horas de sólidos y 4 horas de agua. Luego, se realizó un examen clínico detallado donde se evaluaron las constantes fisiológicas primordiales: frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, pulso, temperatura rectal y auscultación digestiva para confirmar el estado de salud del equino de acuerdo al formato de examen clínico diseñado para el proyecto. Además, se realizó una prueba de ejercicio normal del caballo con el fin de medir la frecuencia cardíaca con un reloj Polar® y determinar la intensidad del ejercicio teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Leve: < 65% de frecuencia cardíaca máxima en ejercicio.
- Moderado: 65 al 85% de la frecuencia cardíaca máxima en ejercicio.
- Intenso: > 85% de la frecuencia cardíaca máxima en ejercicio.

Para reducir el estrés del animal y facilitar la realización del procedimiento se sedaron con xilazina (Anased® 100 mg/ml, Iowa, U.S.A) a dosis de 0,8 mg/kg de peso vía IV aplicado a través de la vena yugular; finalmente, se esperó dos minutos para iniciar el procedimiento.

Se procedió a introducir el gastroscopio (video endoscopio flexible PortaScope® PSV3M de 12 mm de diámetro y 3 m de largo) lentamente a través de las narinas, se avanzó hacia la rima glotis, la cual se atravesó al estimular la deglución, llegando al esófago, el cual fue examinado cuidadosamente a medida que avanzaba el endoscopio. Finalmente, se atravesó el esfínter del cardias llegando a estómago, el cual se insufló con aire para mejor visualización. Se observó en primer lugar el lado derecho y la curvatura mayor, se continuó hacia dorsal hasta observar la porción caudal en donde se logró ver la curvatura menor y el cardias, avanzando hacia ventral y se visualizó el píloro; de esta forma se evaluó detalladamente la región glandular y escamosa de la mucosa.

Se tomaron biopsias de diferentes regiones de la mucosa gástrica: dos de la región aglandular, dos de la región glandular fúndica y dos de la glandular pilórica, tanto de zonas sanas como de zonas afectadas, tales como zonas hiperémicas enrojecidas, con hiperqueratosis o lesiones evidentes. Cada biopsia, de aproximadamente 1 mm de diámetro, se introdujo en un recipiente plástico con formol al 10%, se rotuló con la información del caballo y se envió al laboratorio de patología para su posterior procesamiento y análisis.

Las lesiones macroscópicas se clasificaron según la valoración establecida por el "Equine Gastric Ulcer Council" (Tabla 1) y las microscópicas según las características plasmadas en la Tabla 2. Por su parte, la clasificación histológica de las lesiones se basó en una adaptación hecha a los patrones de descripción de lesiones más utilizados como: *The sidney system* y *Equine gastritis grading system* (EGGS) (Martineau *et al.* 2009a).

Todas las características definidas se consideran de naturaleza cualitativa y de carácter ordinal. Para una adecuada determinación del grado de alteración de cada lesión se determinó la siguiente clasificación: **grado cero (0)**, sin anomalía aparente; **grado uno (1)**, alteración leve: menos del 30% del tejido afectado en un patrón de distribución focal; **grado dos (2)**, alteración moderada: entre 30 al 60% del tejido afectado en un patrón de distribución multifocal; **grado tres (3)**, alteración severa: más del 60% del tejido comprometido en un patrón de distribución difusa.

Análisis estadístico

Para las variables cualitativas se realizó un análisis de estadística descriptiva de la información obtenida por medio de un análisis univariado expresándolas como frecuencias absolutas y relativas; para las variables cuantitativas se usaron medidas de tendencia central, posición y dispersión.

Por otro lado, se hizo un análisis bivariado para detectar la asociación entre la presencia de úlcera y variables independientes consideradas en el estudio. Se procedió a analizar la normalidad de las variables cuantitativas y cualitativas y se realizó prueba Chi cuadrado (X^2) y Fisher para determinar diferencias significativas ($p < 0.05$) y pruebas de asociación haciendo tablas de 2×2 obteniendo valores de Odds Ratio para determinar veracidad en posibles asociaciones entre la presentación de úlceras gástricas y los factores de riesgo potenciales: alimentación, frecuencia de alimentación, alojamiento, ejercicio, intensidad del ejercicio, transporte. Se incluyó también el análisis estratificado para detectar variables de confusión o interacción y un análisis multivariado para las variables independientes que resultaron significativas para explicar la presencia de úlcera gástrica. Los resultados se complementaron con gráficos realizados en el programa estadístico Statgraphics®.

TABLA 2. Sistema de clasificación microscópica de las lesiones en el síndrome de la úlcera gástrica del caballo.

Tipo de lesión	Características descriptivas
Edema en mucosa-submucosa, muscular y/o serosa en el estómago	Aumento del volumen del tejido debido a una acumulación de infiltrado en el espacio intersticial
Infiltrado de polimorfonucleares (PMN) en la mucosa gástrica	Aumento en la presencia de población PMN, diferenciando el tipo de infiltrado y patrón de distribución
Infiltrado de mononucleares (MN) en la mucosa gástrica	Aumento en la presencia de población MN, diferenciando el tipo de infiltrado, y patrón de distribución
Hemorragia de la mucosa gástrica	Exacerbada cantidad de sangre a nivel extravascular
Erosión en la mucosa	Pérdida del recubrimiento epitelial del órgano
Hiperplasia de células mucosas, epiteliales	Aumento en la proporción de estas células respecto al epitelio de recubrimiento

RESULTADOS

La presentación de úlceras gástricas en el grupo de caballos evaluados fue del 65% (65/100), de los cuales el 40% (26/65) se clasificó como grado I, el 58,5% (38/65) grado II, y el 1,5% (1/65) grado III (Figura 1).

De todos los caballos evaluados que presentaron algún grado de lesión en su estómago la mayoría de las úlceras, 87,7% (57/65), se presentaron en la región no glandular del estómago cerca al margo plicatus, pero también, en algunos caballos se evidenció presencia de lesiones en ambas regiones, glandular y no glandular, concomitantemente, 12,3% (8/65). Se evidenció también que ningún animal presentó lesiones que comprometieran únicamente la región glandular (Tabla 3).

Se encontraron asociaciones significativas ($p \leq 0,05$) entre úlceras gástricas e intensidad del ejercicio y úlceras gástricas y número de viajes. Por el contrario, no se encontraron asociaciones significativas ($p > 0,05$) entre úlceras gástricas y el tipo de alojamiento, frecuencia de alimentación o tipo de alimento (Tabla 4).

Se realizó Odds Ratio con los factores de riesgo que presentaron importancia significativa ($p \leq 0,05$): *úlceras gástricas vs intensidad del ejercicio*, OR = 3,56 con un IC de (95%) y *úlceras gástricas vs transporte*, OR = Indefinido, debido al bajo número de animales (8 caballos) expuestos a transporte (Tabla 5).

El número total de muestras de tejidos evaluadas fueron: 87 muestras de la zona aglandular, 91 de la zona glandular fúndica y también 91 de la zona pilórica. Se identificó que la lesión de mayor prevalencia fue el edema a nivel de las regiones fúndica y pilórica, con porcentajes de presentación (grados 1 a 3) en cada una de 35,2 y 30,7%, respectivamente. Otras variables que manifestaron alteración fueron la infiltración mononuclear con un 15,3% en la región fúndica; en esa misma región 8,8% de los animales manifestaron erosión, 5,5% expresó la presencia de polimorfonucleares de forma significativa, 3,3% manifestaron hiperplasia de la mucosa pilórica y solo un 1% presentaron hemorragias. Adicionalmente, en las regiones aglandular y glandular pilórica

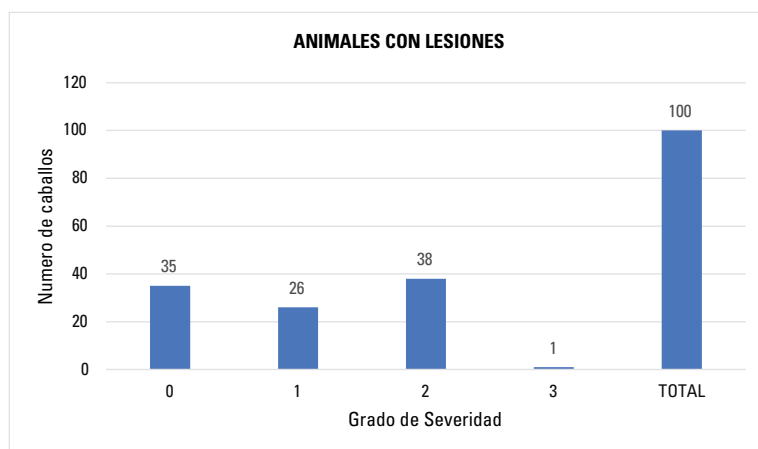


FIGURA 1. Porcentajes de distribución de animales con lesiones según grado de severidad de las úlceras gástricas en caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá.

TABLA 3. Frecuencias y porcentajes de distribución según localización y grado de severidad de las úlceras gástricas en caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá.

Localización de la lesión	Número de animales en cada grupo de severidad					Totales
	Severidad n= 100	0	I	II	III	
		35 (35%)	26 (40%)	38 (58,5%)	1 (1,5%)	
Región no glandular		0	25(43,8%)	32 (56,1%)	0	57 (87,7%)
Región glandular		0	0	0	0	0
Región no glandular y región glandular		0	1 (12,5%)	6 (75%)	1(12,5%)	8 (12,3%)
Total con lesiones						65 (65%)

Severidad 0: epitelio intacto con o sin aspectos de hiperemia o hiperqueratosis. **I:** lesiones pequeñas únicas o múltiples. **II:** lesiones grandes únicas o múltiples, o lesiones superficiales extensas. **III:** lesiones extensas con áreas de profunda ulceración.

TABLA 4. Factores de riesgo asociados a la presentación de lesiones en mucosa gástrica en caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá.

Variable	Animales con lesión		Porcentaje de animales con lesión
Sexo	Macho	30/45	66,6%
	Hembra	35/55	63,6%
Edad	3 – 9 años	53/80	66,2%
	≥ 10 años	12/20	60%
Ejercicio	Si	60/87	68,9%
	No	5/13	38,4%
Intensidad del ejercicio*	Ninguno	5/13	38,4%
	Leve	1/16	6,2%
	Moderado	22/34	64,7%
Alojamiento	Intenso	37/37	100%
	Pesebrera	58/85	68,2%
	Potrero	5/13	38,4%
	Pesebrera/potrero	2/2	100%
Frecuencia de alimentación/día	2	55/85	64,7%
	3	10/15	66,6%
Transporte	Sí	8/8	100%
	No	57/92	61,9%
Nro. de viajes en el año (transporte)*	0	57/92	61,9%
	1-3	6/6	100%
	>3	2/2	100%

*Asociación significativa ($p \leq 0,05$).

TABLA 5. Odds ratio (OR) e intervalo de confianza del 95% para los factores de riesgo asociados con úlceras en caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá.

Variable	Estimado	OR ¹	CI (95%) ²	P – value
Intensidad de ejercicio	3,556	3,56	1,06–11,87	0,0000

¹Odds Ratio y ²Intervalo de confianza.

TABLA 6. Porcentajes de distribución de las lesiones microscópicas en mucosa gastrica de 100 caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá.

Zona aglandular						
Tipo Grado	Edema %	InPMN %	InMN %	Hemorragia %	Erosión %	Hiperplasia epitelial
0	95,4	88,5	92	100	74,7	94,2
1	4,5	9,2	6	0	17,3	4,6
2	0	2,3	2	0	4,6	1,2
3	0	0	0	0	3,4	0
Totales 1 a 3	4,5	11,5	8	0	25,3	5,8

Zona glandular fúndica						
Tipo Grado	Edema %	InPMN %	InMN %	Hemorragia %	Erosión %	Hiperplasia epitelial
0	64,8	94,5	84,6	99	91,2	96,7
1	33	4,4	14,2	1	7,7	3,3
2	2,2	1,1	1,1	0	0	0
3	0	0	0	0	1,1	0
Totales 1 a 3	35,2	5,5	15,3	1	8,8	3,3

Zona glandular pilórica						
Tipo Grado	Edema %	InPMN %	InMN %	Hemorragia%	Erosión%	Hiperplasia epitelial
0	69,2	90	88	98	85,7	96,7
1	27,4	8,8	8,8	2	14,3	3,3
2	3,3	1,1	2,2	0	0	0
3	0	0	1,1	0	0	0
Totales 1 a 3	30,7	9,9	12,2	2	14,3	3,3

Tipo de lesión donde: 0: ausente, 1: leve, 2: moderado, 3: severo. **InPMN:** infiltrado polimorfonuclear; **InMN:** infiltrado mononuclear.

otras lesiones de importancia fueron, en su orden, la erosión con 25,3 y 14,3%, y el infiltrado polimorfonuclear con 11,5 y 9,9% (Tabla 6).

DISCUSIÓN

La prevalencia general de SUGE en este estudio fue de 65%, valor incluido entre las tasas estimadas (20 – 90%) para diferentes modalidades de caballos dependiendo de la intensidad del ejercicio y que varían entre 17,4 y 56,5% en caballos de endurance de bajo rendimiento, show, salto y dressage, y el 48 y 93% en caballos de endurance de alto nivel y caballos de carreras activos que han presentado una prevalencia entre el 51 y 90% (Murray *et al.* 1989; McClure *et al.* 2005; Luthersson *et al.* 2009a; Aranzales *et al.* 2012; Martinez y Silveira 2014).

Los estudios sobre la prevalencia de las lesiones gástricas en equinos han evidenciado algunas de las limitaciones de la gastroscopia para estimar con certeza el grado de daño de la mucosa (Jonsson y Egevall 2006). A pesar del ayuno al que fueron sometidos los animales, la presencia de residuos alimenticios en las porciones glandular y aglandular dificultó la evaluación de lesiones en algunos casos, por lo que se lavó la mucosa instilando agua a través del canal de biopsia del endoscopio. Los resultados arrojados en el presente estudio permitieron definir una baja prevalencia de lesiones a nivel de la región glandular, concordando con otros estudios (Buchanan y Andrews 2003; Videla y Andrews. 2009; Tamzali *et al.* 2011).

Las lesiones encontradas en los equinos evaluados, sugieren que existe un desequilibrio entre los factores injuriantes y protectores entre los animales del estudio. En la presente investigación, se encontró que la frecuencia de alimentación no influye

significativamente en la presentación de úlceras gástricas, ya que tanto los equinos alimentados dos veces al día (85/100), como aquellos alimentados tres veces al día (15/100), presentaron algún grado de lesión en la mucosa (64,7 y 66,6%, respectivamente). De igual forma, se debe de tener en cuenta que la mayoría de estos caballos estaban expuestos concomitantemente a otros factores de riesgo como la estabulación y ejercicio intenso. Por lo tanto, los resultados obtenidos no permiten inferir que una mayor frecuencia de alimentación puede considerarse como un factor de protección gástrica tal como la literatura lo sugiere (McClure *et al.* 2005; Orsini *et al.* 2009; Videla y Andrews 2009; Graaf-Roelfsema *et al.* 2010).

Estudios previos similares concluyeron que el estrés por ejercicio no es importante en el desarrollo de SUGE comparado con cambios ambientales y de manejo alimenticio, ya que no se observó incremento de incidencia de SUGE en caballos bien alimentados con entrenamiento intenso. Sin embargo, el análisis estadístico reveló que el ejercicio intenso es un factor que influye de forma significativa en la presentación de SUGE en los CCC del Valle de Aburra. Un estudio reveló que diferentes razas de caballos en Brasil han mostrado una prevalencia de 47,6% en caballos adultos (Fernandes y Belli 2003). Por otro lado, un estudio preliminar en caballos que realizaban actividades comunes reportó prevalencia de SUGE entre 46,5 y 77,91%, con una asociación significativa entre la presencia de lesiones gástricas y el tipo de ejercicio realizado (Berger *et al.* 2009).

En cuanto a la localización de lesiones, se encontró que la región no glandular era el área más comprometida (87,6%), particularmente cerca al *Margo plicatus*, coincidiendo con lo reportado en estudios

anteriores (Murray *et al.* 1989; Vatistas *et al.* 1999; Luthersson *et al.* 2009b; Tamzali *et al.* 2011; Aranzales *et al.* 2012). Por otra parte, la baja presencia de úlceras en ambas regiones simultáneamente (12,3%) sugiere una diferencia en la eficiencia del mecanismo intrínseco de protección de la mucosa glandular, lo cual es más relevante que factores mecánicos perjudiciales, como el tipo de actividad física, con respecto a la aparición de las úlceras gástricas. Las lesiones localizadas en la región glandular concomitantemente con la región aglandular pueden estar relacionadas con el uso de AINES; sin embargo, este factor se tuvo como excluyente en los equinos del estudio (Nieto *et al.* 2012).

Entre los factores relacionados con la presentación de lesiones gástricas se encontró el exceso de ejercicio y periodos prolongados de transporte, los cuales pueden desencadenar condiciones de estrés que al mismo tiempo se relaciona con dichas lesiones (Andrews *et al.* 2010; Martinez y Silveira 2014). La mayoría de las lesiones presentes en estos caballos (65%) pueden ser relacionadas con la intensidad del ejercicio que realizaban diariamente y con el estrés ocasionado por los periodos de transporte a los que son sometidos, factores que pueden predisponerlos a desarrollar úlceras gástricas.

Los hallazgos macroscópicos evidenciados durante la gastroscopia a los animales sometidos en este estudio permitieron identificar que se ven afectadas la región glandular y aglandular y que no existe una distribución aparentemente dirigida hacia ninguna de las zonas citadas. Por su parte, la evaluación microscópica inició con la valoración general de la calidad de las muestras; durante este proceso se pudo determinar que las muestras correspondientes a los segmentos o porciones

de algunos estómagos no presentaban los criterios mínimos de evaluación, por lo tanto, estos tejidos se definen como muestras insuficientes y se atribuye la carencia en estos criterios a factores relacionados con el tamaño de la muestras, su cantidad, la obtención propiamente dicha, el transporte o el procesamiento en el laboratorio.

En otros estudios se ha encontrado casi el doble del número de lesiones en la región aglandular en comparación con la región glandular (Videla y Andrews 2009), lo cual coincide con los resultados obtenidos en los cuales se presentó un 57% de alteración en esta región; además, se concluyó que los infiltrados inflamatorios en el estómago equino no están directamente relacionados con las lesiones macroscópicas observadas. Debido a los pocos estudios realizados en el tema no existe un consenso generalizado respecto a los métodos histopatológicos, pese a esto los estudios realizados coinciden en reportar alteraciones microscópicas en estómagos de pacientes afectados por úlcera o erosión, donde se evidencian procesos inflamatorios que discurrirán en el tiempo de agudos a crónicos, condición observable en el infiltrado inmerso en las mucosas evaluadas y que se evidencia en el análisis microscópico realizado en el presente estudio (Martineau *et al.* 2009b; Videla y Andrews 2009).

CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en este trabajo se evidenció la presentación de SUGE en los CCC. El 65% de prevalencia de lesiones gástricas en CCC del presente estudio se considera una importante presentación de la enfermedad, en donde los principales factores de riesgo asociados a la presentación de las lesiones fueron el transporte de los animales y la intensidad del ejercicio.

REFERENCIAS

- Andrews FM, Reinemeyer CR, McCracken MD, Blackford JT, Nadeau JA, Saabye L, Sötell M, Saxton A. 2002. Comparison of endoscopic, necropsy and histology scoring of equine gastric ulcers. *Equine Vet J.* 34(5): 475-478. Doi: [10.2746/042516402776117827](https://doi.org/10.2746/042516402776117827).
- Andrews FM, Nadeau JA. 2010. Clinical syndromes of gastric ulceration in foals and mature horses. *Equine Vet J.* 31(S29): 30-33. Doi: [10.1111/j.2042-3306.1999.tb05165.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05165.x).
- Aranzaes JRM, Cassou F, Andrade BSC, Alves GES. 2012. Presencia del síndrome úlcera gástrica en equinos la policía Militar. 44: 185-189. Doi: [10.4067/S0301-732X2012000200013](https://doi.org/10.4067/S0301-732X2012000200013).
- Bell RJW, Mogg TD, Kingston JK. 2007a. Equine gastric ulcer syndrome in adult horses: a review. *N Z Vet J.* 55: 1-12. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00480169.2007.36728>.
- Bell RJW, Kingston JK, Mogg TD, Perkins NR. 2007b. The prevalence of gastric ulceration in racehorses in New Zealand. *N Z Vet J.* 55: 13-18. Doi: [10.1080/00480169.2007.36729](https://doi.org/10.1080/00480169.2007.36729).
- Berger H, Silvia R, Klemm MOA. 2009. Gastric ulcers in Brazilian performance horses. En: WEVA-International Congress – Brazil, 2009. World Equine Veterinary Association.
- Buchanan BR, Andrews FM. 2003. Treatment and prevention of equine gastric ulcer syndrome. *Vet Clin North Am-Equine Pract.* 19: 575-597. Doi: [10.1016/j.cveq.2003.08.012](https://doi.org/10.1016/j.cveq.2003.08.012).
- Fernandes WR, Belli CB SL. 2003. Achadosgastroscópicosem equinos adultos assintomáticos. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 55: 405-410.
- Graaf-Roelfsema E, Keizer HA, Wijnberg ID, Van Der Kolk JH. 2010. The incidence and severity of gastric ulceration does not increase in overtrained Standardbred horses. *Equine Vet J.* 42: 58-61. Doi: [10.1111/j.2042-3306.2010.00268.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00268.x).
- Jonsson H, Egenvall A. 2006. Prevalence of gastric ulceration in Swedish Standardbreds in race training. *Equine Vet J.* 38(3): 209-213. Doi: [10.2746/042516406776866390](https://doi.org/10.2746/042516406776866390).
- Kumar V, Abbas AK, Aster JC, Robbins Y. 2015. *Cotran patología estructural y funcional*. 9º ed. España: Elsevier Inc.
- Luthersson N, Nielsen KH, Harris P, Parkin TDH. 2009a. Risk factors associated with equine gastric ulceration syndrome (EGUS) in 201 horses in Denmark. *Equine Vet J.* 41: 625-630. Doi: [10.2746/042516409x441929](https://doi.org/10.2746/042516409x441929).
- Luthersson N, Nielsen KH, Harris P, Parkin TDH. 2009b. The prevalence and anatomical distribution of equine gastric ulceration syndrome (EGUS) in 201 horses in Denmark. *Equine Vet J.* 41(7): 619-624. Doi: [10.2746/042516409x441910](https://doi.org/10.2746/042516409x441910).
- Martineau H, Thompson H, Taylor D. 2009a. Pathology of gastritis and gastric ulceration in the horse. Part 1: range of lesions present in 21 mature individuals. *Equine Vet J.* 41: 638-644. Doi: [10.2746/042516409x464816](https://doi.org/10.2746/042516409x464816).
- Martineau H, Thompson H, Taylor D. 2009b. Pathology of gastritis and gastric ulceration in the horse. Part 2: a scoring system. *Equine Vet J.* 41: 646-651. Doi: [10.2746/042516409x464799](https://doi.org/10.2746/042516409x464799).
- Martinez JR, Silveira GE. 2014. Equine gastric ulcer syndrome: risk factor and therapeutics aspects. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 27: 157-169.
- Maxie MG, Miller MA. 2008. *Jubb, Kennedy and Palmer's Pathology of Domestic Animals: Fifth Edition*. 1-737. Doi: [10.1016/B978-0-7020-5317-7.00001-1](https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-5317-7.00001-1).
- McClure SR, Glickman LT, Glickman NW. 1999. Prevalence of gastric ulcers in show horses. *J Am Vet Med Assoc.* 215: 1130-1133.
- McClure SR, Carithers DS, Gross SJ, Murray MJ. 2005. Gastric ulcer development in horses in a simulated show or training environment. *J Am Vet Med Assoc.* 227(5): 775-777. Doi: [10.2460/javma.2005.227.775](https://doi.org/10.2460/javma.2005.227.775).
- Murray MJ, Grodinsky C, Anderson CW, Radue PF, Schmidt GR. 1989. Gastric ulcers in horses: a comparison of endoscopic findings in horses with and without clinical signs. *Equine Vet J Suppl.* 68-72. Doi: [10.1111/j.2042-3306.1989.tb05659.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1989.tb05659.x).
- Murray MJ, Haven ML, Eichorn ES, Zhang D, Eagleson J, Hickey GJ. 1997. Effects of omeprazole on healing of naturally-occurring gastric ulcers in thoroughbred racehorses. *Equine Vet J.* 29(6): 425-429. Doi: [10.1111/j.2042-3306.1997.tb03153.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1997.tb03153.x).
- Nieto JE, Spier S, Pipers FS, Stanley S, Aleman MR, Smith DC, Snyder JR. 2002. Comparison of paste and suspension formulations of omeprazole in the healing of gastric ulcers in racehorses

- in active training. 221(8): 1139-1143. Doi: [10.2460/javma.2002.221.1139](https://doi.org/10.2460/javma.2002.221.1139).
- Nieto JE, Aleman M, Anderson JD, Fiack C, Snyder JR. 2012. Effects of phenylbutazone on gene expression of cyclooxygenase-1 and -2 in the oral, glandular gastric, and bladder mucosae of healthy horses. *Am J Vet Res*. 73: 98-104. Doi: [10.2460/ajvr.73.1.98](https://doi.org/10.2460/ajvr.73.1.98).
- Orsini JA, Hackett ES, Grenager N. 2009. The Effect of Exercise on Equine Gastric Ulcer Syndrome in the Thoroughbred and Standardbred Athlete. *J Equine Vet Sci*. 29: 167-171. Doi: [10.1016/j.jevs.2009.01.006](https://doi.org/10.1016/j.jevs.2009.01.006).
- Reed SM, Bayly WM, Sellon DC, Frazer GS. 2004. Equine Internal Medicine. *Equine Intern Med*. 1025-1168. Doi: [10.1016/B0-72-169777-1/50018-4](https://doi.org/10.1016/B0-72-169777-1/50018-4).
- Robinson NE, Sprayberry KA. 2009. Current therapy in equine medicine. 6th ed. St. Louis (Mo): Saunders Elsevier.
- Tamzali Y, Marguet C, Priymenko N, Lyazrhi F. 2011. Prevalence of gastric ulcer syndrome in high-level endurance horses. *Equine Vet J*. 43: 141-144. Doi: [10.1111/j.2042-3306.2010.00129.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00129.x).
- Taylor FGR, Hillyer MH. 1999. Técnicas Diagnósticas de Medicina Equina. Manual de Técnicas Diagnósticas Para Estudiantes y Profesionales Aplicables al Caballo Adulto. Zaragoza (España): Editorial Acribia.
- Vatistas NJ, Snyder JR, Carlson G, Johnson B, Arthu RM, Thurmond M, Zhou H, Lloyd KLK. 1999. Cross-sectional study of gastric ulcers of the squamous mucosa in thoroughbred racehorses. *Equine Vet J Suppl*. (29): 34-39. Doi: [10.1111/j.2042-3306.1999.tb05166.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05166.x).
- Videla R, Andrews FM. 2009. New Perspectives in Equine Gastric Ulcer Syndrome. *Vet Clin North Am-Equine Pract*. 25: 283-301. Doi: [10.1016/j.cveq.2009.04.013](https://doi.org/10.1016/j.cveq.2009.04.013).

Article citation

Gómez FA, Ruiz JD, Balvin DI. 2020. Evaluación de algunos factores de riesgo para la presentación de síndrome de úlcera gástrica (SUGE) en el caballo criollo colombiano en el Valle de Aburrá, Antioquia (Colombia). [Evaluation of some risk factors for the presentation of equine gastric ulcer syndrome (EGUS) in Colombian creole horse in Valle de Aburrá, Antioquia (Colombia)]. *Rev Med Vet Zoot*. 67(2): 123-135. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n2.90705](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n2.90705)

Evaluación por gastroscopia simple y cromoendoscopia convencional de la superficie gastroesofágica y duodenal proximal del equino. Estudio piloto

A. Mira Montoya¹, J. L. Sánchez García¹, J. R. Martínez Aranzales^{1}*

Artículo recibido: 21 de febrero de 2020 · Aprobado: 27 de agosto de 2020

RESUMEN

Las enfermedades gastrointestinales equinas tienen una alta incidencia con un pronóstico variable en la práctica clínica. La mayoría de los estudios se limitan a describir lesiones ulcerativas y lesiones inflamatorias. El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial diagnóstico complementario de la cromoendoscopia convencional en la mucosa gastroesofágica y duodenal proximal del equino. El estudio incluyó 20 caballos criollos colombianos de ambos sexos (12 hembras y 8 machos), con edades entre 5 y 20 años, peso entre 250 y 350 kilogramos, condición corporal 4-5/9 y con historial de alteraciones digestivas en los últimos 3 meses; quienes previo a la evaluación por gastroscopia y cromoendoscopia se sometieron a ayuno (sólidos 12h y líquidos 4h) y sedación (xilacina 0,5 mg/kg/iv). Se utilizaron tinciones como rojo fenol, lugol, índigo carmín, azul de metileno y ácido acético y se tomaron biopsias de los segmentos que mostraron reacción. El azul de metileno reveló 52% de las lesiones, el lugol 19%; por su parte, el rojo fenol, el índigo carmín y el ácido acético revelaron el 9,5% restante. El epitelio escamoso fue el más afectado (66,6%), el glandular (19%), antro pilórico (9,5%) y duodeno proximal (4,7%). Los hallazgos histopatológicos fueron hiperplasia, hipertrofia, hiperqueratosis, congestión, degeneración vacuolar, infiltrados celulares, fibrosis, necrosis y atrofia en diferentes grados de severidad. La cromoendoscopia reveló lesiones prematuras, que pasaron desapercibidas con las técnicas convencionales de endoscopia del tracto digestivo. Este es el primer estudio que emplea la cromoendoscopia en equinos; a pesar de que la técnica mejoró la visualización y facilitó la ubicación y descripción de lesiones ulcerativas prematuras a través de la histopatología, se recomiendan mayores estudios controlados y con un número más amplio de muestras.

Palabras clave: cromoendoscopia, equinos, gastroscopia, lesiones, SUGE.

¹ Línea de Investigación en Medicina y Cirugía Equina (LIMCE), Grupo de investigación Centauro, Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Calle 70 Nro. 52-21, Medellín-(Colombia).

* Autor para correspondencia: jose.martinez@udea.edu.co.

Evaluation by simple gastroscopy and conventional chromoendoscopy of the gastro-esophageal and proximal duodenal surface of equine. Preliminary study

ABSTRACT

Equine gastrointestinal diseases have a high occurrence with a variable prognostic in clinic practice. Most of the studies limits to describe ulcerative and inflammatory lesions. The objective of this study was to evaluate the potential complementary diagnostic of conventional chromoendoscopy on the gastroesophageal and proximal duodenal mucosa of the equine. 20 Colombian creole horses, of both sexes (12 females and 8 males), with ages between 5 and 20 years old, weight between 250 and 350 kilograms, body condition 4-5/9, that had presented digestive alterations in the last 3 months, were subjected to fasting (solids 12h and liquids 4h) and sedated (xylazine 0,5 mg/kg/iv) to be evaluated by gastroscopy and chromoendoscopy, using for stains phenol red, lugol, indigo carmine, methylene blue and acetic acid, taking biopsy samples of the segments that showed reaction. The methylene blue revealed 52%, lugol 19%, and phenol red, indigo carmine and acetic acid revealed only 9,5% of the lesions, being the squamous epithelium the most affected (66,6%), glandular epithelium (19%), pyloric antrum (9,5%) and proximal duodenum (4,7%), where histopathological findings were hyperplasia, hypertrophy, hyperkeratosis, congestion, vacuolar degeneration, cellular infiltrates, fibrosis, necrosis and atrophy in different degrees of severity. Chromoendoscopy revealed lesions premature, which go unnoticed with conventional light endoscopy techniques. This is the first study using chromoscopy in horses to show that the reagents used allow a better visualization of injuries than the conventional technique, helping histopathological studies and molecular biology to understand ulcerative premature injuries and possible pathophysiological pathways. However, larger controlled studies and a larger number of samples are needed.

Keywords: chromoendoscopy, EGUS, equine, gastroscopy, lesions.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades del tracto gastrointestinal en equinos tienen una alta presentación con variable pronóstico en la rutina clínica. La mayoría de estudios se han limitado a la descripción de lesiones ulcerativas e inflamatorias en el estómago ya que mundialmente tienen alta prevalencia en los caballos. Además, estas patologías son las más evidentes en una evaluación endoscópica, convirtiéndose en la ayuda diagnóstica por excelencia para estos cuadros clínicos. Sin embargo, estudios en medicina han identificado un

alto porcentaje de lesiones que no reporta la endoscopia convencional, sobre todo en patologías leves o en fases tempranas (Barreto 2010; Trivedi y Braden 2013). Lo que ha conllevado a la implementación de la cromoendoscopia como técnica de primera línea en los estudios de patologías del tracto gastrointestinal. Los beneficios de este procedimiento no se han evaluado en las superficies digestivas del equino y existe evidencia de altas frecuencias de lesiones asociadas al síndrome ulcerativo gástrico equino (SUGE) alrededor del mundo (Barreto 2010 y Trivedi y Braden

2013), alteraciones que con la implementación de la cromoendoscopia podrían revelar otras lesiones de tipo degenerativo o pre-ulcerosas, displasias o metaplasias no descritas hasta el momento para la especie.

La cromoendoscopia es una técnica utilizada en seres humanos fundamentada en el uso de tinciones sobre la mucosa digestiva para visualizar detalles de la superficie interna, con el fin de identificar, delimitar, realzar lesiones poco evidentes, caracterizar lesiones planas o deprimidas y determinar patrones de criptas en la superficie luminal del tubo digestivo (García y Díaz 2009; Barreto 2010; Kiesslich y Neurath 2012). Por consiguiente, este procedimiento tiene el propósito de facilitar el diagnóstico de lesiones que pasan inadvertidas con las técnicas convencionales de endoscopia de luz (Marín *et al.* 2006; Barreto 2010).

La gastroscopia en equinos es el procedimiento diagnóstico de elección para el síndrome ulcerativo gástrico, tanto de la mucosa aglandular como glandular; específicamente, en el diagnóstico de hiperqueratosis, erupciones, irritaciones, ulceraciones y procesos inflamatorios. Sin embargo, otros hallazgos no se reportan pues no existen cambios evidentes en la estructura del tejido, como en el caso de displasias o cambios degenerativos prematuros. Además, la endoscopia convencional ha demostrado ciertas limitaciones de visualización y accesibilidad a algunas áreas del estómago de caballos (Murray *et al.* 1989; Andrews *et al.* 2002). Por consiguiente, la cromoendoscopia contribuye a facilitar la identificación y revelación de lesiones displásicas y malignas del tracto gastrointestinal que en muchos casos pueden ser difíciles de diferenciar del tejido sano.

Existen una amplia variedad de tinciones para el uso en cromoendoscopia que

se clasifican según su interacción con la mucosa gastrointestinal. Las comúnmente utilizadas y que pudieran ser extrapolables a los equinos se describen a continuación.

Rojos Fenol: se clasifica como una tinción reactiva que cambia de color amarillo a rojo o lila en presencia de pH básico y es utilizada en medicina para la detección de *Helicobacter* spp. en la mucosa gástrica, con una sensibilidad y especificidad reportada del 100% y 84,6%, respectivamente (Trivedi y Braden 2013).

Lugol: tinción vital a base de yodo que se utiliza para demarcar displasia y cáncer en el epitelio escamoso; el yodo se une al glucógeno que es abundante en el epitelio escamoso no queratinizado, el tejido neoplásico tiene pocas reservas de glucógeno, por lo cual, incorpora poco o nada de la tinción; otras condiciones asociadas con baja absorción de yodo son enfermedades inflamatorias y esófago de Barrett (García y Díaz 2009; Barreto 2010; Trivedi y Braden 2013).

Índigo Carmin: tinción de contraste, no reacciona ni se absorbe, solo se acumula en las elevaciones y depresiones de la mucosa permitiendo una mejor definición topográfica del área (García y Díaz 2009; Trivedi y Braden 2013).

Azul de metileno: tinción vital que involucra una absorción activa de la mucosa, esta se deposita en el epitelio de las células absorptivas y puede ser usado como cribado en la enfermedad inflamatoria intestinal para identificar metaplasia intestinal, displasia y cáncer gástrico tipo intestinal en humanos (García y Díaz 2009).

Ácido acético: esta sustancia no es una tinción como tal, pero al ser aplicado

sobre el tejido puede incrementar el patrón estructural similar a un agente de contraste, rompe los enlaces disulfuro de las glicoproteínas que componen la capa mucosa y como resultado desnaturaliza el moco que hay sobre el tejido (García y Díaz 2009; Barreto 2010; Trivedi y Braden 2013).

En este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial diagnóstico complementario de la cromoendoscopia convencional sobre la superficie gastroesofágica y duodenal proximal del equino, para describir las alteraciones histopatológicas de tipo inflamatorio, erosivas, ulcerativas y degenerativas de la mucosa gastroesofágica y del duodeno proximal reveladas por tinciones a base de rojo fenol, ácido acético, azul de metileno, lugol e índigo carmín como medio de contraste.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Se tomó una muestra por conveniencia de 20 equinos criollos colombianos que presentaron alteraciones digestivas en los tres meses previos (anorexia, cólico, diarrea, aerofagia, bruxismo, sialorrea, disfagia, pérdida de peso); los ejemplares del estudio fueron de ambos sexos (12 hembras y 8 machos), con edades entre 5 y 20 años, peso entre 250 y 350 kg, condición corporal entre 4-5/9 (Henneke *et al.* 1983) y manejados en estabulación; con alimentación basada en forraje verde, heno a voluntad, ración de concentrado comercial, suplemento mineral y agua a voluntad. Finalmente, se estudiaron las superficies de los segmentos digestivos del duodeno, estómago y esófago por endoscopia y cromoendoscopia convencional.

Procedimientos

Evaluación esófago-gastro-duodenal: previo a los exámenes endoscópicos los equinos se sometieron a ayuno de sólidos y líquidos de 12 y 4 horas, respectivamente. Inmediatamente después de la sedación (xilacina 10% a 0,5mg/kg/iv) se examinó la superficie de la mucosa gástrica de cada ejemplar (Figura 1A) a través de un videoendoscopio flexible (Portascope®, 1800PVS, Bradenton, FL, EUA) de 12 mm de diámetro y de 300 cm de largo introducido vía nasal. Durante el procedimiento endoscópico del esófago y el estómago, estos fueron distendidos con aire para mejorar la visibilidad de sus mucosas. También fueron utilizados chorros de agua a través del canal de trabajo para lavar restos de alimentos en las superficies gástricas. Las lesiones visualizadas fueron grabadas en videos y clasificadas según el número (0-4) e intensidad (0-5), conforme a lo recomendado por MaCallister *et al.* (1997).

Evaluación por cromoendoscopia e histopatología: al finalizar la inspección esófago-gastro-duodenal se procedió a aplicar con jeringa, a través del canal de trabajo del endoscopio, un volumen de 30 ml de cada una de las tinciones en las siguientes concentraciones: rojo fenol 0,1%; lugol 2%; índigo carmín 0,5%; azul de metileno 1%, y ácido acético 3%. Esta aplicación se hizo en los segmentos evaluados en el siguiente orden: duodeno proximal, mucosa gástrica glandular, mucosa gástrica escamosa y esófago distal (Figura 2). Posterior a la aplicación de cada tinción, las lesiones o alteraciones reveladas o visualizadas fueron biopsiadas mediante pinzas endoscópicas introducidas a través del canal de trabajo del endoscopio. Estas muestras se conservaron en formalina al

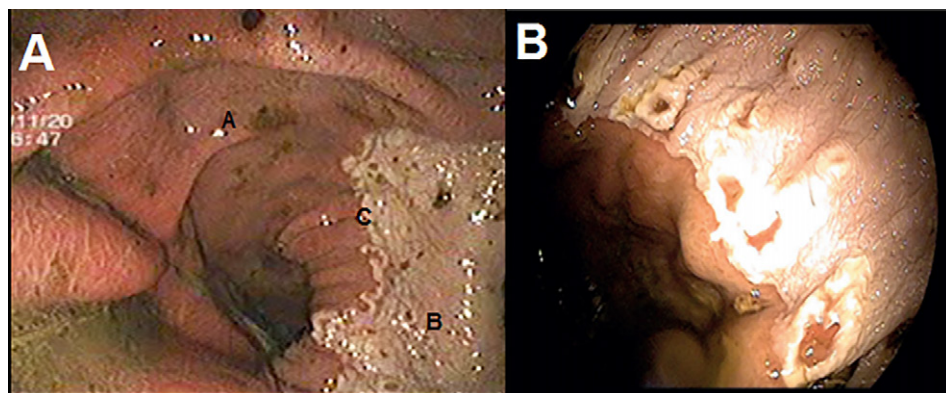


FIGURA 1. Endoscopia de la superficie gástrica del equino. **A)** A. Mucosa glandular, B. Mucosa Aglandular, C. *Margo plicatus*. **B)** Lesiones ulcerativas en mucosa gástrica aglandular próximas a la región del Margo plicatus.

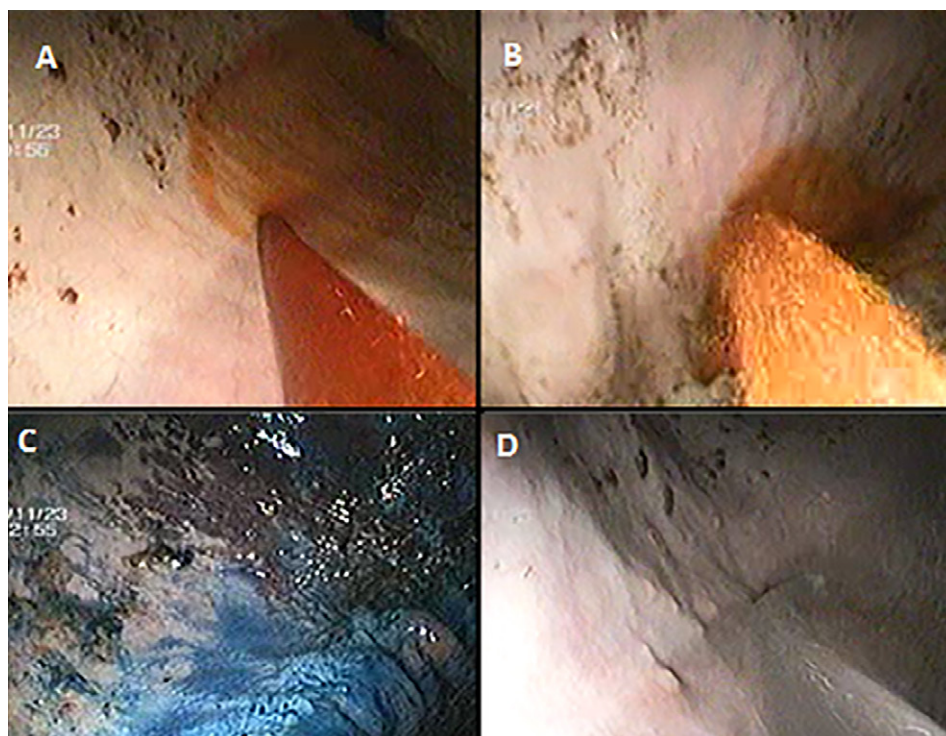


FIGURA 2. Procedimientos de cromoendoscopia convencional sobre la superficie gástrica del equino. **A)** Tinción con rojo fenol, **B)** Tinción con lugol, **C)** Tinción con azul de metileno y **D)** Tinción con ácido acético.

10% y, posteriormente, se procesaron con las técnicas rutinarias de histopatología y coloración de Wright Giemsa para la evaluación de presencia de bacterias espiraladas compatibles con *Helicobacter* spp.

Análisis de datos: todos los hallazgos endoscópicos, cromoendoscópicos e histopatológicos de los segmentos digestivos evaluados se tabularon y sistematizaron en planillas de Microsoft Excel® y se procesaron por estadística descriptiva.

RESULTADOS

El examen esófago-gastro-duodenoscópico realizado a cada uno de los 20 equinos

seleccionados solo reportó lesiones ulcerativas en la superficie gástrica en 8 de ellos (40% de la población de estudio), de los cuales, 2 (10%) presentaron lesiones localizadas en la mucosa glandular, 4 (20%) en la mucosa aglandular (Figura 1B) y los restantes 2 (10%) en ambas mucosas. Estas lesiones fueron clasificadas según el sistema adoptado (MaCallister *et al.* 1997), en grados que oscilaron entre 1 y 2, por tanto, consideradas de leves y superficiales.

Posterior a la endoscopia convencional los 20 caballos se sometieron a cromoendoscopia, 14 de ellos mostraron reacción a algunas de las tinciones utilizadas, distribuidas, según la tinción, de la siguiente manera: azul de metileno, en 8 caballos

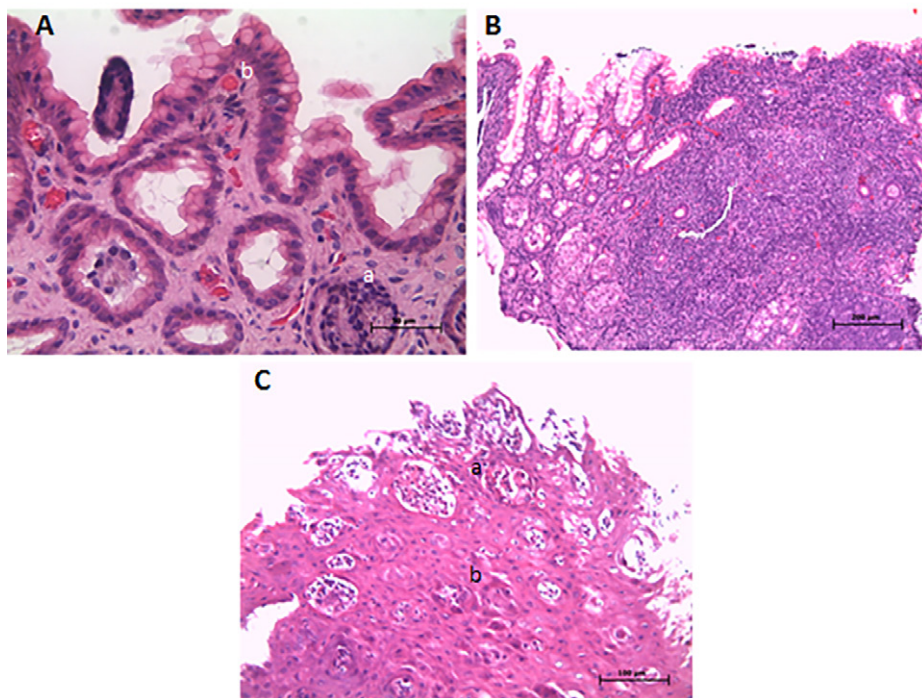


FIGURA 3. Mucosa gástrica y duodenal de equinos sometidas a cromoendoscopia. **A.** Muestra histológica del antro pilórico, con tinción de índigo carmín, 40x. **a.** fibroplasia, **b.** congestión. **B.** Corte histológico del duodeno proximal con tinción de índigo carmín, 10x. Infiltrado leucocitario. **C.** Muestra histológica de la mucosa aglandular con tinción de lugol, 20x. **a.** Exocitosis neutrofílica, **b.** Necrosis.

en mucosa aglandular y en 3 caballos en mucosa glandular; lugol, en 3 caballos en mucosas aglandular y en 1 en mucosa glandular; rojo fenol, en antro pilórico en 2 caballos; índigo carmín, en duodeno proximal y mucosa aglandular en 2 caballos y ácido acético, en 2 caballos en mucosas aglandular. Como se aprecia, la tinción de azul de metileno reveló el 52% de las lesiones; el lugol, el 19%, y el rojo fenol, índigo carmín y ácido acético revelaron tan solo el 9,5% de las alteraciones. En el esófago distal tampoco se presentaron reacciones a las soluciones utilizadas.

De los anteriores puntos anatómicos se analizaron 21 muestras histopatológicas. La mucosa aglandular presentó mayor número de lesiones (66,6%), seguida de la mucosa glandular con el 19%, antro pilórico con el 9,5% y duodeno proximal con el 4,7%. Los hallazgos microscópicos se relacionan en la Tabla 1 y se muestran en la Figura 3. Los cambios como hiperplasia, hipertrofia, congestión, degeneración vacuolar, infiltrado celulares (linfocitosis, leucocitosis, macrófagos), fibrosis, necrosis y atrofia en diferentes grados de severidad fueron los más destacados.

TABLA 1. Muestras de tejido gástrico y de duodeno proximal de equinos sometidos a cromoendoscopia, con los hallazgos microscópicos de las lesiones reveladas por las tinciones utilizadas.

Muestras	Región de toma	Tinción	Hallazgos Patológicos
Caballo 1- muestra 1	Antro Pilórico	Rojo fenol	Congestión moderada, fibrosis moderada, hiperplasia leve, Atrofia leve, leucocitosis leve.
Caballo 1- muestra 2	Duodeno Proximal	Índigo Carmín	Linfocitosis Severa, Congestión moderada, infiltración de Macrófagos moderada.
Caballo 2- muestra 3	Mucosa Aglandular	Índigo carmín	Hiperplasia epitelial Severa, degeneración vacuolar leve
Caballo 2- muestra 4	Mucosa Aglandular	Azul de Metileno	Hiperplasia moderada, degeneración vacuolar leve, hiperqueratosis leve.
Caballo 3 – Muestra 5	Mucosa Aglandular	Azul de Metileno	Hiperplasia moderada, degeneración vacuolar moderada, hiperqueratosis leve.
Caballo 3- Muestra 6	Mucosa Aglandular	Ácido Acético	Degeneración Vacuolar moderada, Hiperqueratosis moderada, Hiperplasia moderada.
Caballo 4- Muestra 7	Mucosa Aglandular	Azul de Metileno	Hiperplasia Moderada, Hiperqueratosis leve, Degeneración Vacuolar leve, Hipertrofia leve, presencia de bacterias moderada.

Muestras	Región de toma	Tinción	Hallazgos Patológicos
Caballo 5- muestra 8	Mucosa Glandular	Lugol	Congestión moderada, fibrosis leve, edema leve, hemorragia leve, infiltración linfocítica leve, infiltración macrófagos leve.
Caballo 5- muestra 9	Mucosa glandular	Azul de metileno	Atrofia leve, fibrosis leve, congestión leve, infiltración linfocítica leve, infiltrado macrófagos leve.
Caballo 6- muestra 10	Mucosa glandular	Azul de metileno	Congestión Moderada, fibrosis leve, hemorragia leve, infiltración linfocítica leve, infiltrado macrófagos leve.
Caballo 7- muestra 11	Mucosa Aglandular	Lugol	Hiperplasia moderada, hiperqueratosis leve.
Caballo 8- muestra 12	Mucosa glandular	Azul de Metileno	Fibrosis Moderada, congestión, moderada, infiltración linfocítica leve, infiltrado macrófagos leve.
Caballo 9- muestra 13	Mucosa Aglandular	Azul de metileno	Hiperplasia, infiltración neutrofílica, degeneración vacuolar leve, hiperqueratosis leve, fibrosis leve, necrosis en lamina propia, edema intercelular, infiltración linfocítica leve.
Caballo 9- muestra 14	Mucosa Aglandular	Lugol	Hiperplasia moderada, degeneración vacuolar leve, hiperqueratosis leve, necrosis en zona superficial leve, infiltración linfocítica leve.
Caballo 10- muestra 15	Mucosa Aglandular	Azul de metileno	Hiperplasia moderada, degeneración vacuolar moderada, hiperqueratosis moderada.
Caballo 11- muestra 16	Mucosa Aglandular	Azul de metileno	Hiperplasia moderada, hiperqueratosis moderada, infiltración linfocítica leve.
Caballo 11- muestra 17	Antro pilórico	Rojo fenol	Fibrosis moderada, congestión moderada, infiltración linfocítica moderada, hiperplasia leve, infiltrado macrófagos leve, infiltrado neutrófilos leve.

Muestras	Región de toma	Tinción	Hallazgos Patológicos
Caballo 12- muestra 18	Mucosa aglandular	Azul de metileno	Hiperplasia moderada, hiperqueratosis moderada.
Caballo 13- Muestra 19	Mucosa aglandular	Ácido acético	Degeneración vacuolar moderada, hiperplasia moderada, hiperqueratosis moderada, Colonias bacterianas leve.
Caballo 13- Muestra 20	Mucosa aglandular	Lugol	Hiperqueratosis moderada, hiperplasia, hemorragia moderada, infiltración neutrofílica moderada, hiperemia, necrosis, degeneración vacuolar leve.
Caballo 14- muestra 21	Mucosa aglandular	Azul de metileno	Hiperplasia moderada, hiperqueratosis leve.

Finalmente, en ninguna de las muestras histopatológicas se evidenció la presencia de bacterias espiraladas compatibles con *Helicobacter* spp.

DISCUSIÓN

El examen gastroscópico convencional reportó lesiones ulcerativas compatibles con el SUGE, validando la importancia de esta técnica en el diagnóstico de este síndrome y la presencia de este cuadro en las superficies gástricas de los caballos criollos colombianos. Sin embargo, la prevalencia fue menor al 69% reportada en trabajos previos (Zuluaga 2016; Zuluaga *et al.* 2018); posiblemente la naturaleza de estos trabajos influyó en los porcentajes, considerando que fueron trabajos con mayor número de animales y orientados a reportar la frecuencia de presentación y factores de predisposición del SUGE. No obstante, fueron similares con relación a la mucosa más afectada, aunque el grado de severidad tanto por número e intensidad fue bajo, por lo que se consideraron estas le-

siones ulcerativas de poca relevancia clínica, teniendo en cuenta la variable correlación entre la signología clínica y las intensidades de las úlceras (Murray *et al.* 1989; Rabuffo *et al.* 2009; Videla y Andrews 2009). Por tanto, no se descarta que las alteraciones digestivas presentadas previamente en los 20 equinos, puedan haber estado asociadas con la presencia de estas lesiones.

La naturaleza multifactorial del SUGE y los diferentes esquemas de manejo y actividad de los equinos influyen en las frecuencias de presentación. Por tanto, la baja prevalencia determinada en este trabajo obedeció a las prácticas de alimentación determinadas en esta población y posiblemente al control de factores predisponentes del síndrome. Sin embargo, se presentaron lesiones ulcerativas leves cuyo impacto en la salud de los equinos en muchos casos no se puede determinar, o no explica completamente el cuadro clínico o de abdomen agudo, lo que se podría inferir de la existencia de alteraciones que la simple gastroscopia convencional no revela o evidencia en la mucosa gástrica.

En este sentido, al realizarse las cromoendoscopias se reportó un 30% (14 animales) más de equinos con lesiones, al compararse con la gastroscopia convencional (8 animales), reflejando la importancia de esta técnica en la detección de alteraciones previas a erosiones o ulceraciones. Por tanto, la cromoendoscopia se puede utilizar para la detección de lesiones prematuras que la endoscopia simple no revela por la ausencia de contraste o delimitación que las tinciones ofrecen en esta técnica. Dentro las lesiones tempranas que se revelaron con la cromoendoscopia se encontraron hiperplasia, hipertrofia, congestión, degeneración vacuolar, infiltrado celulares (linfocitosis, leucocitosis, macrófagos), fibrosis, necrosis y atrofia, hallazgos similares a los descritos en seres humanos (Barreto 2010; García y Díaz 2009).

Por su parte, los hallazgos histopatológicos ubicados en el antro pilórico fueron revelados solamente por el rojo fenol; sin embargo, no se detectaron bacterias espiraladas compatibles con *Helicobacter* spp. a pesar de la alta sensibilidad descrita en seres humanos (Trivedi y Braden 2013). Estos resultados son compatibles con otros trabajos que, empleando las pruebas de actividad de la ureasa, no encontraron asociación entre la presencia de esta bacteria y el SUGE (Zuluaga y Martínez 2018), lo cual indica la necesidad de una mayor claridad sobre la participación de esta bacteria en la fisiopatología de las lesiones ulcerativas, al ser considerada controversial en los equinos (Scott *et al.* 2001; Moyaert *et al.* 2009).

A pesar de la ausencia de bacterias en las muestras obtenidas en el antro pilórico se encontró infiltración de células inflamatorias como linfocitos, neutrófilos y macrófagos, además congestión vascular, fibrosis e hiperplasia, señalizando patrones

inflamatorios compatibles con cuadros de gastritis crónica, gastritis crónica activa y gastritis eosinofílica crónica, descritos en equinos con ulceraciones de diversa intensidad (Cardona *et al.* 2009). Sin embargo, existen reportes de la presencia de *Helicobacter* spp. en equinos tanto sanos, como con lesiones ulcerativas gástricas acompañadas de cuadros de inflamatorios, confirmando la contradictoria participación de esta bacteria en el SUGE.

El índigo carmín reveló cambios en el duodeno proximal y la mucosa escamosa gástrica, aunque histológicamente no se diagnosticaron pólipos hiperplásicos o pólipos adenomatosos (Marín *et al.* 2006); se reportaron algunos cambios celulares indicativos de degeneración vacuolar, hiperplasia, congestión vascular e infiltrado celular tipo inflamatorio, pero sin hallazgos de displasia que determina enfermedad inflamatoria intestinal en seres humanos (Marion e Itzkowitz 2006). Sin embargo, la biopsia intestinal es la ayuda diagnóstica de elección en casos clínicos que podría potencializarse con la cromoendoscopia a base de índigo carmín.

Varios hallazgos fueron revelados en las mucosas glandular y aglandular del estómago con las tinciones de azul de metileno, lugol y el ácido acético, siendo la mucosa aglandular la más afectada por la presencia de varias infiltraciones de células inflamatorias y alteraciones celulares de tipo hiperplasia e hiperqueratosis, estas últimas no reveladas con la endoscopia convencional, aun cuando están dentro sus hallazgos más comunes, lo cual indica que estas tinciones resaltan alteraciones prematuras o tempranas que sugieren contacto previo, constante y acumulativo de factores lesivos endógenos y exógenos que inducen el SUGE (Murray *et al.* 1989; Nappert *et al.* 1989).

A diferencia de la mucosa aglandular, la mucosa glandular reveló una menor proporción de alteraciones restringidas a patrones inflamatorios caracterizados por las diversas infiltraciones celulares. La disparidad en la frecuencia de presentación de las lesiones se podría explicar por los mecanismos de autoprotección que tiene esta mucosa (Argenzio 1999; Reese y Andrews 2009); ya que la aglandular es más susceptible a presentar lesiones ulcerativas, de acuerdo a las prevalencias descritas alrededor del mundo en diferentes razas de caballos, realizando diversos tipos de trabajo y sometidos a variados sistemas de manejo (Chameroy *et al.* 2006; Tamzali *et al.* 2011; Aranzales *et al.* 2012; Martínez *et al.* 2014; Sykes *et al.* 2015; Zuluaga *et al.* 2018).

Por su parte, en el esófago distal la endoscopia simple y cromoendoscopia convencional no reportaron lesiones o reacciones con las tinciones empleadas. En contraste, la cromoendoscopia se ha utilizado en el diagnóstico de esófago de Barrett en humanos, especialmente con lugol, azul de metileno y ácido acético (Barreto 2010), aunque con resultados controversiales por ausencia de estandarización de técnicas, complejidad de los procedimientos y variabilidad entre evaluadores en la determinación de metaplasia y displasia (García y Díaz 2009). Sin embargo, la frecuencia de presentación de lesiones en este órgano en equinos es muy baja, a pesar de la similitud histológica de la mucosa esofágica.

En Latinoamérica y Japón la cromoendoscopia es el primer filtro para la detección de neoplasias gástricas. En este sentido, un estudio en Colombia que empleó esta técnica reportó diversas lesiones en el 100% de las muestras (Emura *et al.* 2010), demostrando alta complementariedad

de la cromoendoscopia a la endoscopia convencional. Hallazgos de metaplasia y displasia se han asociado a lesiones precancerígenas o alteraciones prematuras dentro el síndrome para-neoplásico de la superficie gástrica (Marion e Itzkowitz 2006); se han reportado prevalencias del 10 al 24% de neoplasias en tracto gastrointestinal (Trivedi y Braden 2013). Mientras tanto, en equinos se ha descrito una baja tasa de presentación de cáncer gástrico (3-4%), siendo el más común el carcinoma de células escamosas (Taylor *et al.* 2009). Sin embargo, reportes sobre lesiones pre-ulcerosas o displasia y metaplasia no se conocen y no se encontraron en este estudio.

Todos los hallazgos histopatológicos reportados en este estudio, representados en infiltraciones, cambios celulares y vasculares, podrían ser generados por diferentes vías fisiopatológicas como el estrés oxidativo e inhibición de prostaglandinas citoprotectoras inducidas por el uso de antiinflamatorios no esteroidales (Naito *et al.* 1998; Lanás *et al.* 2003; Martínez *et al.* 2015), efecto caustico del ácido clorhídrico y enzimas digestivas (Argenzio 1999; Aranzales y Alves 2013) y demás aspectos externos e inherentes a cada animal, siendo todos reportados como factores inductores de SUGE.

La aplicación de las tinciones en el orden y sentido adoptado (oral) fue importante para la visualización de los segmentos del tubo digestivo, ya que facilitó el lavado de las tinciones para evitar acumulación y mezcla de las mismas, permitiendo, en una misma intervención, el uso de varias coloraciones con objetivos específicos. Igualmente, se constató que dichos procedimientos fueron seguros, sencillos, económicos y rápidos, conforme se ha descrito en medicina (Marín *et*

al. 2006). Sin embargo, por el tamaño de las superficies digestivas del equino, se requiere un volumen mayor tanto de tinciones como de agua para su respectivo lavado, lo que podría incrementar el tiempo de ejecución.

En conclusión, este es el primer estudio que emplea la cromoendoscopia en equinos para demostrar que los reactivos utilizados permiten obtener una mejor visualización de las lesiones que la gastroscopia de luz convencional. Además, ayuda en los estudios histopatológicos y de biología molecular para un mejor entendimiento de las lesiones ulcerativas prematuras y de sus posibles vías fisiopatológicas (lumen al tejido y del tejido al lumen). Los hallazgos histopatológicos sugieren un estado de injuria temprana del tejido, que en estadios avanzados se convierten en tumoraciones o ulceraciones según sea su etiología. Sin embargo, se hace necesario mayores estudios controlados y con un número más amplio de muestras, con clasificaciones patológicas establecidos para este fin.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado con recursos del CODI de la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Antioquia, Centro de investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias (CIAG) y Recursos de la estrategia de sostenibilidad 2019 – 2020 del Grupo Centauro.

REFERENCIAS

Andrews F, Reinemeyer CR, McCracken MD, Blackford JT, Nadeau JA, Saabye L, Sötell M, Saxton A. 2002. Comparison of endoscopic, necropsy and histology scoring of equine gastric ulcers. *Equine Vet J.* 34: 475-478.

Aranzaes JRM, Cassou F, Andrade BSC, Alves GES. 2012. Presencia del síndrome de úlcera

gástrica em equinos de la policía militar. *Arch Med Vet.* 44: 185-189.

Aranzaes JRM, Alves GES. 2013. O estômago equino: agressão e mecanismos de defesa da mucosa. *Ciência Rural.* 43: 305-313.

Argenzio RA. 1999. Comparative pathophysiology of non-glandular ulcer disease: a review of experimental studies. *Equine Vet J.* (29): 19-23.

Barreto RZ. 2010. Cromoendoscopia. *Revista de Gastroenterología de México.* 1(75): 169-172.

Cardona JA, Paredes EH, Fernandez H. 2009. Caracterización histopatológica de gastritis asociada a la presencia de *Helicobacter* spp en estómagos de caballos. *Rev. MVZ Córdoba.* 14: 1750-1755.

Chameroy KA, Nadeu JA, Bushmich SL. *et al.* 2006. Prevalence of non-glandular gastric ulcers in horses involved in a university riding program. *J. Equine Vet. Sci.* 26: 207-211.

Emura F, Mejía J, Mejía M, Osorio C, Hernández C, González I, Correa P. 2010. Utilidad de la cromoendoscopia sistemática en el diagnóstico del cáncer temprano y lesiones gástricas premalignas. Resultado de dos campañas masivas consecutivas de tamización en Colombia (2006-2007). *Revista Colombiana Gastroenterología.* 25(1): 19-30.

García AZ, Díaz AJ. 2009. Cromoendoscopia: ¿Cuándo debemos utilizar las tinciones endoscópicas? *GH Continuada.* 8(6): 283-289.

Henneke DR, Potter GD, Kreider JL, Yeates BF. 1983. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Vet J.* 15(4): 371-372.

Kiesslich R, Neurath MF. 2012. Chromoendoscopy in Inflammatory Bowel Disease. *Gastroenterology Clinics of North America.* <http://doi.org/10.1016/j.gtc.2012.01.016>

Lanas A, Panes J, Pique JM. 2003. Clinical implications of COX-1 and/or COX2 inhibition for the distal gastrointestinal tract. *Curr. Pharm. Des.* v. 9, p. 2253-2266.

Marion JF, Itzkowitz SH. 2006. Chromoendoscopy in Inflammatory bowel disease. *Techniques in Gastrointestinal Endoscopy.* 8: 140-144.

Marín R, Gil M, Castellano M, Álvarez C, Belda O. 2006. Revisión de la aplicación clínica de los colorantes en cromoendoscopia digestiva y su formulación magistral. *Farmacia Hospitalaria.* 30(2): 112-119.

- MaCallister CG, FM Andrews, E Deegan, W Ruoff, SG Olovson. 1997. A scoring system for gastric ulcers in the horse. *Equine Vet J.* 29: 430-433.
- Martínez JR, De Marval C, Silveira GE. 2014. Ulcrative gastric lesions in Brasileiro de Hipismo horses. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 27: 211-219.
- Martínez JR, Cândido BS, Silveira GE. 2015. Orally administered phenylbutazone causes oxidative stress in the equine gastric mucosa. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics.* 38(3): 257-264. Doi: [10.1111/jvp.12168](https://doi.org/10.1111/jvp.12168).
- Moyaert H, Haesebrouck F, Dewulf J. *et al.* 2009. *Helicobacter equorum* is highly prevalent in foals. *Vet. Microbiol.* 133: 190-192.
- Murray MJ, Grodinsky C, Anderson AC, Radue PF, Schmidt GR. 1989. Gastric Ulcers in horses: a comparison of endoscopic findings in horses with and without clinical signs. *Equine Vet J.* 7: 68-72.
- Naito Y, Yoshikawa T, Yoshida N. *et al.* 1998. Role of oxygen radical and lipid peroxidation in indomethacin-induced gastric mucosal injury. *Dig. Dis. Sci.* 43: 30-34.
- Nappert G, Vrins A, Larybyere M. 1989. Gastro-duodenal ulceration in foals. *Compend. Cont. Educ. Pract. Vet.* 11.
- Rabuffo TS, Hackett ES, Grenager N. *et al.* 2009. Prevalence of gastric ulcerations in horse whit colic. *J. Equine Vet. Sci.* 29: 540-546.
- Reese RE, Andrews FM. 2009. Nutrition and Dietary Management of Equine Gastric Ulcer Syndrome. *Vet. Clin. Equine.* 25: 79-92.
- Scott DR, Marcus EA, Shirazi-beechey SS. *et al.* 2001. Evidence of *Helicobacter* infection in the horse. In: *Proceedings of the American Society of Microbiologists.* Washington, D.C. 2001. Washington, 287.
- Sykes BW, Hewetson M, Hepburn RJ, Lutherson N, Tamzali Y. 2015. European College of Equine Internal Medicine Consensus Statement—Equine Gastric Ulcer Syndrome in Adult Horses. *J Vet Intern Med.* 29: 1288-1299.
- Tamzali Y, Marguet C, Priymenko N. *et al.* 2011. Prevalence of gastric ulcer syndrome in high-level endurance horses. *Equine Vet. J.* 43: 141-144.
- Taylor SD, Haldorson GJ, Vaughan B, Pusterla N. 2009. Gastric neoplasia in horses. *J Vet Intern Med.* 23: 1097-1102.
- Trivedi PJ, Braden B. 2013. Indications, stains and techniques in chromoendoscopy. *QJ M.* <http://doi.org/10.1093/qjmed/hcs186>.
- Videla R, Andrews F. 2009. New perspectives in Equine Gastric Ulcer Syndrome. *Vet. Clin. Equine.* 25: 283-301.
- Zuluaga AM. 2016. Síndrome ulcerativo gástrico equino y helicobacteriosis, en una población de equinos del valle de Aburrá y municipios aledaños (Antioquia). Tesis de Maestría, Universidad de Antioquia, Programa de Posgrado. Medellín—Antioquia, 88pp.
- Zuluaga AM, Martínez J.R. 2018. Diagnóstico de *Helicobacter* spp. en mucosa gástrica de equinos, mediante pruebas de actividad ureasa. *Revista Científica.* 28 (1): 19-24.
- Zuluaga AM, Ramírez NF, Martínez JR. 2018. Equine gastric ulcerative syndrome in Antioquia (Colombia): Frequency and risk factors. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* 31(2): 139 – 149.

Article citation

Mira A, Sánchez JL, Martínez JR. 2020. Evaluación por gastroscopia simple y cromoesndoscopia convencional de la superficie gastroesofágica y duodenal proximal del equino. Estudio piloto. [Evaluation by simple gastroscopy and conventional chromoendoscopy of the gastro-esophageal and proximal duodenal surface of equine. Preliminary study]. *Rev Med Vet Zoot.* 67(2): 136-148. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n2.90709](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n2.90709).

Comparación de perfil lipídico por sexo y edad en una población de equinos en Caldas (Colombia)

J. H. Osorio^{1,2*}, Y. E. Quenan¹ J. A. Castañeda³

Artículo recibido: · Aprobado: 27 de agosto de 2020

RESUMEN

Objetivo: comparar el perfil lipídico en equinos y analizar la correlación entre las cantidades lipídicas del suero de cuatro grupos. **Materiales y Métodos:** se obtuvieron muestras de sangre de 160 equinos en estado de ayuno, los cuales se diferenciaron por sexo y edad sin discriminar la raza así: machos jóvenes (40) y adultos (40), y hembras jóvenes (40) y adultas (40), las hembras no estaban preñadas; se determinaron los niveles de triglicéridos (TG), colesterol total (CT) y el colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) mediante el método enzimático colorimétrico. El colesterol de las lipoproteínas de muy baja densidad (C-VLDL) y de baja densidad (C-LDL) se determinó usando las fórmulas de Friedewald. Los resultados se compararon mediante un análisis estadístico de Anova simple con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 23°, donde se aceptaba diferencia estadísticamente significativa cuando $p < 0,05$. **Resultados:** las variables de CT, TG, C-HDL, C-LDL y C-VLDL del total de la población de acuerdo a la media y desviación estándar mostraron valores expresados en mg/dl de $100,3 \pm 12,89$; $45,59 \pm 11,95$; $62,03 \pm 10,88$; $27,91 \pm 6,48$; $9,11 \pm 2$. Al comparar los 4 grupos se encontró diferencia significativa en el C-HDL en los adultos (p -valor: 0,031), siendo mayor en las hembras adultas. **Conclusiones:** se presenta una diferencia estadísticamente significativa entre género para C-HDL siendo más alto en hembras adultas, mientras que para el resto de los elementos analizados (TG, CT, C-LDL, C-VLDL) no se encontró diferencia significativa entre género y edad.

Palabras clave: lípidos, metabolismo, equinos.

Comparison of lipid profile by sex and age in an equine population in Caldas (Colombia)

ABSTRACT

Objective: to compare the lipid profile in equines and to analyze the correlation between serum lipid amounts of four groups. **Materials and Methods:** Blood samples were obtained from 160 horses in the fasting state, they were differentiated by sex and

¹ Laboratorio de Investigación Bioquímica Clínica, Universidad de Caldas. Calle 65. No 26-10 Manizales, (Colombia).

² Laboratorio de Investigación en Metabolismo, Universidad de Manizales. Cra. 9ª Nro. 19-03. Manizales – Caldas, (Colombia).

³ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Caldas. Calle 65. No 26-10 Manizales, (Colombia).

* Autor para correspondencia: jose.osorio_o@ucaldas.edu.co.

age without discriminating race as follows: young (40) and adult males (40) and young (40) and adult females (40), the females were not pregnant; the levels of triglycerides (TG), total cholesterol (TC) and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) were determined by the enzymatic colorimetric method. Very low density (C-VLDL) and low density (LDL-C) lipoprotein cholesterol was determined using the Friedewald formula. The results were compared using a statistical analysis of SIMPLE ANOVA with the statistical program IBM SPSS Statistics 23®, where a statistically significant difference was accepted when $P < 0.05$. **Results:** The variables of CT, TG, C-HDL, C-LDL and C-VLDL of the total population according to mean and standard deviation showed values expressed in mg/dl of 100.3 ± 12.89 ; 45.59 ± 11.95 ; 62.03 ± 10.88 ; 27.91 ± 6.48 ; 9.11 ± 2 . When comparing the 4 groups we found a significant difference in HDL-C in adults (p-value: 0.031), being higher in adult females. **Conclusions:** a statistically significant difference between genotype for HDL-C was found to be higher in adult females, whereas for the rest of the analyzed elements (TG, CT, C-LDL, C-VLDL) no significant difference between gender and age was found.

Keywords: lipid, metabolism, equine.

INTRODUCCIÓN

La dieta de los equinos no solo requiere de energía sino también de fibra, proteína, vitaminas y minerales; es ahí donde juega un papel fundamental la base de una buena nutrición, ya que el rendimiento depende no solo de los factores genéticos sino también de las condiciones sanitarias, el manejo y las necesidades nutricionales (Galindo *et al.* 2007). La alimentación durante el período de crecimiento es muy importante para obtener el máximo potencial del animal, además, una buena crianza permite un adecuado desarrollo del potro que luego establecerá su aptitud a las actividades que se le tengan destinadas (Frape 1988). En esta etapa de desarrollo no es aconsejable la sobrealimentación debido a que puede producir sobrepeso, que en animales que no han terminado su crecimiento puede repercutir negativamente en la formación de su esqueleto y la resistencia al esfuerzo. En cambio, si se hace una restricción moderada esta se supera gracias al crecimiento compensatorio en las fases posteriores; sin embargo, se

sugiere precaución ya que si esta restricción es muy fuerte puede ocasionar retrasos en el crecimiento que pueden ser difíciles de superar (Pérez 1995).

El equino es considerado monogástrico, sin embargo, esté difiere de los otros animales de estómago simple debido a las actividades microbianas que ocurren en el ciego, ya que por ejemplo, si bien en el intestino delgado se digieren principalmente los azúcares y el almidón, los lípidos y la fracción nitrogenada, la fibra es digerida principalmente en el intestino grueso. Las proteínas de la dieta son asimiladas y absorbidas como aminoácidos, a su vez, la mayoría de los carbohidratos son hidrolizados y absorbidos como monosacáridos y por su parte, los carbohidratos estructurales que provienen principalmente de la fibra como la celulosa, hemicelulosa, el almidón y otros carbohidratos solubles escapan de la digestión del intestino delgado y son degradados por el intestino grueso donde son sometidos a la fermentación. Este proceso es idéntico al que ocurre en el estómago de los rumiantes; además,

el producto final de esta transformación son los ácidos grasos volátiles (AGV) que son absorbidos en el intestino grueso y son utilizados como fuentes de energía para los tejidos de los caballos (Osorio *et al.* 2008).

Los lípidos tienen como función principal el almacenamiento de combustible metabólico, además sirven como aislante para el frío y los traumatismos, principalmente de los componentes estructurales de las membranas celulares y subcelulares, también ayudan a la formación de enzimas y hormonas (Osorio *et al.* 2008; King 2014). Debido a que los lípidos provenientes de la dieta o del hígado son biomoléculas insolubles en agua deben ser transportados mediante lipoproteínas (LP), las cuales se clasifican de acuerdo con su densidad obtenida mediante el proceso de ultracentrifugación en quilomicrones (Q) en: LP de muy baja densidad (VLDL), LP de baja densidad (LDL), LP de densidad intermedia (IDL) y LP de alta densidad (HDL) (Maldonado *et al.* 2002). A su vez, las principales LP aisladas por electroforesis se han clasificado en tres clases: alfa (HDL), beta (LDL) y pre-beta (IDL y VLDL) (Osorio y Uribe 2011).

El metabolismo de las lipoproteínas muestra características similares entre especies animales, pero con diferencias en su patrón metabólico ya que en los equinos, rumiantes, felinos, caninos y ratas predominan las alfa LP y por lo tanto el colesterol HDL (C-HDL), siendo este su patrón. Contrario a ello, los seres humanos, cerdos, conejos, marmotas y varias especies de monos se caracterizan por presentar altos niveles de beta LP y por ende son especies con patrón LDL, teniendo como consecuencia mayor riesgo de desarrollar aterosclerosis cuando se consumen dietas muy grasas (Bauer 1996; Díaz *et al.* 2008).

Entre tanto, las dietas ricas en energía aumentan las HDL y disminuyen las LDL en animales con “patrón HDL” (Coppo 1990, 1992).

Existen muchas patologías asociadas al aumento de las concentraciones de los lípidos en el plasma, como son la hiperlipidemia, síndrome de enfermedad metabólica (SEM), síndrome de hígado graso, diabetes mellitus, hipotiroidismo y obesidad, las cuales causan laminitis y problemas musculoesqueléticos que repercuten en la salud de los equinos y que en ocasiones son difíciles de diagnosticar. Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo comparar el perfil lipídico en equinos por sexo y edad, así como analizar la correlación entre las cantidades lipídicas del suero de cuatro grupos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Se obtuvieron muestras de sangre de 160 equinos en diferentes caballerizas del departamento de Caldas (Colombia). Los animales se sometieron a ayuno para evitar alteraciones en la determinación de lípidos séricos, producto de los lípidos provenientes de la dieta. Al respecto, cabe anotar que el concentrado comercial suministrado a los animales en los diferentes criaderos proviene de diferentes casas comerciales; sin embargo, en este estudio no se tuvo en cuenta dicho parámetro bioquímico puesto que está enfocado a los niveles séricos de lípidos en equinos en estado de ayuno. El muestreo se realizó a conveniencia con los animales diferenciados en 4 grupos por género y edad: 40 potros (menores de 4 años), 40 machos adultos (mayores de 4 años), 40 potrancas (menores de 4 años) y 40 hembras adultas (mayores de

4 años); las hembras no estaban preñadas. Los animales fueron valorados mediante examen físico y gozaban de buena salud, permanecían estabulados, alimentados con pasto de corte y suplementados con miel, sal mineralizada y concentrado comercial para equinos. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Manizales.

Sitio de estudio

El experimento se realizó en el departamento de Caldas (Colombia). Localizado entre los 05°46'51" y los 04°48'20" de latitud norte, y los 74°38'01" y 75°55'45" de longitud oeste. El clima se caracteriza por ser templado frío, con una precipitación anual entre 1500 a 3000 mm, temperatura media de 21°C y humedad relativa de 66%.

Toma de muestras

La toma de muestras se realizó a las 6 a.m. Los 160 equinos seleccionados fueron contenidos físicamente y se colectó de 7 a 10 ml de sangre mediante punción de la vena yugular en tubos Vacutainer® sin anticoagulante. Posteriormente, las muestras se refrigeraron para su transporte al laboratorio, en el cual se centrifugaron a 3500 r.p.m. durante 15 minutos para la extracción del suero, e inmediatamente se almacenaron en viales previamente etiquetados los cuales se conservaron a -30°C hasta su análisis.

Análisis en el laboratorio

Para cada muestra se determinaron las concentraciones circulantes de triglicéridos (TG), colesterol total (CT) y colesterol HDL (C-HDL) utilizando los kits de la casa comercial BioSystems®.

La determinación de CT en suero se realizó mezclando 10µL de la muestra y

1 mL del reactivo (Pipes 35 mmol/L, colato sódico 0,5 mmol/L, fenol 28 mmol/L, colesterol esterasa > 0,2U/mL, colestero-oxidasa > 0,1U/mL, peroxidasa > 0,8U/mL, 4-AA 0,5 mmol/L, pH 7,0). Se agitó la mezcla y se dejaron incubar los tubos durante 10 minutos a temperatura ambiente. Los ésteres de colesterol se hidrolizaron por el colesterol esterasa y dieron lugar a colesterol libre, el cual por acción del colesterol oxidasa formó colesteno + peróxido de hidrógeno, este último en presencia de la 4-AA y fenol dieron lugar a la quinonaimina por acción de la peroxidasa. La quinonaimina es proporcional al CT de la muestra, finalmente se cuantificó espectrofotométricamente.

Los niveles de TG en suero se determinaron utilizando 10µL de la muestra y 1 mL del reactivo (Pipes 45 mmol/L, 4-clorofenol 6mmol/L, cloruro magnésico 5 mmol/L, lipasa >100U/mL, glicerol-quinasa > 1,5U/mL, glicerol-3 Poxidasa > 4U/mL, peroxidasa > 0,8U/mL, 4-AA 0,75mmol/L, ATP 0,9mmol/L, pH 7,0). Se agitó la mezcla y se dejaron incubar los tubos durante 15 minutos a temperatura ambiente. Los triglicéridos fueron hidrolizados por la lipasa a glicerol y ácidos grasos; el glicerol, en presencia de ATP, fue fosforilado por la glicerol-quinasa y dio lugar al glicerol 3P + ADP. El glicerol 3P en presencia de oxígeno formó peróxido de hidrógeno por acción de la glicerol-3P-oxidasa; después se cuantificó espectrofotométricamente la quinonaimina producto de la acción de la peroxidasa sobre el peróxido de hidrógeno en presencia de 4-AA y clorofenol. La quinonaimina es proporcional a la concentración de los TG.

Para determinar la concentración del C-HDL se usó 0,2 mL de la muestra de suero que se dejó durante 10 minutos a temperatura ambiente y se centrifugó por

15 minutos a 4000 r.p.m. en el equipo Thermo®.

En el precipitado quedaron las VLDL, IDL y LDL y en el sobrenadante las HDL, de este sobrenadante se recolectaron 100µL que se depositaron en otro tubo de ensayo y se mezclaron con 1mL de reactivo (Fosfotungstato 0,4mmol/L y cloruro de magnesio 20 mmol/L), mezcla que se incubó por 10 minutos al baño maría a 37°C. El C-HDL fue hidrolizado por colesterol esterasa y colesterol oxidasa, lo que dio lugar a peróxido de hidrógeno que fue consumido por una peroxidasa en presencia de la 4-aminoantipirina (4-AA) y fenol, quedando como producto final la quinonaimina, la cual fue proporcional al C-HDL de la muestra que se cuantificó espectrofotométricamente (Friedman y Young 1997).

Los valores de C-LDL se calcularon mediante la siguiente fórmula: $C-LDL = C-total - (C-HDL + C-VLDL)$. El C-VLDL fue calculado por la división de los triglicéridos entre 5 (TAG/5) (Friedewald *et al.* 1972). Las lecturas de los resultados se realizaron en un analizador semiautomático de química marca Chem® 7 de la casa comercial Erba®.

Análisis estadístico

Los resultados fueron comparados mediante un análisis estadístico de Anova simple debido a que los valores presentaban distribución normal. Se obtuvo el cálculo del promedio, la desviación estándar y los rangos mínimo y máximo de CT, TG, C-HDL, C-LDL y C-VLDL en cada uno de los grupos determinados (hembras jóvenes vs. machos jóvenes; hembras adultas vs. machos adultos; hembras jóvenes vs. hembras adultas; machos jóvenes vs. machos adultos). Se evaluaron las diferencias sobre los dos métodos por medio de un

análisis de varianza utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics® 23, donde se aceptaba diferencia estadísticamente significativa cuando $p < 0,05$.

RESULTADOS

De forma general, las variables de CT, TG, C-HDL, C-LDL y C-VLDL del total de la población de acuerdo a la media y desviación estándar mostraron valores expresados en mg/dl de $100,3 \pm 12,89$; $45,59 \pm 11,95$; $62,03 \pm 10,88$; $27,91 \pm 6,48$ y $9,11 \pm 2,39$, respectivamente. Los valores obtenidos en el análisis estadístico para las concentraciones séricas de los diferentes metabolitos en los cuatro grupos analizados reportaron diferencias significativas para C-HDL en el grupo de adultos, ya que p-valor fue de 0,031 ($p < 0,05$), pues las hembras presentaron niveles más altos comparados con los machos (Tabla 1). Por el contrario, los resultados hallados para CT, TG, C-VLDL y C-LDL no mostraron diferencias significativas entre las variables de género y edad para los cuatro grupos, puesto que p-valor fue mayor a 0,05 (Tabla 2, 3 y 4).

DISCUSIÓN

El promedio y la desviación estándar obtenidos en equinos para los diferentes metabolitos analizados no se apartó de los rangos reportados por otros autores (Coles 1989; Coppo *et al.* 2003); sin embargo, Díaz *et al.* (2008) reportaron valores de TG y C-LDL más bajos, así como niveles de C-VLDL más altos. En el presente estudio los resultados encontrados coinciden con la investigación realizada por Mayer *et al.* (1984) quienes evaluaron los niveles de lípidos totales y colesterol y no encontraron diferencias significativas relacionadas con

TABLA 1. Valores de lípidos entre adultos.

Parámetro	Hembras adultas		Machos adultos		P- valor
	Media	De	Media	De	
C- Total	100,54	14,40	100,54	11,04	1
TG	46,16	10,71	43,48	13,14	0,267
C- HDL*	65,26	12,45	60,36	9,83	0,031
C- VLDL	9,23	2,14	8,69	2,62	0,267
C- LDL	27,00	5,73	27,72	6,83	0,570

* Indica diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

De: desviación estándar. **C – Total:** colesterol total. **TG:** triglicéridos. **C-HDL:** colesterol de lipoproteína de alta densidad. **C-VLDL:** colesterol de lipoproteína de muy baja densidad. **C-LDL:** colesterol de lipoproteína de baja densidad.

TABLA 2. Valores de lípidos entre jóvenes.

Parámetro	Hembras jóvenes		Machos jóvenes		P- Valor
	Media	De	Media	De	
C- Total	101,52	12,63	98,68	13,48	0,28
TG	44,50	9,05	48,24	14,07	0,117
C- HDL	61,68	11,02	60,82	9,63	0,679
C- VLDL	8,9	1,81	9,64	2,81	0,117
C- LDL	28,68	6,93	28,24	6,43	0,743

De: desviación estándar. **C – Total:** colesterol total. **TG:** triglicéridos. **C-HDL:** colesterol de lipoproteína de alta densidad. **C-VLDL:** colesterol de lipoproteína de muy baja densidad. **C-LDL:** colesterol de lipoproteína de baja densidad.

TABLA 3. Valores de lípidos entre hembras.

Parámetro	Hembras jóvenes		Hembras adultas		P- Valor
	Media	De	Media	De	
C- Total	101,52	12,63	100,54	14,40	0,718
TG	44,50	9,05	46,16	10,71	0,405
C- HDL	61,68	11,02	65,26	12,45	0,131
C- VLDL	8,9	1,81	9,23	2,14	0,405
C- LDL	28,68	6,93	27,00	5,73	0,190

De: desviación estándar. **C – Total:** colesterol total. **TG:** triglicéridos. **C-HDL:** Colesterol de lipoproteína de alta densidad. **C-VLDL:** Colesterol de lipoproteína de muy baja densidad. **C-LDL:** Colesterol de lipoproteína de baja densidad.

TABLA 4. Valores de lípidos entre machos.

Parámetro	Machos jóvenes		Machos adultos		P- Valor
	Media	De	Media	De	
C- Total	98,68	13,48	100,54	11,04	0,452
TG	48,24	14,07	43,48	13,14	0,084
C- HDL	60,82	9,63	60,36	9,83	0,814
C- VLDL	9,64	2,81	8,69	2,62	0,084
C- LDL	28,24	6,43	27,72	6,83	0,696

De: desviación estándar. **C – Total:** colesterol total. **TG:** triglicéridos. **C-HDL:** Colesterol de lipoproteína de alta densidad. **C-VLDL:** Colesterol de lipoproteína de muy baja densidad. **C-LDL:** Colesterol de lipoproteína de baja densidad.

la edad. Al comparar los cuatro grupos seleccionados por sexo y edad en el presente análisis solo se encontraron diferencias significativas para C-HDL entre sexo siendo las hembras quienes presentaban los niveles más altos, probablemente debido a la presencia de estrógenos; contrario a ello, Coppo *et al.* (2003) reportaron diferencias significativas para esta variable según la edad, registrando tasas más altas en potros. Igualmente, dichos autores encontraron que los machos presentaron valores de CT, C-HDL y C-LDL más elevados comparados con las hembras; así mismo, los niveles de CT expresaron diferencias para la variable edad, siendo más alto en el grupo de jóvenes.

Díaz *et al.* 2008 encontraron que existen diferencias significativas para TG según la edad, siendo mayor en potros, y a pesar de que no existen diferencias entre el CT, C-HDL y C-LDL estos valores séricos también fueron un poco más elevados en potros. De otra parte, en un trabajo realizado con hembras se describe que las yeguas preñadas muestran concentraciones de TG y CT superiores con respecto a las yeguas no preñadas y a las que se encontraban en un periodo

de lactancia (Watson *et al.* 1993); estos hallazgos son normales durante la gestación por el proceso de formación de tejidos fetales, además durante la lactancia son requeridos altos niveles para la formación del calostro (Osorio 2000).

Dado que los valores obtenidos para C-HDL fueron mayores a los valores de C-LDL, se confirma que es la HDL la LP predominante en los equinos, revalidando que esta especie responde al patrón HDL, razón por la cual se estipula que son resistentes al riesgo aterogénico (Coppo *et al.* 2003). Una particularidad que presentan los caballos es que carecen de vesícula biliar, por lo tanto, segregan bilis desde el hígado; además, pueden tolerar dietas con niveles altos de grasas ya que tras el aumento de estas en la dieta tienden a estabilizarse una vez se hayan logrado adaptar a las nuevas concentraciones (Carreón *et al.* 2013); todo lo anterior puede deberse a que una alimentación rica en grasa aumenta el C-HDL asociado generalmente a un incremento en la actividad de la lipoprotein lipasa (LPL) que es la encargada de hidrolizar los TG a VLDL y esta última es transferida a las partículas de HDL mediante el transporte inverso del colesterol (Gelen *et al.* 1999).

No obstante, en esta especie se han descrito trastornos severos del metabolismo lipídico como son la hiperlipidemia, el síndrome metabólico equino (SME), la resistencia a la insulina y la obesidad (Geor 2008). Los problemas más frecuentes suelen deberse a falta de alimento, aunque animales demasiado obesos presentan problemas de fertilidad. Por lo tanto, es de gran importancia mantener a los equinos con un buen estado corporal, permitiendo unas variaciones del peso vivo en ciertos momentos de su ciclo productivo, pero evitando que pasen ciertos límites que posteriormente puedan comprometer sus rendimientos (Frape 1988). Por todo lo anterior, hoy en día es importante medir la cantidad de colesterol ligado a C-HDL y a C-LDL ya que es necesario diagnosticar dislipidemias en equinos y no es suficiente con solo conocer la tasa de CT, sino que también es necesario establecer el tipo de lipoproteína que lo transporta (Díaz *et al.* 2008).

Existen reportes que relacionan la influencia de los lípidos, la alimentación y la falta de ejercicio con enfermedades que alteran la calidad de vida de los equinos, entre las cuales se encuentra la hiperlipidemia equina y el SME. La primera se debe a la resistencia innata de la insulina, a un trastorno del metabolismo de las grasas y a un agente estresante nutricional (enfermedad, gestación, lactación, privación de alimento) que provoca una inmovilización incontrolada de los ácidos grasos a partir del tejido adiposo a una velocidad que excede la capacidad gluconeógena y cetógena del hígado lo cual conlleva a una reesterificación de ácidos grasos en el hígado a triglicéridos, los cuales son liberados a la circulación en forma de VLDL, comprometiendo la función hepática con la consiguiente acumulación

de metabolitos tóxicos y trastornos de la coagulación. De la misma forma, se debe tener en cuenta las razas más propensas a dicha enfermedad, ya que son los ponis, shetlad y potros ponis, burros miniatura y caballos miniatura americanos los más afectados, con un índice de mortalidad del 40-80% variando según la estación y la localidad. Además, el sexo también influye ya que es más común en hembras (90% de los casos), infrecuente en sementales y caballos castrados y rara en potros. Los equinos con sobrepeso tienen mayor riesgo, así como las hembras en gestación y lactancia (Fidalgo *et al.* 2003).

Por su parte, el SME es el resultado de causas como la obesidad, resistencia a la insulina, hipertrigliceridemia y hiperleptinemia; condiciones asociadas con el aumento en el riesgo de laminitis, alteraciones reproductivas y cambios en la presión sanguínea arterial (Johnson 2002; Frank 2009). Las razas más propensas a dicho síndrome son: morgan, paso fino, árabe, caballos de cuarto de milla, saddlebreds (silla americano), Tennessee walking, pura sangre y warmbloods. Al igual que la hiperlipidemia equina, los animales con mayor riesgo son los obesos que tienden a depositar grasa principalmente en las regiones del cuello y la base de la cola, en el prepucio o cerca de las glándulas mamarias. El control efectivo para este síndrome es la reducción de la ingesta calórica (almidón y azúcar), el aumento del ejercicio y la realización de terapias médicas solo en casos graves (Frank 2009).

CONCLUSIONES

Este estudio realizado a los diferentes grupos equinos demuestra que los valores obtenidos para las concentraciones séricas de los

metabolitos analizados presentan una diferencia estadísticamente significativa entre género para C-HDL, siendo más alto en hembras adultas, mientras que para el resto de los elementos analizados (TG, CT, C-LDL, C-VLDL) no se encontró diferencia significativa entre género y edad, diferente a lo reportado por otras investigaciones. Además, se deben tener en cuenta factores que alteren el perfil lipídico, como es el caso de la hiperlipidemia equina, el síndrome metabólico equino (SME), la obesidad, estados fisiológicos como la preñez y la lactancia, el estado físico del animal o el sedentarismo y sobre todo la nutrición, ya que una modificación en el estilo de vida y en dichos factores puede ser beneficiosa para mejorar la calidad de vida y el estado productivo de los equinos.

REFERENCIAS

- Bauer JE. 1996. Comparative lipid and lipoprotein metabolism. *Vet Clin Pathol.* 25: 49-56. Doi: [10.1111/j.1939-165x.1996.tb00968.x](https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.1996.tb00968.x).
- Carreón V, Macedo R, De la Peña C. 2013. Effect of physical activity and other factors on serum levels of total cholesterol and triglycerides in horses in Colima, Mexico. *J Vet Adv.* 3(7): 215-219. Doi: [10.5455/jva.20130723120931](https://doi.org/10.5455/jva.20130723120931).
- Coles EH. 1989. *Veterinary Clinical Pathology*. 4^a ed. Philadelphia: Saunders.
- Coppo JA. 1990. Effects of dietary lipidic charge in the concentration of bovine lipids and lipoproteins. Its influence on the saturation degree of fatty acids' stored lipids. *Acta Physiol Pharm Latinoam.* 40: 289-297.
- Coppo JA. 1992. L'utilisation de suppléments nutritifs qui accroissent le degré de saturation des acides gras corporels des bovins. *Ann Biol Clin.* 50: 263-264.
- Coppo NB, Coppo JA, Lazarte MA. 2003. Intervalos de confianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad en suero de bovinos, equinos, porcinos y caninos. *Rev Vet.* 14(1): 3-10.
- Díaz C, Plaza C, Chimoy E. 2008. Niveles séricos de triglicéridos y colesterol en caballos peruanos de paso bajo dos sistemas de crianza. *Rev Inv Vet Perú.* 19(2): 134-139.
- Fidalgo ÁL, Rejas LJ, Ruiz R, Ramos JJ. 2003. *Patología Médica Veterinaria*. España: Salamanca.
- Frank N. 2009. Equine Metabolic Syndrome. *J Equine Vet Scie.* 29(5): 259-267. Doi: [10.1111/j.1939-1676.2010.0503.x](https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0503.x)
- Frape DL. 1988. Dietary requirements and athletic performance of horses. *Equ Vet J.* 20(3): 163-172. Doi: [10.1111/j.2042-3306.1988.tb01490.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1988.tb01490.x).
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem.* 18: 499-502.
- Friedman R, Young D. 1997. Effects of disease on clinical laboratory tests. 3th ed. AACCC Press.
- Galindo CA, Martins CB, Comide LMW, De Queiroz Neto A, De Lacerda Neto JC. 2007. Alteraciones metabólicas durante entrenamiento en equinos de la Raza Pura Sangre Árabe. *Rev Med Vet.* (13): 77-82.
- Gelen SNJ, Sloet MM, Beynen AC. 1999. Dietary fat supplementation and equine plasma lipid metabolism. *Equine Vet J.* 30: 475-478. Doi: [10.1111/j.2042-3306.1999.tb05268.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05268.x).
- Geor RJ. 2008. Metabolic predispositions to laminitis in horses and ponies: obesity, insulin resistance and metabolic syndromes. *J Equine Vet Sci.* 28(12): 753-759. Doi: [10.1016/j.jevs.2008.10.016](https://doi.org/10.1016/j.jevs.2008.10.016).
- Johnson PJ. 2002. The equine metabolic syndrome peripheral cushing's syndrome. *J Vet Clin Equine.* 18: 271-293. Doi: [10.1016/S0749-0739\(02\)00006-8](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(02)00006-8).
- King MW. 2014. Introduction to cholesterol metabolism [Internet]. The medical biochemistry page org. [Citado 2014 mar. 10]. Disponible en: <http://themedicalbiochemistrypage.org/cholesterol.html>.
- Maldonado EN, Casanave EB, Aveldaño MI. 2002. Major plasma lipids and fatty acids in four HDL mammals. *Comp. Biochem Physiol-Part A Mol Integr Physiol.* 132(2): 297-303. Doi: [10.1016/S1095-6433\(02\)00031-4](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(02)00031-4).

- Mayer R, Fernández M, Gómez G. 1984. Lípidos totales y colesterol en sueros de caballos de raza española (tipo Andaluz). Archivos de Zootecnia. 31(125): 43-49.
- Osorio JH, Carmona Sepúlveda J, Uribe-Velásquez LF. 2008. Degradación de lípidos de la dieta por los equinos, ventajas y desventajas del tubo digestivo mixto. Biosalud. 7: 91-105.
- Osorio JH, Uribe-Velázquez L. 2011. Comparison of direct versus Friedewald methods for determining LDL cholesterol levels in the horse. Rev MVZ Córdoba. 16(2): 2549-2553.
- Osorio JH. 2000. Metabolismo de los lípidos durante el embarazo. Rev Colomb Ginecol Obstet. 51(2): 113-117.
- Pérez P. 1995. Nutrición y alimentación del caballo. Trouw Iberica, S.A. [Internet]. Barcelona (Esp): XI curso de especialización FEDNA [Internet]. [12 mayo 2017]. Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Alimentacion_de_Equinos.pdf.
- Watson TD, Burns I, Packard CJ, Shepherd J. 1993. Effects of pregnancy and lactation on plasma lipid and lipoprotein concentrations, lipoprotein composition and post-heparin lipase activities in shetland pony mares. J Reprod Fertil. 97: 563-568. Doi: [10.1530/jrf.0.0970563](https://doi.org/10.1530/jrf.0.0970563).

Article citation

Osorio JH, Quenan YE, Castañeda JA. 2020. Comparación de perfil lipídico por sexo y edad en una población de equinos en Caldas (Colombia). [Comparison of lipid profile by sex and age in an equine population in Caldas (Colombia)]. Rev Med Vet Zoot. 67(2): 149-158. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n2.90708](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n2.90708).

Bromatological characteristics of fillet fish of *Leporinus agassizi* and *Leporinus fasciatus* (Pisces: Characidae) in its natural habitat

C. D. Sua-Céspedes¹, J. L. Vélez-Parodi², J. A. Ramírez-Merlano³, A. Torres-Tabares¹,
Y. M. Velasco-Santamaría^{1*}

Artículo recibido: 26 de febrero de 2020 · Aprobado: 27 de agosto de 2020

ABSTRACT

Bromatological parameters in 39 Warakú verdadero (*Leporinus agassizi*) and 21 Warakú pinima (*Leporinus fasciatus*) filets were analyzed at three different sites of the Vaupés River, Colombia sampled during a hydrobiological cycle. The bromatological parameters did not shown significant differences in relation to the sites and season of capture. At point 3 and during the descending water season *Leporinus agassizi* had the highest values for dry matter (25.24%), protein (19.82%) and ash (2.16%). The highest lipid value for this species was found in low waters at point 1 (2.93%). *Leporinus fasciatus* showed the highest levels of dry matter (25.19%) and ash (2.16%) at point 3 during ascendant and high waters, respectively. The bromatological parameters tends to vary regarding the time of year. It was possible to determined that these fish species have great potential for continental aquaculture thus constituting a healthy food model.

Keywords: hydrological cycle, nutritional composition, protein, Warakú.

Características bromatológicas de filetes de *Leporinus agassizi* y *Leporinus fasciatus* (Pisces: Characidae) en su hábitat natural

RESUMEN

Se analizaron los parámetros bromatológicos de 39 filetes de Warakú verdadero (*Leporinus agassizi*) y 21 filetes de Warakú pinima (*Leporinus fasciatus*) muestreados durante un ciclo hidrológico en tres puntos diferentes del Río Vaupés, Colombia. Los parámetros evaluados no presentaron diferencias significativas en relación al sitio y época de captura. En el punto 3 y durante la temporada de aguas descendentes *Leporinus agassizi* tuvo los valores más altos para materia seca (25,24%), proteína (19,82%) y cenizas (2,16%). Los mayores niveles de lípidos para esta especie fueron encontrados en aguas bajas del punto 1 (2,93%). *Leporinus fasciatus* presentó los niveles más altos de materia seca (25,19%) y cenizas (2,16%) en el punto 3 durante la temporada de aguas ascendentes

¹ Research Group in Aquatic and Environmental Biotechnology and Toxicology–BioTox, Animal Sciences School, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta (Colombia).

² Veterinary Medicine and Animal Husbandry Program, Animal Sciences School, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta (Colombia).

³ Research Group on Reproduction and Toxicology of Aquatic Organisms-GRITOX, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta (Colombia).

* Corresponding author: ymvelascos@unillanos.edu.co.

y altas, respectivamente. Las variables bromatológicas tendieron a variar de acuerdo con la época del año. Fue posible determinar que estas especies de peces poseen un gran potencial para la acuicultura de aguas continentales constituyendo así un modelo de alimentación saludable.

Palabras clave: ciclo hidrológico, composición nutricional, proteína, Warakú.

INTRODUCTION

Proximate analysis is one of the important techniques used to determine the chemical-structural characteristics and the nutritional composition of a food. The method, based on well-established physicochemical techniques, consists in the analytical determination of water (moisture), proteins, fats, carbohydrates, minerals and some elements such as vitamins, additives, preservatives, dyes and antioxidants (Greenfield and Southgate 2006; Del Angel 2013). Although these studies have become indispensable to know the nutritional structure of some food sources, it is becoming increasingly necessary to determine other specific components such as amino acids and the type of fatty acids, in order to obtain a total knowledge of the nutritional value of the food.

According to the FAO (2014), determining the proximal composition of a certain species of fish is a very important factor when it is wanted to make a characterization of it. The physical, chemical and bacteriological characteristics of fish can vary both between and within the same species due to feeding habits, seasonal variability, spawning cycles, methods of catching, size, age and geographical and regional differences (Ali *et al.* 2013; Gökoğlu and Yerlikaya 2015).

Fish of the genus *Leporinus* are considered a potential species for continental fish farming in South America (Saint 1986)

and one of the main sources of food in the Amazon region. Within this genus are frequently found the species *Leporinus friderici*, *Leporinus agassizi* and *Leporinus fasciatus*, which have become the most important in this area. Cubillos *et al.* (2019) identified that three species of *Leporinus* fish (including *L. fasciatus*), are consumed during gestation and menstruation by women of the Sikuani indigenous tribe, located in eastern Colombia. This is due to specific dietary behaviors of the indigenous populations of this region of the country and related to cultural, health and/or magical-religious celebrations (Madden and Chamberlain 2010).

In other regions, for example in the Atrato River basin, they occupy the second place in fishing (Rivas *et al.* 2003), which shows the importance of these freshwater fish. One of the main difficulties that are presented for that study is that there is still not enough information on the production and nutritional quality of these species to establish them in the production systems, and their nutritional contribution for human consumption is still unknown. However, pioneering studies such as that of Santos (1982) on biological and ecological aspects of *Leporinus* species and Velasco-Santamaría *et al.* (2017) on the feeding habits of *Leporinus friderici* during a hydrobiological cycle in the Vaupés River favor the increase of the biological and ecological knowledge of these species.

Regarding the hydrological aspect, the Vaupés region has two large rivers, Vaupés and Apaporis, as well as small tributaries that irrigate these bodies of water from North to Southeast (N-SW) towards the border between Colombia and Brazil, interrupted by rock formations, jumps, rapids and screes. Fishing is in turn an everyday activity and its product is the regular complement of the indigenous diet; this is affected by the migrations of some schools of fish that are governed by the hydrographic cycle during rising and falling water (Correa 2010). In this way, in the present study the bromatological and

nutritional characteristics of the Warakú verdadero (*Leporinus agassizi*) and Warakú pinima (*Leporinus fasciatus*) are shown, and how they are influenced under the effects of hydrological inflows.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The sampling of the fillets was done on fish caught in the Vaupés River (extreme east of Colombia) in key points determined by the indigenous communities according to the biodiversity of the species. The point

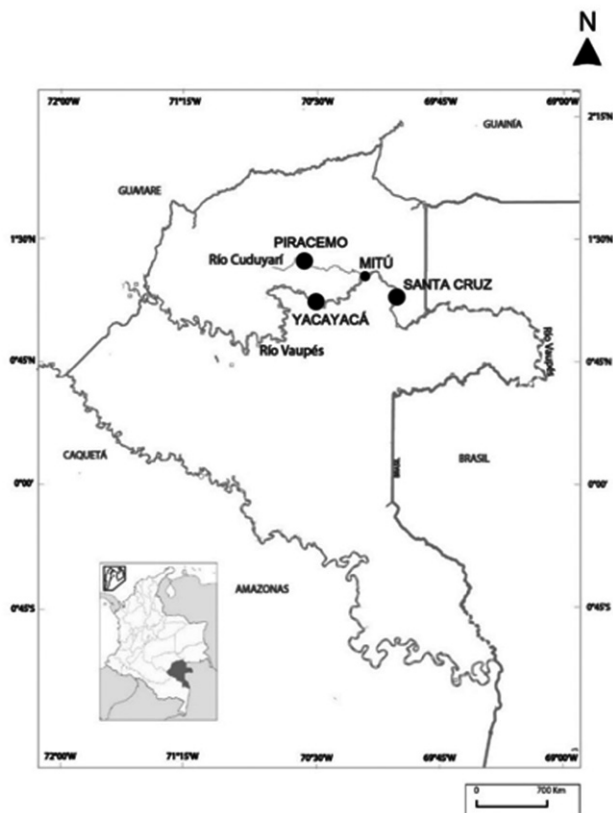


FIGURE 1 Location of sampling sites, Point 1 (Yacayacá) (01° 05'00.5"N–070° 28'19.4"W), Point 2 (Piracemo) (01° 19'55.8"N–70° 23' 00.8"W) and Point 3 (Santa Cruz) (01° 09'27"N–70° 00'24.3"W) in the department of Vaupés, Colombia. **Source:** Taken from Velasco-Santamaría *et al.* (2017).

1 [Yacayacá; South-West (N 01 ° 05 '00.5 "W 070 ° 28' 19.4") at 12.49 km from the municipal seat of Mitú]. The point 2 [Piracemo; North-West (N 01 ° 19 '55.8 "W 70 ° 23' 00.8") 6.1 km from the city of Mitú] and point 3 [Santa Cruz; to the South-East at 28.31 km from the city of Mitú (N 01 ° 09 '27 "W 70 ° 00' 24.3")]] (Figure 1). Subsequently, the samples were transported to the Universidad de los Llanos located in the department of Meta, Colombia.

Biological material

The fish was caught by native anglers of the indigenous communities surrounding each sampling point, considering their customs and fishing techniques, as well as a fishing work schedule established between 5:00 a.m. and 10:00 a.m. The fish sampling were done during a complete hydrobiological cycle (March 2014 to May 2015), corresponding to months between March and April (ascendant waters), May to July (high waters), August to October (descending waters) and November to February (low waters).

Fish were anaesthetized by immersion in 2-phenoxyethanol (400 ppm, Sigma Chemical Co., St. Louis, Missouri, USA). All procedures were performed in accordance with the standards established by the Resolution No. 008430 of 1993 of the Ministry of Health, Colombia and also approved by the Bioethical Committee of the Universidad de los Llanos.

Sixty fillets of fish of the genus *Leporinus* were analyzed, which 39 were of the species *Leporinus agassizi* (Warakú verdadero) and 21 to *Leporinus fasciatus* (Warakú pinima). The fillets were vacuum packed in Ziploc® ice bags, as established in Colombian Technical Norm (NTC) 5443 of 2006, and then stored at -20°C until processing.

Proximate analysis

The proximate composition was analyzed in each sample under the parameters of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC 2007), according to the protocols for moisture (%) (Protocol N°. 952.08 with modifications), crude protein (%) (N°. 955.04 with modifications), crude lipids (%) (N°. 948.15 with modifications) and ashes (%) (N°. 938.08 with modifications). These modifications were made based on the methodologies proposed by the Nutrition Laboratory of the Universidad de los Llanos. The samples were processed in the Laboratory of Animal Nutrition of the Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources (FCARN) and the Nutrition Laboratory of the Institute of Aquaculture of the Universidad de los Llanos, using the methodologies previously mentioned, as follows:

Dry matter and moisture

After drying dried the sample (in an oven at 60°C for 72 hours), 2 to 3 grams were placed in a porcelain dish in an oven at 60°C for 48 hours. The weight of the sample, the weight of the capsule and the weight of the capsule plus dry matter were recorded.

Ashes

In a pre-weighed porcelain crucible, 1 gram of sample was added, later samples were cremated in the Muffle at 600°C for 3 hours and after 16 hours, the crucible was weighed.

Ethereal extract or fats by Soxhlet method

1 gram of the sample wrapped in absorbent paper was weighed. This was then placed in the Soxhlet's collection bottle. Once the balloon was weighed, 210 to

270 ml of petroleum ether were added to wash the fat for 1 hour, then each balloon was distilled to obtain the solvent again. Finally, the balloon was subjected to 60°C for 24 hours.

Crude protein by Kjeldalh method

0.1 gram of the sample were weighed and wrapped in absorbent paper, placed in Kjeldalh balloons and 100 ml tubes, adding 0.9 grams of catalyst (MgO: magnesium oxide). Then 5 ml of 98% sulfuric acid were added. The digestion was done in a thermo-digester equipment at 360°C for 1 hour, obtaining a green crystalline coloration as a product. The samples were allowed to cool and 5 ml of distilled water were added. In a 50 ml Erlenmeyer flask, 3 ml of boric acid 4% and 2 drops of mixed indicator were added and then placed in a Kjeldalh distiller. After the sample was added, 10 ml of 40% sodium hydroxide (NaOH) was added to begin the distillation. When the Erlenmeyer reached a volume of 30 ml, it was removed from the equipment. Said solution was titrated with 0.1 N hydrochloric acid until obtaining red-orange color.

Statistical analysis

A descriptive analysis was made showing the data as mean $\pm$ standard deviation (SD). Before making any statistical analysis of the results, homogeneity of variance assumptions were evaluated by the Bartlett test and the normality of the data with the Kolmogorov-Smirnov test, which allowed guiding the type of statistical analysis to be performed. Subsequently, a two-way analysis of variance (ANOVA) was carried out, where factor 1 corresponded to the collection site and factor 2 to the time of year (low, ascendant, high and descending waters). Finally, a Pearson correlation was

made. In all cases, $p < 0.05$ was used as a statistical criterion to reveal significant differences. The data was analyzed with SAS® software (version 9.2, 2009) and GraphPad® (version 5.03, 2009).

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the bromatological analysis of specimens of *Leporinus agassizi* (N = 39) and *Leporinus fasciatus* (N = 21) without considering the fishing sites or the time of capture.

Leporinus agassizi

Table 2 corresponds to the analysis made according to the different fishing sites and the hydrobiological cycles in which the species could be collected with greater success. In fish caught at Point 1 (Yacayacá), *L. agassizi* had the highest amount of dry matter and fat at low waters (23.52% and 2.93%, respectively); protein at descending waters (17.30%) and ashes at high waters (2.08%). In fish caught at Point 2 (Piracemo), only values were obtained in low waters: dry matter (19.76%), protein (15.07%), ash (1.44%) and fat (0.46%). In fish caught at Point 3 (Santa Cruz), the highest values were obtained for descending waters, as follows: dry matter (25.24%), protein (19.82%), ashes (2.16%), and fat (1.58%). The results showed no statistically significant differences when relating the capture site with the provenance ($p > 0.05$).

Leporinus fasciatus

The analysis made according to the different fishing sites and hydrobiological cycles in which the species could be collected with greater success is shown in Table 3. In fish caught at Point 1, the higher value of dry matter was obtained at high

TABLE 1. Bromatological analysis of *Leporinus agassizi* and *Leporinus fasciatus* caught in the Vaupés River, Colombia. Data expressed as mean $\pm$ SD. SD: standard deviation

Variable	<i>Leporinus agassizi</i>	<i>Leporinus fasciatus</i>
Dry matter	22.34% $\pm$ 2.22	22.7% $\pm$ 3.19
Moisture	77.65% $\pm$ 2.23	77.3% $\pm$ 0.80
Protein	16.59% $\pm$ 2.35	17.6% $\pm$ 3.1
Fat	1.39% $\pm$ 0.74	1% $\pm$ 0.53
Ash	1.60% $\pm$ 0.52	1.7% $\pm$ 0.56

TABLE 2. Bromatological analysis of *Leporinus agassizi* caught in the three sampling points of the Vaupés River, Colombia, over four hydrobiological cycles. Data expressed as mean $\pm$ SD (standard deviation).

Sampling site	Season	Dry matter (%)	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ashes (%)
Point 1 Yacayacá	Ascendant	21.69 $\pm$ 1.46	78.31 $\pm$ 1.46	16.56 $\pm$ 1.30	1.26 $\pm$ 0.82	1.29 $\pm$ 0.31
	High	20.93 $\pm$ 2.50	79.07 $\pm$ 2.50	16.37 $\pm$ 1.53	0.71 $\pm$ 0.40	2.08 $\pm$ 1.07
	Descending	23.27 $\pm$ 1.76	76.73 $\pm$ 1.76	17.30 $\pm$ 2.83	1.85 $\pm$ 1.33	1.72 $\pm$ 0.33
	Low	23.52 $\pm$ 1.38	76.48 $\pm$ 1.38	15.80 $\pm$ 2.41	2.93 $\pm$ 0.75	1.16 $\pm$ 0.41
Point 2 Piracemo	Ascendant	NA	NA	NA	NA	NA
	High	NA	NA	NA	NA	NA
	Descending	NA	NA	NA	NA	NA
	Low	19.76 $\pm$ 1.64	80.24 $\pm$ 1.64	15.07 $\pm$ 1.15	0.46 $\pm$ 0.25	1.44 $\pm$ 0.40
Point 3 Santa Cruz	Ascendant	NA	NA	NA	NA	NA
	High	23.32 $\pm$ 2.24	76.68 $\pm$ 2.24	15.90 $\pm$ 3.17	1.54 $\pm$ 1.18	1.38 $\pm$ 0.47
	Descending	25.24 $\pm$ 1.07	74.76 $\pm$ 1.07	19.82 $\pm$ 1.54	1.58 $\pm$ 0.67	2.16 $\pm$ 0.33
	Low	21.00 $\pm$ 1.55	79.00 $\pm$ 1.55	15.87 $\pm$ 2.29	0.82 $\pm$ 0.44	1.58 $\pm$ 0.25

NA: Not analyzed.

waters (22.95%); the protein was higher at ascendant waters (18.08%), and the fat and ashes were higher at low waters (0.64% and 1.51%, respectively). In fish caught at Point 2, the highest amounts were obtained in low waters: dry matter (22.35%), protein (17.42%), ashes (1.78%), and fat (1.44%) In fish caught at Point 3, high values were obtained for ascendant waters, dry matter (25.19%), protein and fat at low waters (17.93% and 1.20%, respectively) and ashes at high waters (2.16%) Similarly, to *Leporinus agassizi* the results showed no statistically significant differences when relating

the capture site with the provenance ($p > 0.05$).

To identify the degree of relationship between the bromatological variables of *L. agassizi* and *L. fasciatus* a Pearson correlation analysis was done (tables 4 and 5). A significant correlation for dry matter/moisture, dry matter/protein, dry matter/ash and ash/protein parameters were observed in *L. agassizi* and for dry matter/moisture, dry matter/protein, dry matter/ash and dry matter/fat parameters was observed in *L. fasciatus*.

In the present study was possible to establish that the bromatological characte-

TABLE 3. Bromatological analysis of *Leporinus fasciatus* caught in the three sampling points of the Vaupés River, Colombia, over four hydrobiological cycles. Data expressed as mean $\pm$ SD (standard deviation).

Sampling site	Season	Dry matter (%)	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ashes (%)
Point 1 Yacayacá	Ascendant	20.44 $\pm$ 0.36	79.56 $\pm$ 0.11	18.08 $\pm$ 2.13	0.33 $\pm$ 1.07	1.36 $\pm$ 0.69
	High	22.95 $\pm$ 0.54	77.05 $\pm$ 0.54	NA	NA	NA
	Descending	NA	NA	NA	NA	NA
	Low	21.17 $\pm$ 1.65	78.83 $\pm$ 1.65	17.08 $\pm$ 1.00	0.64 $\pm$ 0.93	1.51 $\pm$ 0.56
Point 2 Piracemo	Ascendant	NA	NA	NA	NA	NA
	High	NA	NA	NA	NA	NA
	Descending	23.33 $\pm$ 2.23	76.67 $\pm$ 1.64	NA	NA	NA
	Low	23.35 $\pm$ 3.19	77.65 $\pm$ 3.19	17.42 $\pm$ 3.09	1.44 $\pm$ 1.24	1.78 $\pm$ 0.45
Point 3 Santa Cruz	Ascendant	25.19 $\pm$ 2.04	74.81 $\pm$ 1.56	NA	NA	NA
	High	22.83 $\pm$ 0.80	77.17 $\pm$ 0.80	17.65 $\pm$ 1.31	0.70 $\pm$ 1.22	2.16 $\pm$ 0.12
	Descending	NA	NA	NA	NA	NA
	Low	23.06 $\pm$ 1.60	76.94 $\pm$ 1.60	17.93 $\pm$ 1.87	1.20 $\pm$ 0.53	1.64 $\pm$ 0.29

NA: Not analyzed.

TABLE 4. Pearson correlation for the bromatological analysis of *Leporinus agassizi* caught in the Vaupés River. Correlations with a value of $p < 0.05$ are indicated in bold italics. Correlations with a value of $p < 0.001$ appear in bold type.

Variable	Dry matter	Moisture	Ashes	Protein	Fat
Dry matter		-100%	20%	67%	48%
Moisture	-100%		-20%	-67%	-48%
Ashes	20%	-20%		46%	-11%
Protein	67 %	-67%	46%		24%
Fat	48%	-48%	-11%	24%	

TABLE 5. Pearson correlation for the bromatological analysis of *Leporinus fasciatus* caught in the Vaupés River. Correlations with a value of $p < 0.05$ are indicated in bold italics. Correlations with a value of $p < 0.001$ appear in bold type.

Variable	Dry matter	Moisture	Ashes	Protein	Fat
Dry matter		-100%	52%	81%	-73%
Moisture	-100%		-52%	-81%	73%
Ashes	52%	-52%		47%	36%
Protein	81%	-81%	47%		47%
Fat	73%	-73%	-36%	47%	

ristics of the species *Leporinus agassizi* and *Leporinus fasciatus* are very similar to those of other well-known fish species, and even species that live in similar environmental conditions. Both *Leporinus agassizi* and *Leporinus fasciatus* present values within the ranges of macronutrients found in other species consumed in Colombia, such as rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), red tilapia (*Oreochromis sp*), Cachama (*Colosso-
ma macropomum*), Bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae*) and Bagre or catfish (*Pseudoplatystoma faci-
atum*), which makes them a source of similar nutritional contri-
bution. Contrasting the protein percentage of *P. reticulatus* (16.36-20.44%) and *C. macropomum* (16.7-19.34%); humidity of *P. reticulatus* (75.16–78.07%), and *C.*

macropomum (74.81–79.28%); fat per-
centage of Bagre or catfish (0.35–1.94%)
and *P. reticulatus* (1.34–5.15%) (Perea *et al.* 2008). Regarding the values of ash, it
was established that the species of *Leporinus*
studied have a higher percentage compared
to the previous fish species.

The bromatological analysis of other
species present in the Orinoco and Ama-
zonas basins, such as the Arawana (*Os-
teoglossum bicirrhosum*) and the Mapará
(*Hypophthalmus edentatus*), showed higher
moisture values for the Arawana (83.91%)
and lower for the Mapará (65.18%) (Costa
2006), compared to the obtained in the
present study. However, the ash values of
the two Warakú species are higher than
those values obtained by that author.

In the fillets of the species of *L. agassizi* and *L. fasciatus* were found similar levels of protein to Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) (~19%) (Pavón *et al.* 2018). Likewise, the protein obtained in the present study for *Leporinus fasciatus* (17.6%) and *Leporinus agassizi* (16.59%), can be contrasted with the average protein of the species *Leporinus obtusidens*, which was 16.56% on average (Lazzari *et al.* 2015). Similarly, the values found for protein, ash and fat in the present study were higher in comparison with the results obtained in fresh and eviscerated Tilapia (*Oreochromis* sp.) (Sena *et al.* 2014).

When several specimens of *Leporinus obtusidens* were subjected to dietary feeding with and without cooking, the results referring to protein are similar and lower for the percentage of ashes. Considering that the fish feed of the present study was different from the one used by the mentioned author, the evaluated parameters show a quite similar behavior (Lazzari *et al.* 2007). Although the ash values of Warakú *verdadero* and Warakú *pinima* resemble different species, they are superior to the values found for fillets of Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) (~1.20%) (Pavón *et al.* 2018).

Although no statistically significant differences were found in the present study ($p > 0.05$) related to the hydrobiological cycle in the different capture sites, it should be considered that the factors that affect the chemical/nutritional composition of the fish are numerous, being either an intrinsic nature bearing upon genetics, morphology, physiology or environmental factors, relating to the living conditions and food (Jacquot 1961; Borgstrom 2012). In turn, it is reported that the lipid content of severe species of fish, including common carp, can vary widely depending on the feeding habits of animal and the feed used (Ćirković *et al.* 2012).

In the present study, both *L. agassizi* and *L. fasciatus* showed the lowest values of dry matter and protein (percentage) during the low water period, which suggests that the consumption of aquatic plants and macrophytes generates a lower protein conversion in the fish fillet. The diet of the fish community may change depending on the hydrological period, due to the increase in biodiversity offered for feeding the fish, especially during times when the water level is high (Pérez y Prada 2011). In periods of low water, the availability of food is restricted, which implies that the fish have an herbivorous behavior since the availability of insects is limited (Medeiros *et al.* 2014). This was observed in *L. friderici*, where the animals had greater herbivore preference in low waters in the Point 1 and Point 3 (Velasco-Santamaría *et al.* 2017). On the other hand, during the increase of the flow (ascendant-high waters) sediments and biological materials are dragged, allowing the greater food availability of the fish (Petry *et al.* 2011). Nearby species such as *L. friderici*, present an important consumption of insects of the genus *Blattodea*, *Coleoptera* and *Diptera*, and of invertebrates such as nematodes and annelids, leaves and bark, in greater proportions during high and descending waters (Velasco-Santamaría *et al.* 2017).

Unlike the reports in the literature, in the present study the bromatological parameters were generally higher in levels of descending waters, although during the moments of high waters the percentage amount had similarity. This suggests that the fish has a varied diet that although is not as diversified and rich as in high waters, is not as limited as in the low water levels.

There is a classification of fish according to the percentages of fat and protein present in their meat, known as the Stansby

classification (Stansby 1962). This classification has five categories, category A being: fish with a percentage <5% of fat and a high protein content of 15-20%, such as Bacalao of Pacific or Pacific cod (*Gadus macrocephalus*). Category B: 5-15% fat and 15-20% protein, the case of Caballa or mackerel (*Scomber scombrus*). Category C: >15% fat and <15% protein, Salvelinus (*Salvelinus namaycush siscowet*). Category D: <5% fat and >20% protein, Tuna (*Katsuwunos pelamis*). Category E: <5% fat and <15% protein. According to the results obtained for the percentage amounts of fat and protein, the species of *L. agassizi* and *L. fasciatus* are include in the category A Stansby.

CONCLUSION

Although the study did not show significant statistically differences, and it is assumed that in the different sites of the river the nutritional contribution of the fish is going to be the same, during periods like high and descending waters, the best levels of each bromatological variable were found. These results support the hypothesis that during this type of water level the diversity of food is greater; however, additional studies in these species should be carried out, considering another variety of natural and anthropological factors, as well as, eating habits. The results obtained in this study, contribute with the scientific knowledge and also a contribution to food security and its possible introduction to productive systems through continental aquaculture.

Acknowledgements

To the Government of Vaupés through the financing by the Sistema General de

Regalías (Special Cooperation Agreement 0032 of 2013), to the Universidad de los Llanos for co-financing and to the National Authority of Aquaculture and Fisheries (AUNAP). Likewise, to the indigenous communities of Santa Cruz, Puerto Paloma, Puerto Esperanza, Yacayacá and Piracemo in the department of Vaupés, Colombia who actively participated in the project. Also to the Laboratory of Animal Nutrition and Laboratory of Nutrition and Feeding of Fish of the Universidad de los Llanos.

Ethical approval: All applicable national and institutional guidelines for the care and use of animals were followed by the authors.

Conflict of Interest: none.

REFERENCES

- Ali A, Al E, Goddard J, Ahmed S. 2013. Seasonal variability in the chemical composition of ten commonly consumed fish species from oman. J Animal Plant Sci. 23(3): 805-812.
- AOAC 2007. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Gaithersburg: Association of Official Analytical Chemists.
- Borgstrom G. 2012. Fish As Food VI: Production, Biochemistry and Microbiology. Elsevier.
- Ćirković M, Ljubojević D, Đorđević V, Novakov N, Petronijević R. 2012. Chemical composition of body including fatty acids of four cyprinids fish species cultured at the same conditions. Arch Zootech. 15(2): 37-50.
- Costa TVd. 2006. Identificação de novas espécies com potencial para a criação em cativeiro: pescado capturado no estado do Amazonas [Tesis]. [Rio de Janeiro (BR)]: Instituto de Zootecnia, Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Correa F. 2010. Elementos de identidad y organización social entre las comunidades indígenas de la región del Vaupés. Maguaré. 1: 97-123.
- Cubillos-Cuadrado L, Muñoz-Hernández D, Vásquez-Londoño C. 2019. Fish consumption during menarche, menstruation, pregnancy and postpartum in Sikuani women from Meta,

- Colombia. J Ethnobiol Ethnomed. 15(48): 1-12. Doi: [10.1186/s13002-019-0326-z](https://doi.org/10.1186/s13002-019-0326-z).
- Del Angel AR. 2013. Principios básicos de bromatología para estudiantes de nutrición. Palibrio. 338.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura – Oportunidades y desafíos [Internet]. Roma (IT): Depósito de documentos de la FAO; [cited 2016 oct. 14]. Available: <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>.
- Gökoğlu N, Yerlikaya P. 2015. Chemical composition of fish. In: Seafood Chilling, Refrigeration and Freezing: Science and Technology. John Wiley & Sons.
- Greenfield H, Southgate D. 2006. Datos de la composición de los alimentos: obtención, gestión y utilización [Internet]. 2° ed. Roma (IT): FAO; [cited 2017 aug. 18]. Available: <http://www.fao.org/3/a-y4705s.pdf>.
- Jacquot 1961. Organic constituents of fish and other aquatic foods. Fish as Food. 1.
- Lazzari R, Radünz J, Araújo F, Veiverberg C, Taffarel G, Correia V, Portes C. 2007. Composição corporal e crescimento de juvenis de piava alimentados com dietas contendo farinhas de trigo e milho submetidas ao cozimento. Rural Sci. 37(6): 1824-1827. Doi: [10.1590/S0103-84782007000600053](https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000600053).
- Lazzari R, Uczay J, Rodrigues R, Pianesso D, Adorian T, Mombach P. 2015. Utilização de resíduos de frutas em dietas para Piava. Boletim Instituto Pesca. 41(2): 227-237.
- Madden H, Chamberlain K. 2010. Nutritional health, subjectivity and resistance: women's accounts of dietary practices. Health. 14(3): 292-309. Doi: [10.1177/1363459309356073](https://doi.org/10.1177/1363459309356073).
- Medeiros T, Rocha A, Santos N, Severi W. 2014. Influência do nível hidrológico sobre a dieta de *Leporinus reinhardtii* (Characiformes, Anostomidae) em um reservatório do semiárido brasileiro. Iheringia, Zoology Series. 104(3): 290-298. Doi: <https://doi.org/10.1590/1678-476620141043290298>.
- Pavón Y, Cian R, Campos M, Roque D, Sanchez S, Rosa, S. 2018. Sensory and instrumental textural changes in fillets from Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) fed different diets. J Text Stud. 49(6): 646-652. Doi: <https://doi.org/10.1111/jtxs.12372>.
- Perea A, Gómez E, Mayorga Y, Triana C. 2008. Caracterización nutricional de los pescados de producción y consumo regional en Bucaramanga, Colombia. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 58: 91-97.
- Pérez MA, Prada S. 2011. Relación entre comunidad íctica y cobertura vegetal riparia en dos períodos hidrológicos (Eje Cafetero, Colombia). Universitas Scientiarum. 16(2): 119-139. Doi: [10.11144/javeriana.SC16-2.rbfc](https://doi.org/10.11144/javeriana.SC16-2.rbfc).
- Petry A, Thomaz S, Esteves F. 2011. Comunidade de peixes. Interscience. 3: 609-624.
- Rivas M, Mosquera Z, Asprilla S. 2003. Calidad ecológica de las aguas de la parte media del río Cabí (Quibdó-Chocó) utilizando los macroinvertebrados como indicadores. Rev Inst Univ Tecn Chocó. 1: 59-63.
- Saint 1986. Potential for aquaculture of south american freshwater fishes: A review. Aquaculture, 205-240.
- Santos G. 1982. Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de "aracus" e considerações ecológicas sobre o grupo no lago Janaucá, AM (Osteichthyes, Characoidei, Anostomidae). Acta Amazonica. 12(4): 713-739. Doi: [10.1590/1809-43921982124713](https://doi.org/10.1590/1809-43921982124713).
- Sena D, Almeida M, Magalhães A, Fernandes M. 2014. Avaliação da composição centesimal de tilapias comercializadas em Fortaleza-CE. In: Memórias 54° Congresso Brasileiro de Química; November 3-7; Rio Grande do Norte.
- Stansby M. 1962. Proximate composition of fish. In: Heen, E. et al, editors. Fish in nutrition. London: Fishing News Books Ltd. p. 55-60.
- Velasco-Santamaría YM, Torres-Tábares A, Ramírez-Merlano JA, Cruz-Casallas PE, Ramírez-Saray JA, Quiroga-Sánchez E, Aya-Baquero E. 2017. Hábitos alimenticios de *Leporinus friderici* (Anostomidae: Teleostei) durante un ciclo hidrobiológico en el río Vaupés, Colombia. Rev Trop Biol. 65(2): 827-842. Doi: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v65i2.22929>.

Article citation

Sua-Céspedes CD, Vélez-Parodi JV, Ramírez-Merlano JA, Torrez-Tabares A, Velasco-Santamaria YM. 2020. Bromatological characteristics of fillet fish of *Leporinus agassizi* and *Leporinus fasciatus* (Pisces: Characidae) in its natural habitat. [Características bromatológicas de filetes de *Leporinus agassiz* y *Leporinus fasciatus* (Pisces: Characidae) en su hábitat natural]. Rev Med Vet Zoot. 67(2): 159-170. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n2.90710](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n2.90710).

Mastocitoma felino. Reporte de caso

G. A. Delgado-López¹, C. A. Moreno-Babilonia^{2*}

Artículo recibido: 3 de octubre de 2020 • Aprobado: 27 de agosto de 2020

RESUMEN

Los mastocitomas son tumores originarios de los mastocitos que usualmente afectan a los perros y los gatos. Pueden llegar a tener un comportamiento benigno, sin embargo, esto dependerá del grado de la neoplasia y su estadiaje. En felinos, clínicamente se han descrito dos patrones: visceral y cutáneo, de los cuales el cutáneo es el más frecuente, llegando a causar metástasis a órganos adyacentes e incluso afectar el bazo y/o intestino en estadios más diferenciados. Se presenta un caso de mastocitoma felino correspondiente a un ejemplar mestizo con cuadro clínico de inicio de más de dos meses de evolución, consistente en la aparición de una placa alopecica ulcerada y elevada en región interescapular, acompañada de prurito que presentó resolución espontánea. Mediante el curso clínico se inmunizó contra el virus de la rabia, posteriormente, se observó la aparición de una lesión nodular subcutánea de características inusuales de 2cm de diámetro. Acorde con el tiempo de evolución y el antecedente vacunal se decidió la realización de biopsia y resección quirúrgica. El reporte de la biopsia confirmó diagnóstico de mastocitoma grado histológico 3 de Patnaik, teniendo en cuenta las características histológicas, estructurales y su comportamiento clínico. Se realizó seguimiento del caso pasados ocho meses, donde se evidenció mejoría del cuadro clínico, sin aparición de nueva masa sugestiva de neoplasia, sin hallazgos de metástasis a otras estructuras, con cicatrización exitosa de herida quirúrgica y evolución satisfactoria.

Palabras clave: tumores cutáneos, tumores del cuello y cara, mastocitoma, felino.

Feline mastocytoma. Case report

ABSTRACT

Mast cells are tumors originating from mast cells which usually affect cats and dogs. They may have benign behavior, however, this will depend on the degree of the neoplasm and its staging. In cats, two patterns have been described clinically: visceral and cutaneous, of which the cutaneous form is the most frequent, reaching metastasis to adjacent organs and even affecting the spleen and / or intestine in more differentiated stages. A case of a mastocytoma is presented, a feline corresponding to a mongrel specimen with a clinical picture of onset of more than two months of evolution,

¹ Semillero de Investigación en Dermatología (SIDERM). Grupo de Investigación Telesalud, Programa de Medicina, Universidad de Caldas. Manizales (Colombia).

² Grupo de Investigación GIBACUS. Escuela de Medicina., Universidad del Sinú – Elías Bechara Zainúm Seccional Cartagena. Cartagena (Colombia).

* Autor para correspondencia: cesarmorenobabilonia@gmail.com

consisting of the appearance of an alopecal plaque, ulcerated and elevated in the interscapular region, accompanied by pruritus that presented spontaneous resolution. Through the clinical course, he was immunized against the rabies virus, later the appearance of a nodular lesion of unusual subcutaneous characteristics, 2 cm in diameter, was observed. According to the evolution time and the vaccination history, it was decided to perform a biopsy and surgical resection. The biopsy report confirmed the diagnosis of Patnaik's histological grade 3 mastocytoma, taking into account the histological and structural characteristics and its clinical behavior. The case was followed up after eight months, where an improvement in the clinical picture was evident, without the appearance of a new mass suggestive of neoplasia, without metastatic findings to other structures, with successful healing of the surgical wound and satisfactory evolution.

Keywords: skin tumors, neck and face tumors, mastocytoma, feline.

INTRODUCCIÓN

Los mastocitomas son tumores originarios de los mastocitos o células mastocíticas que se definen como una proliferación neoplásica de dichas células. Los mastocitomas cutáneos se originan de los mastocitos de la dermis y constituyen un tipo de tumor frecuente en caninos y felinos. Los mastocitos se originan en la médula ósea a partir de células precursoras, posteriormente, migran a diversos tejidos, principalmente aquellos que tienen contacto con antígenos externos tales como la piel o los sistemas respiratorio y digestivo (Abbas *et al.* 2000). Los mastocitos contienen en su citoplasma moléculas vasoactivas como la heparina, la histamina, citoquinas y leucotrienos, entre otros; estos mediadores actúan en diferentes situaciones, como la permeabilidad vascular, la vasodilatación, el prurito, en mecanismos anticoagulantes y en la activación de eosinófilos y neutrófilos. Los mastocitos, por lo tanto, están relacionados con las reacciones alérgicas; sin embargo, se ha encontrado un papel muy importante del mastocito frente a la respuesta inmunitaria, principalmente en la migración celular de neutrófilos en respuesta a una infección bacteriana (Abbas *et al.* 2000).

Estudios recientes sugieren el papel de un gen supresor de tumor o mutaciones del

oncogen en el desarrollo del tumor (Miller *et al.* 2012). El factor de células madre (SCF) es un ligando kit, un receptor de tirosina quinasa que se expresa en varias células, incluidos los mastocitos (Lennartsson y Rönnstrand 2012). El SCF es importante para la proliferación, desarrollo, migración y supervivencia de mastocitos (Okayama y Kawakami 2006); la proteína del kit está codificada por el c-kit protooncogen. Aunque los mecanismos detallados no se entienden completamente, las mutaciones c-kit resultan en la autoactivación de la proteína kit sin interacción con ligandos (Lennartsson y Rönnstrand 2012). Las mutaciones en c-kit están involucrados en la tumorigénesis de los tumores de mastocitos (Lennartsson y Rönnstrand 2012). Por su parte, Amagai *et al.* (2013) sugirieron que las acciones autocrinas / paracrinas de SCF pueden ser un mecanismo de tumorigénesis novedoso; en ese estudio se demostró que SCF se expresaba altamente en la línea celular de mastocitos caninos y se sugirió que las expresiones SCF contribuían a la fosforilación de kit, dando como resultado la proliferación de las células. Además, la expresión de SCF se ha detectado en casos clínicos de tumorigénesis de mastocitos caninos y se ha asociado con la proliferación tumoral (Amagai *et al.* 2014). Por su parte, en los felinos los tumores de

mastocitos son comunes y ocurren como neoplasias cutáneas o como mastocitosis de origen visceral (Ginn *et al.* 2007; Henry y Herrera 2013). Los informes de c-kit de las mutaciones en felinos son limitados, pero el comportamiento de los tumores de mastocitos felinos sin c-kit reportan mutaciones (Dank *et al.* 2002; Isotani *et al.* 2010). Un estudio realizado por Sabattini *et al.* (2017) no mostró correlación entre las mutaciones c-kit, la diferenciación tumoral y la actividad mitótica o la supervivencia en felinos. Se considera que los tumores de mastocitos en felinos tienen mecanismos de tumorigénesis similar a la de humanos y perros. Sin embargo, hasta la fecha no ha sido reportada alguna mutación de c-kit asociada con tumores de mastocitos en felinos. No obstante, a pesar de la evidencia científica disponible su etiología sigue siendo desconocida (Govier 2003; Miller *et al.* 2012).

Mastocitoma felino

Originado de los mastocitos del tejido conectivo, el mastocitoma es descrito como la segunda neoplasia cutánea más frecuente en felinos, representando el 21,1% de los casos (Miller *et al.* 1991) y su incidencia se cifra alrededor del 15% de todos los tumores cutáneos en gatos (Ríos *et al.* 2008). Se ha descrito en la literatura una media de edad de los animales afectados de 7,2 años o un rango de entre 8 y 9 años, mientras que en otras fuentes se clasifica dependiendo del tipo de forma cutánea, encontrándose una edad de presentación alrededor de 9 años en la forma cutánea mastocítica, y entre los 2,5 y los 10 años en la forma cutánea histiocítica (Ríos *et al.* 2008). No se ha encontrado predisposición en cuanto al sexo, ni tampoco relación entre el virus de la leucemia, inmunodeficiencia y la peritonitis infecciosa felina con el mastocitoma felino (Scott

et al. 2001; Couto 2003; Vail 2003). Las razas más afectadas son felinos de pelo corto doméstico. Sin embargo, los gatos siameses parecen estar predispuestos a las dos formas de presentación cutánea (Gross *et al.* 2005; Miller *et al.* 2012).

Presentación visceral: esta forma predomina más en gatos que en perros, llegando a ser responsable del 50% de los casos. Afecta el sistema hemolinfático y digestivo y se caracteriza generalmente por compromiso esplénico (mastocitoma linforetico) caracterizado por esplenomegalia; en algunas ocasiones se encuentra hepatomegalia como manifestación de una mastocitosis, como por metástasis de la mastocitosis esplénica, la cual resulta ser la causa más frecuente (Ríos *et al.* 2008). Estos animales tienen mayores riesgos de diseminación y metástasis. Se pueden presentar casos de mastocitosis periférica, de efusión pleural y abdominal, donde la citología del líquido revela un gran número de mastocitos y de eosinófilos.

Los síntomas clínicos asociados a esta presentación visceral incluyen anorexia, vómitos y anemia por pérdida crónica de sangre. La esplenectomía es el tratamiento de elección, con un promedio de supervivencia estimado de 14 meses. En algunos pacientes se presenta un mastocitoma intestinal, el cual se observa como una masa intestinal única, aunque los síntomas clínicos son parecidos a la forma visceral, se pueden encontrar signos sugestivos de obstrucción intestinal y los síntomas correspondientes a esta; para este caso, la cirugía es el tratamiento de elección, sin embargo, el tiempo de supervivencia es bajo (menor de 3 meses) (Ríos *et al.* 2008).

Presentación cutánea: su manifestación clínica es variable, se presenta tanto en

caninos y felinos, pero con mayor frecuencia en felinos (Miller *et al.* 2012), se han descrito dos formas: forma cutánea mastocítica, similar al mastocitoma canino y la forma cutánea histiocítica, menos frecuente y morfológicamente más semejantes a las histiocitosis (Vail 2003).

Forma cutánea histiocítica: esta forma suele presentarse como nódulos subcutáneos en la zona de la cabeza y el cuello que pueden desaparecer de forma espontánea (Ríos *et al.* 2008).

Forma cutánea mastocítica: la cual se clasifica a su vez en dos categorías, la compacta y la difusa. La forma cutánea mastocítica compacta es la más frecuente, ocupa entre el (80-90%) y se caracteriza por tener un comportamiento más benigno (Ríos *et al.* 2008); en contraposición, la forma cutánea mastocítica difusa es histológicamente más anaplásica y maligna (Vail 2003).

La presentación clínica clásica del mastocitoma cutáneo en felinos es un nódulo dérmico solitario y bien definido, sin pelo (alopécico) y de un tamaño entre 0,5-3 cm de diámetro, se presenta ulceración superficial en aproximadamente un cuarto de los casos, suele ser no pigmentado, aunque en ocasiones es ligeramente rosado (Ríos *et al.* 2008). Entre las localizaciones más frecuentes se encuentran la cabeza, el cuello y las patas (Lepri *et al.* 2003; Miller *et al.* 2012), pero también puede ocurrir en el tronco (Miller *et al.* 1991; Sabattini *et al.* 2017). Los tumores menos diferenciados pueden aparecer de forma múltiple, sobre todo en la zona de la cabeza (Ríos *et al.* 2008).

Diagnóstico

El diagnóstico puede ser obtenido a través de un examen citológico o histológico,

pudiendo realizar aspirado con aguja fina u otro método de biopsia. La clasificación histológica es un indicador en cuanto al comportamiento del mastocitoma, que puede ser clasificado en histiocítico o mastocítico (Govier 2003); otra clasificación utilizada incluye el bien diferenciado, diferenciado, atípico poco granulado y el pleomórfico, en el cual el mastocítico (forma cutánea mastocítica) es dividido en: bien diferenciado (forma compacta) y pleomórfica (forma difusa) (Blackwood *et al.* 2012). Esta última se utiliza para determinar el grado de la neoplasia.

La clasificación de la neoplasia bien diferenciada se asocia a un comportamiento más benigno (Govier 2003). Sin embargo, otros autores refieren que en la actualidad no existe un sistema de clasificación para el mastocitoma felino, y la identificación de tumores con comportamiento maligno sigue siendo un desafío en la práctica clínica. La actividad mitótica se considera en la mayoría de los estudios como el único factor pronóstico en su evolución (Henry y Herrera 2013), teniendo en cuenta que las pocas figuras de mitosis observadas denotan un comportamiento menos agresivo, mientras que la tasa elevada de mitosis se describe como característica indicativa de un comportamiento agresivo.

Tratamiento

El tratamiento de elección es la resección quirúrgica (Govier 2003; Wright y Chretien 2006) y como la mayoría de estos tumores tienen un comportamiento benigno, la cirugía con escisión amplia no es crucial (Govier 2003); sin embargo, la extirpación quirúrgica está indicada en gatos que no presenten más de cinco tumores cutáneos o en aquellos pacientes que presenten solo afección visceral (Ríos *et al.* 2008). En este último caso, la extirpación quirúrgica

debe ir acompañada de quimioterapia. La evaluación de terapia adyuvante como radiación o quimioterapia no son sistemáticamente realizadas (Ríos *et al.* 2008); otros autores han mencionado que la quimioterapia no parece aumentar el tiempo de supervivencia a pesar de la literatura escasa (Miller *et al.* 2012). El tratamiento con prednisona a dosis de 4-8 mg/Kg V.O. cada 24-48 horas ha demostrado ser efectivo en gatos con afección sistémica o en casos donde exista evidencia de metástasis. Adicionalmente, es importante reconocer el uso de algún agente quimioterapéutico adicional como el clorambucilo (20 mg/m² V.O. cada 2 semanas) con el objetivo de servir de manejo complementario eficaz (Ríos *et al.* 2008).

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Un felino mestizo, macho, castrado, atigrado, de pelo corto, de 1,5 años de edad y de 4,40 kg de peso presentó un cuadro clínico de 2 meses de evolución consistente en la aparición de una placa alopecica, ulcerada y elevada en la región interescapular a nivel del cuello (Figura 1), la cual se acompañó de prurito y al cabo de un tiempo presentó resolución espontánea. Posteriormente, el paciente fue inmunizado contra el virus de la rabia en la misma zona de lesión descrita que ya se encontraba en fase de resolución. Siguiendo la evolución clínica, 7 días después de la inmunización apareció en la misma localización un nódulo bien definido, con región alopecica y ulcerado, eritematoso, duro, de aspecto subcutáneo y de 2cm de diámetro (Figura 2A, 2B y 2C), el cual fue valorado por un médico veterinario en un centro hospitalario quien corroboró en el examen físico los hallazgos clínicos mencionados.

Se sospechó un fibrosarcoma postvacunal, consecuente con el tiempo de evolución y el antecedente vacunal, por lo que se decidió realizar biopsia y resección quirúrgica. Posteriormente, se tomaron paraclínicos parasitológicos, micóticos, al igual que raspado cutáneo para descartar diagnósticos diferenciales, con reporte de resultado negativo para ácaros y hongos. Adicionalmente, se realizaron exámenes pre-quirúrgicos (hemograma, uroanálisis, creatinina) con resultados en rangos de normalidad. Seguidamente se procedió a la cirugía electiva por la sospecha de fibrosarcoma postvacunal, se llevó a cabo resección quirúrgica tomando bordes de 3cm para lograr márgenes quirúrgicos grandes y limpios en espera de que la resección fuese curativa, dichos márgenes midieron en conjunto 5x3x1 cm de espesor y se identificaron unas zonas gruesas de color gris y zonas de color café oscuro en la dermis.

En el examen histológico se encontró en la dermis profunda un nódulo de bordes mal definidos y de aspecto infiltrativo compuesto por células grandes y de citoplasmas amplios, adicionalmente, se evidenciaron gránulos intracitoplasmáticos de color violáceo infiltrando difusamente fibras colágenas y borrando parcialmente la arquitectura, acompañados de necrosis y formación de microabscesos, con hallazgos de proliferación celular compatible con mastocitoma de grado histológico 3 (Figura 3A, 3B, 3C, 3D), lo que confirmó el diagnóstico teniendo en cuenta las características histológicas y estructurales.

TRATAMIENTO

El tratamiento de elección fue la resección de la neoplasia, con márgenes quirúrgicos que miden en conjunto 5x3x1 cm de espesor. La premedicación anestésica consistió



FIGURA 1. Lesión inicial. Placa alopécica, ulcerada, elevada de bordes irregulares de aproximadamente de 3x2 cm de diámetro en la región interescapular a nivel del cuello. Nótese la presencia en el centro de un lecho de granulación y en la periferia tejido epitelial.

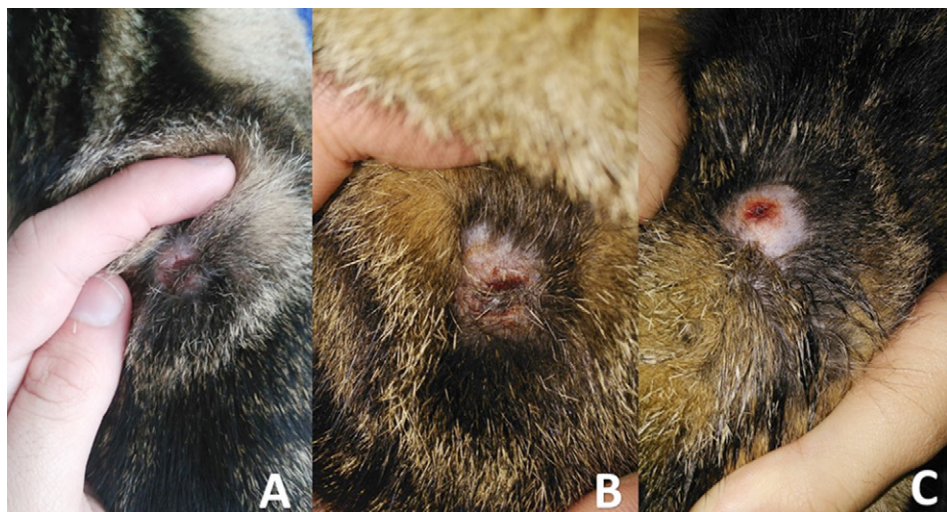


FIGURA 2. Lesión posterior a la aplicación de vacuna. Nódulo alopécico, ulcerado y con costra serohemática en la región interescapular a nivel del cuello (A y B). La misma lesión post rasurada (C).

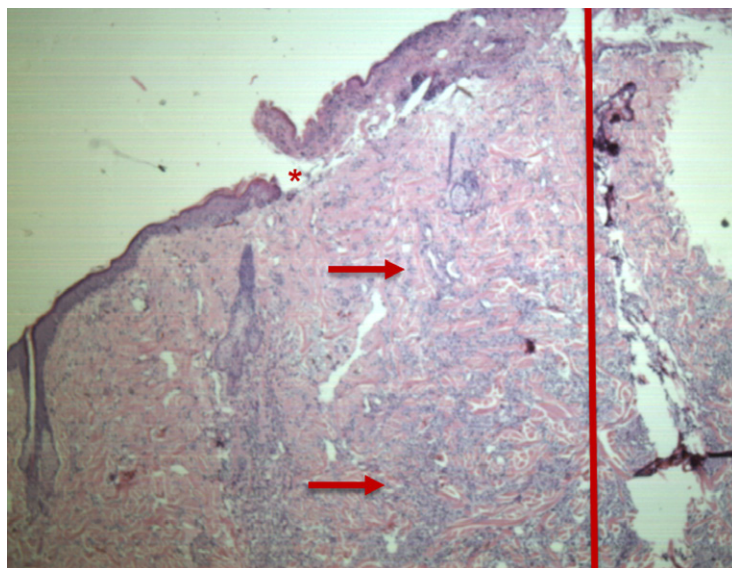


FIGURA 3A. Tinción con H&E (hematoxilina y eosina) que muestra sección de piel. La dermis está comprometida por lesión de bordes infiltrativos que compromete la dermis superficial y profunda (flechas). Se observa compromiso de anexos cutáneos, también se observa pérdida de la solución de continuidad dermoepidermica (*). Aumento 4X.

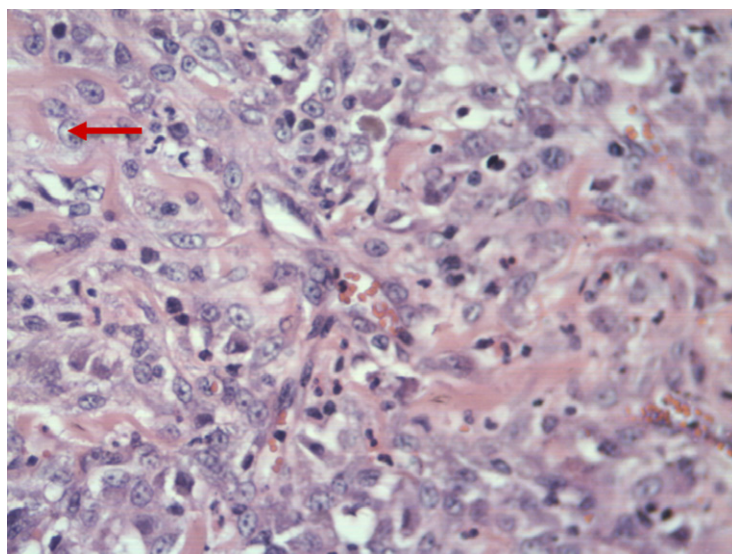


FIGURA 3B. Muestra de biopsia de una lesión por mastocitoma felino teñida con H&E, donde se puede apreciar células grandes de citoplasmas amplios, núcleos redondos con gránulos intracitoplasmáticos de color violáceo (flecha). Dichas células infiltran difusamente fibras colágenas separándolas y demostrando el carácter infiltrativo de la neoplasia. (La celularidad es muy homogénea). Aumento 40X.

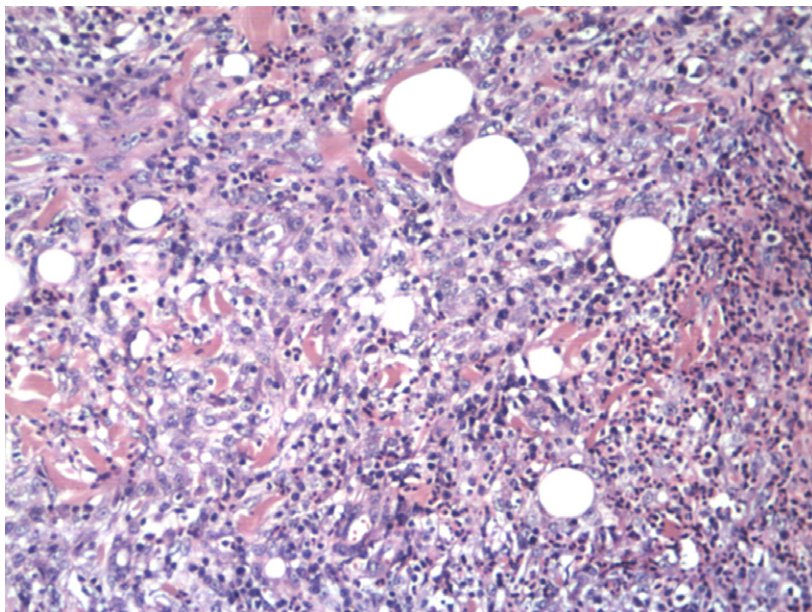


FIGURA 3C. Tinción H&E de una lesión por mastocitoma felino donde se observa infiltrado difuso que compromete tejido graso y el tejido conectivo. Nótese la disgregación del tejido y la presencia de células inflamatorias. Aumento 20X.

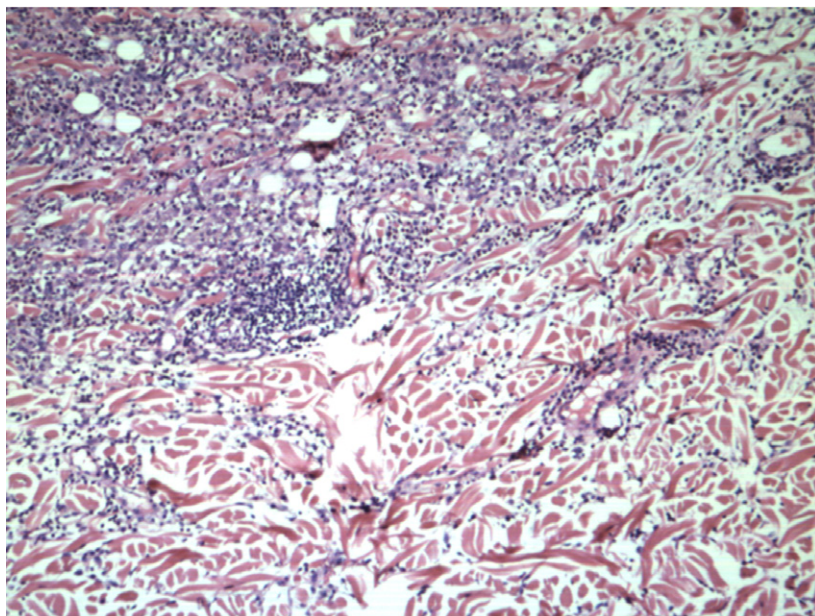


FIGURA 3D. Examen histopatológico teñido con H&E, donde se observa el borde de la lesión tumoral y la dermis. Nótese la característica infiltrativa de la lesión. Aumento 10X.

en la administración intramuscular de una combinación de dexmedetomidina (2 µg/kg) y metadona (0,3 mg/kg). Se cateterizó una vena cefálica y 30 minutos después de la premedicación se indujo la anestesia con propofol a dosis-efecto (2 mg/kg). La tráquea fue intubada con un tubo orotraqueal del n.º 12 con sistema de neumotaponamiento. Se conectó al paciente a un circuito circular y el mantenimiento anestésico se inició con isoflurano vehiculado en 1 lpm de oxígeno al 100%; adicionalmente, durante el mantenimiento anestésico se administró una Solución Lactato de Ringer. (5 ml/kg/h).

Tras preparar asépticamente al felino se realizó una técnica de analgesia/anestesia

regional y se cateterizó la arteria pedal dorsal de la extremidad posterior derecha para la monitorización de la presión arterial y la toma de muestras para gasimetría arterial. La anestesia transcurrió sin contratiempos y el procedimiento quirúrgico finalizó sin complicaciones; tras recuperar al animal se administró meloxicam (0,2 mg/kg). Finalizada la intervención se evidenció una herida quirúrgica limpia de 7cm de longitud en región interescapular y cuello, la cual se cerró por planos profundos hasta piel con puntos de sutura simple con prolene 3-0 (Figura. 4A). Finalmente, el paciente se dio de alta y se prescribió un régimen de antibiótico y una solución tópica



FIGURA 4. A. Zona postquirúrgica en región interescapular y cuello, nótese la gran dimensión de esta herida quirúrgica limpia con puntos de sutura simple con prolene 3-0. **B.** Felino en fase de recuperación con uso permanente del traje postquirúrgico, se observa acceso venoso en la extremidad anterior derecha. Postquirúrgico de 3 días.

antiséptica Clorhexin® Spray (clorhexidina digluconato) para la realización de limpieza de la zona quirúrgica dos veces al día y una crema pro cicatrizante Pezosan-N® (neomicina sulfato, alantoína, lidocaína y óxido de zinc) para aplicar posterior a la limpieza. Adicionalmente, debido a la localización y magnitud de la herida, se recomendó el uso de traje quirúrgico (Figura 4B) en lugar del collar isabelino, con el propósito de evitar lesiones de la herida y estrés del felino.

Un mes después del procedimiento quirúrgico se retiraron los puntos de sutura y se encontró una herida limpia y unida en proceso de cicatrización (Figura 5A). Durante el primer mes postquirúrgico el felino presentó: anorexia, inapetencia y disminu-

ción en su defecación en varias ocasiones; sin embargo, los síntomas desaparecieron al final del primer mes. El traje quirúrgico se mantuvo durante un mes posterior a la cirugía, para evitar lesiones inducidas por el gato por medio del rascado. Dos meses después, el animal se encontró en óptimas condiciones, con la herida prácticamente cicatrizada (Figura 5B), apetente, consciente, alerta y activo, con deposiciones y diuresis normales. Al terminarse la crema pro cicatrizante (Pezosan-N®) se continuó con Procicar NF® (óxido de zinc, calamina, D-Pantenol y ácido hialurónico) hasta lograr una óptima cicatrización. Actualmente, la herida se encuentra completamente cicatrizada en fase de maduración “remodelación” (Figura 5C),

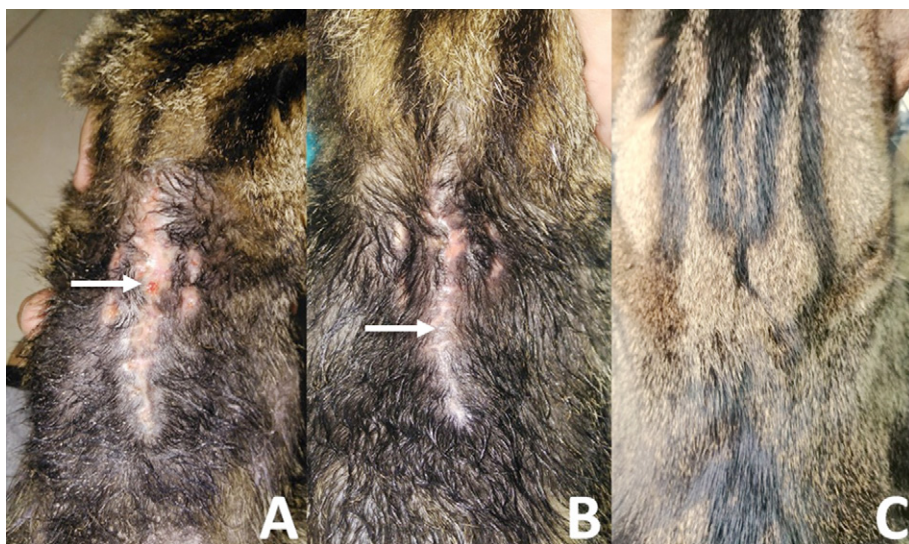


FIGURA 5. Evolución de herida postquirúrgica. **A.** Herida roja con tejido de granulación (flecha) en proceso de cicatrización (1 mes post intervención). Nótese la presencia de tejido epitelial en la periferia y una marcada regeneración de la piel en la zona posterior de la cicatriz. **B.** Herida en fase de epitelización con poco tejido de granulación, nótese el incremento de este tejido epitelial (flecha) con respecto a la imagen anterior, (1.5 meses post intervención). **C.** Postquirúrgico de 8 meses, se observa total repoblamiento capilar, (pelaje sano, herida totalmente cicatrizada en fase de maduración “remodelación”).

pelaje sano con total repoblamiento capilar y sin evidencia de reaparición del tumor o metástasis, no obstante, se continúa bajo vigilancia y control.

DISCUSIÓN

En consideración a los signos clínicos presentados en la anamnesis y en el reporte oficial de la histopatología, el animal se diagnosticó con mastocitoma cutáneo grado histológico 3. La localización del nódulo en la región interescapular, a nivel del cuello del animal, coincide por lo descrito por otros autores como uno de los lugares más afectados (Lepri *et al.* 2003; Miller *et al.* 2012) y también por ser un nódulo solitario, como el observado en un estudio con 74,07% de los felinos acometidos (Rodríguez-Cariño *et al.* 2009). A diferencia de la edad referida en la literatura que abarca el rango de 8-9 años, el felino atendido tenía solo un año y medio, algo inusual en este grupo etario. Por su parte, la resección quirúrgica y el informe de la biopsia fueron rápidas y eficaces para obtener el diagnóstico oportuno, lo cual facilitó una mayor prontitud en la decisión de la conducta terapéutica.

El reporte histopatológico es una herramienta eficiente para confirmar el diagnóstico y la clasificación histológica de la neoplasia y ha sido reseñado por otros autores como un indicador de comportamiento y pronóstico de la evolución en la mayoría de los casos (Lepri *et al.* 2003; Miller *et al.* 2012). Entre los factores más importantes para determinar el grado de la neoplasia están el índice mitótico, la atipicidad de la célula, el citoplasma y núcleo, así como la manera en que se difunde en el tejido, entre otras características microscópicas (Patnaik *et al.* 1984; Kiupel *et al.* 2011). En cuanto al pronóstico, se incluye el

estadaje diseminación a linfonodos, otros órganos, los signos paraneoplásicos y la clasificación de grado histológico, este último fue el que se especificó en el informe de patología y sirvió de apoyo para el diagnóstico de mastocitoma. A pesar de la poca evidencia de casos, la citología y la biopsia siguen siendo los métodos diagnósticos de elección; al respecto, es importante destacar que en este reporte se realizó la biopsia para determinar la histopatología del tejido por la sospecha de fibrosarcoma postvacunal (asociado a la vacuna del virus de la rabia).

Respecto al tratamiento, se optó por la resección quirúrgica del nódulo cutáneo como elección al curso benigno (Miller *et al.* 2012). La terapia adyuvante con radioterapia o quimioterapia no tuvo indicación, pues el papel de esta modalidad en el tratamiento del mastocitoma felino todavía no ha sido aclarado (Blackwood *et al.* 2012). Así como en perros, el uso de antihistamínicos H1 y H2 (anti H1 y anti H2) puede ser útil contra los efectos de la degranulación de los mastocitos (Thamm y Vail 2007), siendo los más comunes los signos y síntomas gastrointestinales por la histamina liberada por los mastocitos que estimula receptores H2, que conduce al aumento en la secreción de ácido hidróclorhídrico y gástrico (Fox *et al.* 1990). No obstante, en este reporte no se prescribió esta medicación por la presentación cutánea y no visceral del felino. Sin embargo, se podría administrar como profilaxis ante sospecha de un posible compromiso visceral, o por la presencia de dichos signos y síntomas gastrointestinales.

A pesar del amplio rango de comportamiento biológico, desde benigno a potencialmente maligno, en la actualidad suele ser impredecible emitir un pronóstico del mastocitoma felino; los diferentes estudios

realizados en mastocitoma caninos abarcan muchos factores tales como: localización, raza, presencia o no de metástasis, velocidad de crecimiento, índice mitótico, atipicidad de la célula, marcadores de proliferación, signos paraneoplásicos, clasificación de grado histológico, entre otros. Estos factores suelen ser de mucha utilidad y evidencian una idea del compromiso general del animal, aun cuando se desconocen sus factores desencadenantes. La presentación clínica del mastocitoma se considera variable por lo que debe ser sometido a diagnósticos diferenciales. Es importante el control de la evolución del paciente posterior al procedimiento dado el alto riesgo de complicaciones ya que estos tumores pueden llegar a hacer metástasis en bazo y producir compromiso de la motilidad intestinal. Se realizó seguimiento al felino del caso posterior a los ocho meses, donde se evidenció mejoría del cuadro clínico, sin aparición de nueva masa sugestiva de neoplasia, sin presencia de recidivas a lo largo de 1 año de evolución, sin hallazgos de metástasis a otras estructuras, con cicatrización exitosa de herida quirúrgica y evolución satisfactoria.

CONCLUSIÓN

Por lo general los mastocitomas se consideran tumores con un comportamiento benigno. Sin embargo, se ha encontrado que la actividad mitótica es considerada un indicativo de factor pronóstico tanto de benignidad como de malignidad; así, una baja tasa de mitosis se considera un comportamiento menos agresivo y por el contrario, una tasa elevada se considera un comportamiento agresivo. También es útil la clasificación del grado histológico (bien diferenciado, diferenciado, atípico poco granulado y el pleomórfico), ya

que puede distinguir la forma cutánea compacta (bien diferenciado) de la forma difusa (pleomórfica); se destaca por ello como una herramienta adecuada para el diagnóstico, entendiéndose que la clasificación de la neoplasia en bien diferenciada se asocia a un comportamiento más benigno. Adicionalmente, se deben tener en cuenta los factores más importantes para determinar el grado de la neoplasia como el índice mitótico, la atipicidad de la célula, el citoplasma y núcleo, así como la forma en que se difunde en el tejido, entre otras características microscópicas (Patnaik *et al.* 1984; Kiupel *et al.* 2011). En cuanto al pronóstico, se incluye el estadiaje diseminación a linfonodos, a otros órganos, los signos paraneoplásicos, entre otros.

El estudio citológico y la histopatología son herramientas importantes para el diagnóstico de la neoplasia en felinos. El procedimiento quirúrgico es la terapia de elección y hasta el momento no se encuentra evidencia de la necesidad de realización de un protocolo quimioterapéutico en el caso del mastocitoma cutáneo; no obstante, en aquellos pacientes que solo presentan afección esplénica o intestinal la extirpación quirúrgica debe ir acompañada de quimioterapia. De otra parte, en vista de la localización del tumor en el cuello se recomienda la utilización de un traje quirúrgico de preferencia al collar isabelino, para evitar así lesiones o laceraciones que pueda provocar el dispositivo, además de autolesiones provocadas por el felino, como el caso del rascado, además por la notoria disminución de estrés del animal. La administración de cremas procicatrizantes (Pezosan-N® o Procicar NF®) puede ser una buena herramienta para ayudar a mejorar la cicatrización, por su función de protección cutánea, disminuyendo el

prurito o comezón, asimismo, intervienen en la prevención de infecciones y aportan condiciones óptimas para una adecuada epitelización del tejido lesionado, lo que conlleva en una mejor cicatrización en menor tiempo. Finalmente, el seguimiento al animal, como en este caso ocho meses después de la intervención, es fundamental para vigilar posibles hallazgos de metástasis a otras estructuras y determinar que no se presenten recidivas a lo largo del tiempo.

REFERENCIAS

- Abbas AK, Lichtman AH, Pober JS. 2000. Cellular and molecular Immunology. 4th Ed. Philadelphia: WB saunders.
- Amagai Y, Tanaka A, Matsuda A, Jung K, Ohmori K. 2013. Stem cell factor contributes to tumorigenesis of mast cells via an autocrine/paracrine mechanism. *Journal of Leukocyte Biology*. 93(2): 245-250. Doi: [10.1189/jlb.0512245](https://doi.org/10.1189/jlb.0512245).
- Amagai Y, Tanaka A, Jung K, Matsuda A, Oida K. 2014. Production of stem cell factor in canine mast cell tumours. *Research in Veterinary Science*. 96: 124-126. Doi: [10.1016/j.rvsc.2013.10.014](https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.10.014).
- Blackwood L, Murphy S, Buracco P, De Vos JP, De Fornel-Thibauds P, Hirschberger J, Kessler M, Pastors J, Ponce F, Savary-Bataille K, Argyle DJ. 2012. European consensus document on mast cell tumours in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Oncology*. 10(3): e1-e29. Doi: [10.1111/j.1476-5829.2012.00341.x](https://doi.org/10.1111/j.1476-5829.2012.00341.x).
- Couto CG. 2003. Selected Neoplasm in dogs and cats. En: Nelson R, Couto CG, editores. *Small Animal Internal Medicine*. Missouri: Mosby Inc. 1146-1149.
- Dank G, Chien MB, London CA. 2002. Activating mutations in the catalytic or juxtamembrane domain of c-kit in splenic mast cell tumours of cats. *American Journal of Veterinary Research*. 63(8): 1129-1133. Doi: [10.2460/ajvr.2002.63.1129](https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.1129).
- Fox LE, Rosenthal RC, Twedt DC, Dubielzig RR, Macewen EG, Grauer GF. 1990. Plasma histamine and gastrin-concentrations in 17 dogs with mast-cell tumors. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 4(5): 242-246. Doi: [10.1111/j.1939-1676.1990.tb03116.x](https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1990.tb03116.x).
- Ginn PE, Mansell JEK, Rakich PM. 2007. Mast cell tumours. En: Jubb, Kennedy & Palmer's *Pathology of Domestic Animals*. 5th ed. St. Louis: Elsevier. pp. 771-773.
- Govier SM. 2003. Principles of treatment for mast cell tumors. *Clini Techn in Small Anim Practice*. 18(2): 103-106. Doi: [10.1053/svms.2003.36624](https://doi.org/10.1053/svms.2003.36624).
- Gross TL, Ihrke PJ, Walder EJ, Affolter VK. 2005. *Skin Diseases of the Dog and Cat: Clinical and Histopathologic Diagnosis*. 2th ed. Blackwell Science.
- Henry C, Herrera C. 2013. Mast cell tumors in cats: clinical update and possible new treatment avenues. *J Feline Med Surg*. 15: 41-47. Doi: [10.1177/1098612x12470343](https://doi.org/10.1177/1098612x12470343).
- Isotani M, Yamada O, Lachowicz JL, Tamura K. 2010. Mutations in the fifth immunoglobulin-like domain of kit are common and potentially sensitive to imatinib mesylate in feline mast cell tumours. *British Journal of Haematology*. 148: 144-153. Doi: [10.1111/j.1365-2141.2009.07926.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2141.2009.07926.x).
- Kiupel M, Webster JD, Bailey KL, Best S, DeLay J, Detrisac CJ, et al. 2011. Proposal of a 2-Tier histologic grading system for canine cutaneous mast cell tumours to more accurately predict biological behavior. *Vet Pathol*. 48(1): 147-155. Doi: [10.1177/0300985810386469](https://doi.org/10.1177/0300985810386469).
- Lennartsson J, Rönstrand L. 2012. Stem cell factor receptor/c-Kit: from basic science to clinical implications. *Physiological Reviews*. 92(4): 1619-1649. Doi: [10.1152/physrev.00046.2011](https://doi.org/10.1152/physrev.00046.2011).
- Lepri E, Ricci G, Leonardi L, Sforza M, Mechelli L. 2003. Diagnostic and prognostic features of feline cutaneous mast cell tumours: A retrospective analysis of 40 Cases. *Veterinary Research Communications*. 27: 707-709. Doi: [10.1023/B:VERC.0000014253.07296.0c](https://doi.org/10.1023/B:VERC.0000014253.07296.0c).
- Miller MA, Nelson SL, Turk JR, Pace LW, Brown TP, Shaw DP, Fischer JR, Gosser HS. 1991. Cutaneous neoplasia in 340 cats. *Vet Pathology*. 25(5): 389-395. Doi: [10.1177/030098589102800506](https://doi.org/10.1177/030098589102800506).
- Miller WH, Griffin CE, Campbell KL. 2012. *Muller and Kirk's Small Animal Dermatology*. 7ed. Saunders Elsevier.

- Patnaik AK, Ehler WJ, Macewe EG. 1984. Canine Cutaneous Mast Cell Tumor: Morphologic Grading and Survival Time in 83 dogs. *Vet Pathol.* 469-474. Doi: [10.1177/030098588402100503](https://doi.org/10.1177/030098588402100503).
- Ríos A. 2008. Mastocitoma canino y felino. *Clin Vet Peq Anim.* 28(2): 135-142.
- Rodríguez-Carino C, Fondevila D, Segalés J, Rabanal RM. 2009. Expression of KIT receptor in feline cutaneous mast cell tumors. *Veterinary Pathology.* 46(5): 878- 883. Doi: [10.1354/vp.08-vp-0084-r-fl](https://doi.org/10.1354/vp.08-vp-0084-r-fl).
- Sabattini S, Barzon G, Giantin M, Lopparelli RM, Dacasto M. 2017. Kit receptor tyrosine kinase dys-regulations in feline splenic mast cells. *Vete and Comparative Oncology.* 15(3): 1051-1061. Doi: [10.1111/vco.12246](https://doi.org/10.1111/vco.12246).
- Scott DW, Miller WH, Griffin CE. 2001. Neoplastic and Non-Neoplastic Tumours. En: Mullers & Kirk's Small Animal Dermatology. 6^o ed. Philadelphia: WB Saunder. 1236-1414.
- Thamm DH, Vail DM. 2007. Mast cell tumours. En: Withrow SJ, Vail DM, editores. *Small Animal Clinical Oncology.* 4^o ed. St. Louis: Saunders Elsevier. p.402-424.
- Vail DM. 2003. Mast cell tumours. En: Foster A, Foil CS, editores. *BSAVA Manual of Small Animal Dermatology.* Gloucester (UK): BSAVA Ed. 220-229.
- Wright ZM, Chretien JD. 2006. Diagnosis and treatment of a feline oral mast cell tumor. *Journal of Feline Medicine and Surgery.* 8(4): 285-e289. Doi: [10.1016/j.jfms.2006.01.007](https://doi.org/10.1016/j.jfms.2006.01.007).

Article citation

Delgado-López G, Moreno-Babilonia C. 2020. Mastocitoma felino. Reporte de caso. [Feline mastocytoma. Case report]. *Rev Vet Met Zoot.* 67(2): 171-184. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n2.90711](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n2.90711).

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

La *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* publica reportes de caso y artículos científicos, de revisión y de opinión de todas las áreas de la medicina veterinaria y la zootecnia. Para el envío de artículos 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 los hubiese) y por las autoridades responsables de la institución donde se llevó a cabo la investigación.
4. El documento debe cumplir a cabalidad con las instrucciones para autores establecidas por el comité editorial descritas en el presente documento, que pueden también ser consultadas en la página de Internet <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/remvez/index>. Los artículos que no se ajusten a estas pautas serán devueltos los autores sin haber sido considerados para evaluación.

Los artículos que sean aceptados para evaluación serán enviados a un mínimo de dos pares académicos reconocidos para su evaluación. En caso de una decisión dividida por parte de los evaluadores, será el editor o el comité editorial en pleno quien determine la inclusión o el rechazo del documento. Si los artículos son aceptados para publicación, los autores deberán corregirlos de acuerdo con las observaciones de los pares y el comité editorial dentro del tiempo otorgado para ello. Las observaciones que no sean aceptadas por los autores deberán contar con un sustento apropiado que será evaluado por el editor correspondiente. El editor y el comité editorial se reservan el derecho de rechazar o aceptar los materiales enviados para su publicación.

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 cuatro partes esenciales: introducción, metodología (materiales y métodos), resultados y discusión (presentados en secciones individuales o en una sola) 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.
- **Artículo de revisión:** revisión crítica de un tema específico desde una perspectiva analítica, interpretativa y crítica del autor, que recurre siempre a fuentes originales. Se recomienda solo para autores con experiencia investigativa demostrada en el tema. Idealmente una revisión debe presentar un resumen crítico de las investigaciones hasta ahora realizadas y proponer nuevos temas por investigar.
- **Ensayo científico:** reflexiones críticas de un autor que presenta su visión y juicio sobre un tema científico.

REMISIÓN DE MANUSCRITOS

Las contribuciones pueden ser enviadas en español, inglés o portugués, a los correos rev_fmzbog@unal.edu.co o revistafmvzun@gmail.com junto a los formatos de Información Personal (uno por autor) y de Autorización de Publicación, que deberá ser firmado por todos los autores. Los formatos podrán ser descargados en el siguiente enlace: http://bit.ly/formatos_revista.

Formato

El texto del artículo debe enviarse en MS-Word®, sin incluir tablas ni figuras, las cuales deben presentarse en archivos separados. Se recomienda que el texto no tenga más de 25 páginas en tamaño carta, 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/Continua).

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 insertadas 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.

Título y autores

El título del artículo se debe presentar en español (o portugués) e inglés, en negrilla y centrado. Si incluye nombres científicos se deberá usar la nomenclatura indicada anteriormente (sistema binomial). 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 incluyendo la dirección, ciudad y país, y la dirección de correo electrónico del autor para correspondencia.

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://aims.fao.org/website/Search/sub>) o los Descriptores en Ciencias de la Salud (<http://decs.bvs.br/E/homepage.htm> y <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=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 datos 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.

Resultados

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.

Discusión

La discusión debe ser una síntesis de la confrontación de los datos obtenidos en el estudio con respecto a la literatura científica relevante que además interprete las similitudes o los contrastes encontrados. Se enfocará hacia la interpretación de los hallazgos experimentales y no repetirá los datos presentados en la introducción ni la información suministrada en los resultados. Las secciones correspondientes a resultados y discusión pueden combinarse en una sola.

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.

Agradecimientos

Si se considera necesario, se agradecen contribuciones importantes en cuanto a la concepción, financiación o realización de la investigación: financiadores, especialistas, firmas comerciales, entidades oficiales o privadas, asociaciones de profesionales y operarios de campo y laboratorio.

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.

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, punteadas 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.

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*.

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: Wagner (1982) encontró que el agua es vida, mientras que Vivaldi y Pergolesi (1988) afirman lo contrario; los investigadores Magendie *et al.* (1845) descubrieron que los perros tienen cuatro patas.

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.

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. Doi: [10.1080/03079457.2010.510500](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.efm.leeds.ac.uk/~mark/ISLabbr/>

• **Artículo de revista 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>

Otras fuentes de información

• **Memorias de eventos**

Cheeke PR. 2010. Agricultural and pharmaceutical applications of Chilean soapbark tree (*Quillaja saponaria*) saponins. In: 8th International Symposium on Poisonous Plants; 2009 mayo 4-8, João Pessoa, Paraíba, Brazil, p. 38.

• **Tesis**

Murcia HW. 2010. Identificación funcional de citocromos involucrados en la biotransformación *in vitro* de aflatoxina B1 por medio de sustratos modelo e inhibidores específicos en cuatro especies de aves. [Tesis de maestría]. [Bogotá, Colombia] Universidad Nacional de Colombia.

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. Las abreviaturas más usadas en esta revista son las siguientes:

km	kilómetro	μM	micromolar
m	metro	N	normal
cm	centímetro	ppm	partes por millón (1 x 10 ⁻⁶)
mm	milímetro	ppb	partes por billón (1 x 10 ⁻⁹)
μm	micrómetro	cpm	cuentas por minuto
nm	nanómetro	dpm	desintegraciones por minuto
kg	kilogramo	s	segundos
g	gramo	min	minutos
mg	miligramo	h	hora
μg	microgramo	SC	subcutáneo
ng	nanogramo	Im.	intramuscular
l	litro	IP	intraperitoneal
ml	mililitro	iv.	intravenoso
μl	microlitro		
ml	mol		
M	molar		
mM	milimolar		

- 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/materia, 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 que se coloca separado de estas y a media altura: $6 \cdot 3 = 18$; $2 \cdot (x + y) = 30$.
- 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. 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.

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.

Conflicto de intereses. 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.

Reconocimientos. Se deben describir los tipos de apoyo recibido tales como financiación, patrocinios, becas o suministro de equipos, entre otros.

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.

INSTRUCTIONS 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 case reports as well as original, review, and opinion articles in all areas of veterinary medicine and animal science. For article 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.
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/remezvez/index>. Submissions that do not comply with these requirements will be returned to the authors without consideration for evaluation.

Submissions accepted for evaluation will be sent to a minimum of two peer reviewers. In case of lack of consensus among the reviewers, the editor or editorial committee decides whether the contribution is accepted or not. When articles are accepted for publication the authors should revise them according to the peer's observations within the timeframe given. Observations not taken into consideration shall be appropriately supported and will be evaluated by the corresponding editor. The editor and editorial committee reserve the right to accept or reject the contributions submitted.

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 four essential parts: 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.
- **Review articles:** critical review of a specific topic. This type of contribution is recommended only for authors with proved research experience in the topic. It should present not only a critical review of the state of the art of the topic but also a proposal of new areas to be investigated.
- **Opinion article:** critical thoughts about a specific scientific topic.

ARTICLE SUBMISSION

Contributions may be submitted in Spanish, English or Portuguese through the e-mail address rev_fmzbog@unal.edu.co or revistafmvzun@gmail.com along with the Personal Information (one per author) and Authorization of Publication formats, which must be signed by all authors. The formats can be downloaded at the following link: http://bit.ly/formatos_revista

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 not 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.

Title and authors

The article 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. 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.

Summary and key words

Articles shall include a summary in English and another in Spanish which must contain up to 250 words. The summary 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 (<http://aims.fao.org/website/Search/sub>) and DeCS (<http://decs.bvs.br/E/homepagee.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.

Results

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.

Discussion

This section 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.

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.

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.

Figures

- Figures must be black and white with grayscale to show variations. The following symbols can be used for graphs: ▲, ■, ●, ◆, ◇, ○, □, △.
- 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.

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*.

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 Pergolesi (1988) do not agree; the researchers Magendie *et al.* (1845) discovered that dogs have four legs. 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.

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

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](https://doi.org/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.efm.leeds.ac.uk/~mark/ISlabbr/>
- **Journal article 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>.

Other

- **Congress/Symposium abstracts or chapters**
Cheeche PR. 2010. Agricultural and pharmaceutical applications of Chilean soapbark tree (*Quillaja saponaria*) saponins. In: 8th International Symposium on Poisonous Plants; 2009 mayo 4-8, João Pessoa, Paraíba, Brazil, p. 38.
- **Thesis:**
Murcia HW. 2010. Identificación funcional de citocromos involucrados en la biotransformación in vitro de aflatoxina B1 por medio de sustratos modelo e inhibidores específicos en cuatro especies de aves. [Tesis de maestría]. [Bogotá, Colombia] Universidad Nacional de Colombia.

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. The abbreviations must commonly used in this journal are:

km	kilometer	μm	micromolar
m	meter	N	normal
cm	centimeter	ppm	parts per million (1 x 10 ⁻⁶)
mm	millimeter	ppb	parts per billion (1 x 10 ⁻⁹)
μm	micrometer	cpm	counts per minute
nm	nanometer	dpm	disintegrations per minute
kg	kilogram	s	seconds
g	gram	min	minutes
mg	milligram	h	hour
μg	microgram	SC	subcutaneous
ng	nanogram	Im.	intramuscular
l	liter	IP	intraperitoneal
ml	milliliter	iv.	intravenous
μl	microliter		
m	mol		
M	molar		
mM	millimolar		

- 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 non 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 non 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 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.

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, also known as "salami science") are all considered unethical practices and are unacceptable.

Conflict of interests. Authors need to declare that they do not have any commercial or personal interest with the research that resulted in the production of the submitted manuscript.

Acknowledgements. Any type of support received, including financial resources, scholarships, and equipment, shall be mentioned and acknowledged.

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.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e de Zootecnia

A *Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e de Zootecnia* publica relatos de casos clínicos e artigos científicos, de revisão e de opinião de todas as áreas da medicina veterinária e da zootecnia. Para o envio de artigos a consideração do comitê editorial da revista é indispensável preencher os seguintes requisitos:

1. Os artigos devem ser inéditos e não ter sido publicados ou submetidos a consideração a quaisquer revistas 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 revistas 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 indexada a revista.
3. A publicação do artigo deve ter sido aprovada por todos os co-autores (se houver) e pelas autoridades responsáveis da instituição onde foi realizada a pesquisa.
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/remezv/index>. Os artigos que não se ajustem a estas instruções serão devolvidos aos autores sem serem considerados para avaliação.

Os artigos que forem aceitos para avaliação serão enviados a um mínimo de dois pares acadêmicos reconhecidos para sua avaliação. Em caso de decisão dividida por parte dos avaliadores, será o editor ou o comitê editorial quem determine a inclusão ou rejeição do documento. Se os artigos forem aceitos para publicação, os autores deverão corrigi-los conforme às observações dos pares e o comitê editorial no tempo concedido. As observações não aceitas pelos autores deverão contar com sustentação apropriada que será avaliada pelo editor correspondente. O editor e o comitê editorial se reservam o direito de rejeitar ou aceitar os materiais enviados para sua publicação.

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 de quatro partes essenciais: 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 ineditismo no seu contexto específico ou pelas suas características particulares que o fazem de interesse para a comunidade científica para sua publicação.
- **Artigo de revisão:** revisão crítica de um tema específico desde uma perspectiva analítica, interpretativa e crítica do autor, que recorre sempre a fontes originais. Recomenda-se apenas para autores com experiência investigativa demonstrada no tema. Idealmente uma revisão deve apresentar um resumo crítico das pesquisas até hoje realizadas e propor novos temas por pesquisar.
- **Ensaio científico:** reflexões críticas de um autor que apresenta sua visão e juízo sobre um tema científico.

ENVIO DE MANUSCRITOS

As contribuições podem ser enviadas em espanhol, inglês ou português, ao correio eletrônico: rev_fmrvbog@unal.edu.co ou revistafmvzun@gmail.com com o formato de Informações Pessoais (um por autor) e Autorização de lançamento, que deve ser

assinada por todos os autores. Os formulários podem ser baixados no seguinte link: http://bit.ly/formatos_revista

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, 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.

Título e autores

O título do artigo deve ser em espanhol, português ou inglês, em negrito e centralizado. Se tiver nomes científicos deverá usar a nomenclatura indicada anteriormente (sistema binomial). Em baixo 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.

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 multilingue Agrovoc, criado pela FAO, o qual abrange terminologia da agricultura, silvicultura, pesca, meio-ambiente e temas afins (<http://aims.fao.org/website/Search/sub.>). Esta ferramenta permite 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.

Resultados

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.

Discussão

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. As seções correspondentes a resultados e discussão podem combinar-se em uma só.

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.

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 operários de campo e de laboratório.

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.

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.

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 *Commission on Biochemical Nomenclature*.

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) ano" 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 (;): (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: Wagner (1982) encontrou que a água é vida, enquanto que Vivaldi e Pergolesi (1988) afirmam o contrário; os pesquisadores Magendie *et al.* (1845) descobriram que os cães têm quatro patas. 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.

As contribuições que não preencham as normas de estilo bibliográfico serão devolvidas sem serem consideradas para avaliação.

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](https://doi.org/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/ISIabbr/>

• Artigo de revista 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>

• Outras fontes de informação

Anais de eventos:

Cheek PR. 2010. Agricultural and pharmaceutical applications of Chilean soapbark tree (*Quillaja saponaria*) saponins. In: 8th International Symposium on Poisonous Plants; 2009 maio 4-8, João Pessoa, Paraíba, Brasil, p. 38.

• Teses ou dissertações:

Murcia HW. 2010. Identificación funcional de citocromos involucrados en la biotransformación *in vitro* de aflatoxina B1 por medio de sustratos modelo e inhibidores específicos en cuatro especies de aves. [Tese de mestrado]. [Bogotá, Colombia] Universidad Nacional de Colombia.

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. As abreviaturas mais usadas nesta revista são as seguintes:

km quilômetro
m metro

cm centímetro
mm milímetro
μm micrômetro
nm nanômetro
kg quilograma
g grama
mg miligrama
μg micrograma
ng nanograma
l litro
ml mililitro
μl microlitro
m mol
M molar
mM milimolar
μM micromolar
N normal

ppm partes por milhão
(1 x 10⁻⁶)
ppb partes por bilhão
(1 x 10⁻⁹)
cpm contas por minuto
dpm desintegrações
por minutos
s segundos
min minutos
h hora
SC subcutâneo
Im. intramuscular
IP intraperitoneal
iv. intravenoso

- 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. 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 inclusão de autores honorários (contribuição autoral imprópria) é considerado um comportamento não ético.

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 (submeter 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.



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

© Universidad Nacional de Colombia, 2020