

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



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Artículos de Investigación, Reportes de Caso y Revisión

Volumen 67 nro. 3, septiembre - diciembre de 2020

© UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA

Vol. 67 nro. 3, septiembre - diciembre 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/remezvez/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://lilacs.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 _____	201
Editorial. Las revistas científicas “Open Access”: ¿una alternativa cuestionable? <i>G. J. Díaz</i> _____	203

Artículos de Investigación

Salud animal

Prevalencia de trematodos y algunos factores de riesgo en vacas lecheras en Paipa, Boyacá (Colombia) [Prevalence of trematodes and some risk factors in dairy cows in Paipa, Boyacá (Colombia)] <i>R. J. Andrade-Becerra, L. E. Tarazona-Manrique, J. C. Vargas-Abella</i> _____	205
Detección de aflatoxina M ₁ en muestras de leche cruda de vacas en tanques de enfriamiento en Boyacá (Colombia). [Detection of aflatoxin M ₁ in raw cow milk samples in cooling tanks in Boyacá (Colombia)] <i>L. E. Tarazona-Manrique, R. J. Andrade-Becerra, J. C. Vargas-Abella</i> _____	219
Parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres cautivos en el Centro de Fauna de San Emigdio, Palmira (Colombia) [Gastrointestinal parasites in captive wild mammals at the fauna center from San Emigdio, Palmira (Colombia)] <i>Y. D. Sierra, N. Vence, P. Herrera, A. S. Cañate, J. Vanegas</i> _____	230
Efectos de la adición de probiótico <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sobre histomorfología intestinal en pollos de engorde [Effects of addition of probiotic <i>Saccharomyces cerevisiae</i> on intestinal histomorphology in broilers] <i>D. M. Quevedo, J. E. Ochoa, J. R. Corredor, S. L. Pulecio</i> _____	239

Frecuencia de dirofilariosis en caninos de la localidad 3 de Cartagena, Bolívar (Colombia)
 [Frequency of dirofilariosis in canines of the locality 3 of Cartagena, Bolívar (Colombia)]
M. Pinilla-Pérez, L. Villafañe-Ferrer, R. Cuadrado-Cano, K. Almanza-Ibarra _____ 253

Producción animal

Uso de perifiton en un sistema de policultivo en agro acuicultura integrada en la comunidad indígena de Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)
 [Periphyton-based polyculture in an integrated agri-aquaculture system at the indigenous community of Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)]
J. C. Durán-Izquierdo, R. J. Mindiola-Romo, G. A. Wills-Franco, S. C. Pardo-Carrasco, A. P. Muñoz-Ramírez. _____ 262

Instrucciones para los autores y consideraciones éticas _____ 276

Instructions for authors and ethical considerations _____ 279

Instruções aos autores e considerações éticas _____ 282

Índice de autores Vol. 67 2020 _____ 285

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/remezvez/index

Política Editorial

La *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, fue creada en 1929 por el doctor Doménico Geovine, decano de la Escuela Nacional de Medicina Veterinaria, hoy Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. En el medio universitario y en el área pecuaria, es la revista del área de mayor antigüedad. Desde su creación su objetivo ha sido 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.

Las revistas científicas “Open Access”: ¿una alternativa cuestionable?

Un estudio reciente llevado a cabo por los investigadores Mikael Laakso (Hanken School of Economics, Finlandia), Lisa Matthias (Universidad Libre de Berlín, Alemania) y Najko Jahn (Universidad de Göttingen, Alemania) encontró que más de 100 revistas científicas han desaparecido de Internet entre los años 2000 y 2019.

El estudio publicado el 27 de agosto pasado (arXiv:2008.11933) registra al menos 176 revistas científicas de acceso abierto (“Open Access”) que desaparecieron junto con muchos de sus artículos. Más de la mitad de estas revistas pertenecían al ámbito de las ciencias sociales y humanidades, aunque también había de ciencias de la vida, ciencias de la salud, física y matemáticas. De estas publicaciones, 88 estaban afiliadas a sociedades académicas o a instituciones dedicadas a la investigación. El estudio también identificó cerca de 900 revistas que, aunque todavía se encuentran en la red, parecen haber suspendido la publicación de artículos y podrían desaparecer en el futuro.

De acuerdo con Mikael Laakso, las revistas pueden desaparecer de Internet por múltiples razones incluyendo el cese de pagos a la plataforma en la cual se alojan o el cambio de plataforma de instituciones en las cuales residían y no fueron actualizadas. Cuando esto sucede, las revistas deben ser ingresadas en archivos digitales para su conservación. Existen servicios tales como el programa denominado LOCKSS (Lots of Copies Keep Stuff Safe), el cual fue inaugurado en 1999 por *Stanford Libraries* y busca perpetuar los artículos, así haya desaparecido la editorial. El programa LOCKSS hace múltiples copias de los contenidos, las cuales son almacenadas en los servidores de las bibliotecas participantes, las cuales pagan una cuota anual para preservar estas colecciones. Existen otros programas similares, algunos de los cuales no cobran a las revistas que optan por afiliarse a estos, como es el caso del denominado Public Knowledge Project’s Preservation Network (PKP PN). A pesar de estos esfuerzos, sin embargo, son muchas las revistas que desaparecen sin dejar rastro.

Resultan paradójico que documentos escritos hace siglos como por ejemplo el Papiro de Ebers (publicado en el año 1550 a.C.), los papiros del mar muerto (siglo III) o algunos documentos sobrevivientes al saqueo y destrucción causada por la chusma ignorante que destruyó la biblioteca de Alejandría (siglo III a.C.) todavía sobrevivan, mientras que publicaciones electrónicas que datan de los años 2000 al 2019 hayan desaparecido en tan poco tiempo.

¿Será hora de replantear la forma como se publica la información científica? ¿Tendremos que volver a las publicaciones en físico además de las publicaciones digitales? A este respecto, nuestra revista se ha resistido a transformarse en revista solamente electrónica y mantiene su versión impresa, además de la digital. Las lecciones recientemente aprendidas sugieren que ha sido una decisión acertada.

Nota adicional: En el área de la Medicina Veterinaria, la base datos SCIMAGO no registra ninguna revista científica que haya desaparecido en los últimos 20 años. Por el contrario, han aparecido un promedio de 3 revistas nuevas por año únicamente en la modalidad Open Access y 5 por año si se incluyen además aquellas revistas a las cuales es posible acceder solo mediante suscripción por pago. Por otra parte, vale la

pena mencionar que las revistas publicadas en la Universidad Nacional permanecen tanto en el Portal de Revistas como en el Repositorio Institucional en la modalidad de acceso abierto, sin importar si hacen parte o no de las bases de datos o que hayan sido descontinuadas.

Gonzalo J. Diaz, PhD
Editor

Prevalencia de trematodos y algunos factores de riesgo en vacas lecheras en Paipa, Boyacá (Colombia)

R. J. Andrade-Becerra^{1*}, L. E. Tarazona-Manrique¹, J. C. Vargas-Abella¹

Artículo recibido: 23 de abril de 2020 · Aprobado: 15 de noviembre de 2020

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo para establecer la prevalencia e identificar los factores de riesgo asociados con las infestaciones por trematodos en ganado lechero Holstein en el valle de Paipa, Boyacá. Las muestras fecales recogidas de 100 bovinos seleccionados aleatoriamente se examinaron utilizando una técnica de sedimentación simple para el recuento diferencial de huevos de trematodos. Se buscaron huevos de tres grupos de trematodos: *Fasciola hepatica*, *Paramphistomum* spp., y *Cotylophorum* spp. La prevalencia específica de trematodos para cada grupo fue del 12, 9 y 4%, respectivamente. Se observó una superposición sustancial en el recuento de *F. hepatica* y *Paramphistomum* spp. La prevalencia de los tres trematodos identificados en este estudio se asoció significativamente ($P < 0,05$) con la condición corporal y la raza, mientras que la prevalencia de *Fasciola hepatica* y *Paramphistomum* spp., se asoció con la edad. La prevalencia de los tres principales trematodos de importancia para la salud animal con una alta tasa de infestación mixta junto con una mala condición corporal, sugiere una pérdida económica sustancial incurrida debido a la reducción de la productividad del ganado en el área de estudio.

Palabras clave: bovino, *Fasciola hepatica*, *Paramphistomum* spp., infestación, trematodos.

Prevalence of trematodes and some risk factors in dairy cows in Paipa, Boyacá (Colombia)

ABSTRACT

This study was carried out to establish the prevalence and identify the risk factors associated with trematode infestations in Holstein dairy cattle in the Paipa-Boyacá valley. Fecal samples collected from 100 randomly selected cattle were examined using a simple sedimentation technique for differential trematode egg count. Eggs were sought from three groups of trematodes: *Fasciola hepatica*, *Paramphistomum* spp., and *Cotylophorum* spp. The specific prevalence was 12, 9 and 4%, respectively. Substantial overlap was observed in the count of *F. hepatica* and *Paramphistomum* spp. The prevalence of the three flukes identified in this study was significantly associated ($P < 0.05$) with body condition and race, while the prevalence of *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum* spp.,

¹ Grupo de Investigación en Salud y Producción Animal del Trópico alto Colombiano-GIPATRACOL. Laboratorio de Microbiología Veterinaria, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja (Colombia).

* Autor para correspondencia: roy.andrade@uptc.edu.co

was associated with age. The prevalence of the three main trematodes of importance for animal health with a high rate of mixed infestation together with a poor body condition, suggests a substantial economic loss incurred due to the reduction of livestock productivity in the study area.

Key words: bovine, *Fasciola hepatica*, *Paramphistomum* spp., infestation, trematodes.

INTRODUCCIÓN

La parasitosis es uno de los problemas sanitarios más importantes en las ganaderías a nivel mundial debido a las múltiples afectaciones a la salud y la productividad de los animales infestados, esta puede generarse por parásitos como los nematodos, cestodos, protozoarios y los trematodos, estos últimos generan variadas pérdidas productivas en los rebaños no solo por el daño en la salud del animal, sino también por la pérdida de partes de la canal como en el caso de la infestación por *F. hepatica* (Palacio *et al.* 2020). Todas las especies de parásitos trematodos en el ganado pertenecen a la subclase Digenea (Aregay *et al.* 2013). Los trematodos adultos se denominan comúnmente “trematodos hepáticos” y las familias que incluyen parásitos de gran importancia veterinaria son Fasciolidae, Dicrocoeliidae, Paramphistomatidae y Cotylophoronia (Taylor *et al.* 2016, Love 2017).

Estos parásitos se ubican en diversas partes del organismo de los bovinos, *Fasciola hepática* es el principal trematodo hepático; *Paraphistomas* es un trematodo ruminal / estomacal, y por su parte, *Cotylophora* se ubica a nivel reticular y en el intestino delgado. Estos tres se constituyen como los trematodos más significativos registrados en diferentes partes del mundo (Lloyd *et al.* 2007, Love 2017).

La fasciolosis es una enfermedad económicamente significativa del ganado doméstico, particularmente ganado vacuno y ovino y ocasionalmente del hombre. *F.*

hepatica y *F. gigantica* son las dos especies más comúnmente implicadas como agentes etiológicos de fasciolosis (Palmer 2013). La infestación del ganado adulto con duelas hepáticas, a menos que sean infestaciones graves, no suele ser clínicamente evidente. Por lo tanto, en condiciones normales la enfermedad clínica sólo es probable en ganado joven (Dreyfuss *et al.* 2006, Kassaye y Hana 2019).

Sin embargo, incluso una infestación moderada puede resultar en una reducción significativa en el rendimiento y la calidad de la leche (Elliott *et al.* 2015), una reducción en el aumento de peso (Gebrie *et al.* 2015, Giraldo *et al.* 2016) y en el rendimiento reproductivo (Hansen y Perry 1994). Además de su efecto sobre la productividad, la fasciolosis es una causa de pérdidas económicas significativas a través de la pérdida del hígado en el sacrificio (Love 2017, Thrusfield 2005), estas pérdidas se han calculado hasta en tres mil millones de dólares al año para la industria según múltiples autores (Palacio *et al.* 2020, Kialanda *et al.* 2013, Selemetas 2015, Alison *et al.* 2015)

Los paramphistomes (Amphistomes) se consideran tradicionalmente sin importancia clínica (Gebrie *et al.* 2015, Iglesias *et al.* 2016). Sin embargo, una infestación grave con trematodos inmaduros, que se adhieren al revestimiento de la parte superior del intestino delgado, puede causar enfermedades graves e incluso la muerte. Las infestaciones moderadas de estado inmaduro pueden aumentar la pérdida

de peso y reducir la producción de leche. Sin embargo, la mayoría del ganado solo tiene infestaciones estomacales leves con la forma adulta y aquellos con pequeñas cantidades de formas inmaduras generalmente no muestran signos de enfermedad (Kassaye y Hana 2019, Lloyd *et al.* 2007, Love 2017).

Para un programa de control de helmintos racional y sostenible es requisito previo el conocimiento exhaustivo de la epidemiología de los parásitos y su interacción con el huésped en un clima específico y un sistema de gestión (Taylor *et al.* 2016, Thrusfield 2005). Por lo tanto, este estudio se realizó con el objetivo de establecer la prevalencia e identificar los factores de riesgo asociados con la infestación por trematodos en ganado lechero en el valle de Paipa, Boyacá (Colombia).

MATERIALES Y MÉTODOS

Declaración ética

El muestreo para el diagnóstico de parasitismo es parte de la rutina de vigilancia epidemiológica de animales domésticos en granjas lecheras en la región y no es una práctica invasiva que ponga en riesgo la integridad de los animales. El grupo de investigación tuvo acceso al laboratorio de parasitología apropiado para las técnicas y propósitos del estudio. Esta investigación estuvo libre de riesgos de acuerdo con las disposiciones de resolución 8430 de 1993 Ministerio de Salud de Colombia.

Área de estudio y animales

El estudio se realizó en la ciudad de Paipa, departamento de Boyacá en el centro oriente de Colombia (Latitud: 5.77894, Longitud: -73.1185 5° 46' 44" Norte, 73° 7' 7" Oeste a 2502 m s. n. m., a una distancia

de 180,6 km de Bogotá). La temperatura media anual en Paipa es de 14,4°C y su precipitación media anual es de 911 mm. La topografía del terreno es plana con suelos orgánicos dedicados a la ganadería y el valle está rodeado de lagos (Alcaldía de Paipa 2020). El área tiene un drenaje deficiente y hay inundaciones anuales durante las temporadas lluviosas, dejando cuerpos de agua durante un período prolongado en la estación seca (IDEAM 2020). El estudio incluyó ganado bovino mayor de 1 año de ambos géneros, tanto animales puros Holstein, como cruces de Holstein con otras razas lecheras, manejados en potrero y con 2 ordeños diarios. Las muestras se tomaron en la segunda temporada de lluvias, que según el IDEAM (2020) se extiende desde finales de agosto hasta mediados de diciembre.

Diseño del estudio y técnica de muestreo

Se realizó un estudio transversal que involucró a 100 animales seleccionados usando un método de muestreo aleatorio simple. El tamaño de la muestra se calculó según Thrusfield (2005) con una prevalencia estimada del 40% de los parásitos, un intervalo de confianza del 95% y una precisión del 5%.

Muestra fecal y recolección de datos

Se recogieron las heces directamente del recto de los animales del estudio con manos enguantadas; al momento de la recolección se tomó registro de la localidad (vereda), raza, edad, género y condición corporal de cada uno de los animales. La edad se calculó utilizando la dentición de acuerdo con Sánchez y Venegas (2009), lo que implica anotar el tiempo de aparición y el grado de desgaste en los dientes temporales y permanentes. El ganado menor de 4 años se consideró

ganado joven, mientras que el mayor de 4 años adulto (Kassaye y Hana 2019).

La condición corporal se clasificó en tres categorías amplias (delgada, media y grasa) utilizando las recomendaciones de Kassaye y Hana (2019):

- **Delgada:** apófisis espinosas dorsales y transversas prominentes, así como las tuberosidades coxales sin cobertura por músculo y tejido adiposo, fáciles de percibir a la palpación.
- **Media:** apófisis espinosas dorsales y transversas son apenas discernibles a la inspección, tuberosidades coxales cubiertas por músculo y tejido adiposo. Para la percepción de estas estructuras a la palpación debe realizarse presión.
- **Grasa:** apófisis espinosas dorsales y transversas, así como las tuberosidades coxales imperceptibles a la inspección, gran cobertura de músculo y tejido adiposo. La palpación en estos sitios no permite la percepción de las estructuras óseas.

Examen coprológico

El examen coprológico se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en Tunja, Boyacá. Las muestras fecales que no se examinaron inmediatamente a su llegada se almacenaron en un refrigerador a 4 ° C hasta su examen.

Se utilizó una técnica de sedimentación simple para la detección y el recuento de huevos de trematodos reportadas por Kassaye y Hana (2019), Palmer (2013) y Vargas *et al.* (2020) con modificaciones menores.

Gestión de datos y análisis estadísticos

Los datos recopilados durante la recolección de muestras y los resultados de los exámenes

coprológicos se ingresaron y almacenaron para su análisis en una hoja de cálculo de Microsoft Excel®. Un animal era considerado positivo a la infestación si se encontraba al menos un huevo de alguno de los tres grupos de trematodos previamente citados (Kassaye y Hana 2019).

El efecto de la edad, el sexo, la raza y la condición corporal en la infestación con trematodos se analizó utilizando un modelo-análisis de regresión logística múltiple. Se utilizó un análisis logístico univariado para evaluar la relación entre las infestaciones mixtas y las infestaciones por trematodos individuales con la condición corporal. Las estadísticas gamma de Goodman-Kruskal se utilizaron como medida de correlación de la ocurrencia de los tres trematodos. Se produjo un diagrama de Venn para ilustrar el nivel de infestación con trematodos. Los datos de la cuenta de huevos por gramo de materia fecal (HPG) se transformaron en $\log[\log_{10}(\text{HPG} + 1)]$ y se determinó la diferencia de HPG entre sexo, edad y raza usando la prueba *t*-dos muestras, mientras que se efectuó un análisis de varianza (ANDEVA) se usó para los HPG con las condiciones coporales (Dreyfuss *et al.* 2006, Kassaye y Hana 2019, Taylor *et al.* 2016). Los análisis estadísticos se efectuaron a través del software Statgraphics Centurion XVIII® versión Windows 2010. Los valores *P* de cada prueba se consideraron estadísticamente positivos si su resultado era menor de 0,05 ($p < 0,05$)

RESULTADOS

Prevalencia de animales para cada uno de los trematodos

La prevalencia específica de trematodos observados (IC 95%) fue de 12, 9 y 4% para *F. hepatica*, *Paramphistomum* spp. y *Cotylophorum* spp., respectivamente. El

52% de los animales muestreados presentaron infestación con parásitos y la asociación principal fue entre *F. hepatica* y *Paramphistomum* spp. con 15% de los animales positivos (Tabla 1).

La Tabla 2 muestra los resultados de la correlación entre infestaciones mixtas y condición corporal (n = 100). La prevalencia de *F. hepatica*, *Paramphistomum* spp. y *Cotylophorum* spp. se asoció significativamente con la condición corporal (p < 0,05) ya que fue mayor en animales con

condición corporal delgada (1,5) que en aquellos con condición corporal normal. Así mismo, la condición corporal se asoció significativamente con la infestación concurrente con *F. hepatica* y *Paramphistomum* spp. (p < 0,05) y con la asociación *Paramphistomum* spp. y *Cotylophorum* spp., (p < 0,05). La mayor prevalencia de coinfecciones se observó en animales de condición corporal delgada o animales grasos, comparada con animales de condición corporal óptima o normal (Tabla 2).

TABLA 1. Prevalencia de trematodos en vacas lecheras en Paipa (n=100)

Especies de parásitos	Nº Positivos	Prevalencia (95% CI)
<i>Fasciola hepatica</i>	12	12%
<i>Paramphistomum</i> spp.	9	9%
<i>Cotylophorum</i> spp.	4	4%
<i>F. hepatica</i> + <i>Paramphistomum</i> spp.	15	15%
<i>F. hepatica</i> + <i>Cotylophorum</i> spp.	8	8%
<i>Paramphistomum</i> spp + <i>Cotylophorum</i> spp.	6	6%
<i>F. hepatica</i> + <i>Paramphistomum</i> spp. + <i>Cotylophorum</i> spp.	0	0
Total infestados	52	52%

TABLA 2. Resultados de la correlación entre infestaciones mixtas y condición corporal (n = 100).

Infestación con	CC	Nº examinados	Nº positivos	Porcentaje
<i>F. hepatica</i> + <i>Paramphistomum</i> spp.	1,5	27	5	18,5
	3,0	61	9	14,7
	4,5	12	1	8,3
<i>F. hepatica</i> + <i>Cotylophorum</i> spp.	1,5	27	3	11,1
	3,0	61	4	6,5
	4,5	12	1	8,3
<i>Paramphistomum</i> spp. + <i>Cotylophorum</i> spp.	1,5	27	2	7,4
	3,0	61	3	4,9
	4,5	12	1	8,3

CC: condición corporal.

La prevalencia de *F. hepatica* mostró una tendencia a ser mayor en hembras que en machos. Por su parte, el ganado menor de cuatro años presentó un mayor grado de infestación con este trematodo que los animales mayores ($p < 0,05$). Adicionalmente, los animales con una condición corporal delgada y obesa sufrieron de una mayor infestación con este parásito y por último, el ganado Holstein puro presentó mayor predisposición a la infestación (Tabla 3).

En cuando a la prevalencia de *Paramphistomum* spp. la Tabla 4 muestra que la única variable para la cual no se determinó

una diferencia estadísticamente significativa fue para la edad, aun cuando los animales menores de cuatro años presentaron mayor número de casos positivos. Por su parte, las demás variables sí presentaron diferencias estadísticamente significativas, las hembras fueron más susceptibles a la infestación con *Paramphistomum* spp. que los machos, al igual que los animales con condiciones corporales de 1,5 y 4,5 comparado con animales de condición corporal 3,0. Por último, los animales puros mostraron mayor susceptibilidad a la infestación que aquellos provenientes de cruces.

TABLA 3. Resultados del análisis de asociación entre la prevalencia de infestación por *Fasciola hepatica* y factores de riesgo en vacas.

Variable	Nivel	<i>F. hepatica</i>		Prevalencia Ratio	CI (95%)	P value (<0.05)
		N° Positivos	N° Negativos			
Género	Hembra	11	85	0,36	0,08-0,9	0,04
	Macho	1	3			
CC	3,0	3	61	1,71	0,45-1,60	0,03
	1,5 – 4,5	9	27			
Edad	> 4 años	4	33	1,46	0,80-3,15	0,04
	< 4 años	8	55			
Razas	Cruces	1	62	0,20	0,05-0,20	0,01
	H. puro	3	34			

CC: condición corporal; H. puro: Holstein puro.

TABLA 4. Resultados de los análisis de la asociación entre la prevalencia de infestación por *Paramphistomum* spp. y factores de riesgo en vacas lecheras (p < 0,05).

Variable	Nivel	<i>Paramphistomum</i> spp.		Prevalencia Ratio	CI (95%)	P value (<0,05)
		Nº Positivo	Nº Negativo			
Género	Hembras	9	87	0,31	0,08-2,80	0,01
	Machos	1	3			
CC	3.0	3	57	0,47	0,32-0,69	0,01
	1.5 – 4.5	7	33			
Edad	> 4 años	4	54	0,81	0,40-1,67	0,13
	< 4 años	6	36			
Raza	Cruces	2	62	0,19	0,11-0,50	0,01
	H. puro	8	28			

CC: condición corporal; H. puro: Holstein puro.

Por su parte, los resultados registrados en la Tabla 5 denotan que la condición corporal 3,0 fue menos prevalente a la infestación por *Cotylophorum* spp., mientras que las demás condiciones corporales fueron más frecuentes para la positividad a la infestación (p < 0,05). A su vez, las vacas puras de Holstein fueron más prevalentes a la infestación con este trematodo que los animales cruzados (p < 0,05). En contraste, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el nivel de infestación por edad; en cuanto al sexo, las hembras mostraron mayor frecuencia de positividad a la infestación que los machos.

De otra parte, hubo una superposición sustancial en la infestación de animales individuales con *F. hepatica*, *Paramphistomum* spp. y *Cotylophorum* spp. (Tabla 6). La superposición fue significativa (p < 0,05) entre *F. hepatica* y *Paramphistomum* spp. Mientras que para *Cotylophorum* spp., contra *F. hepatica* (p > 0,05) y *Cotylophorum*

spp., contra *Paramphistomum* spp. (p > 0.05) no fue estadísticamente significativa.

La Tabla 6 exhibe los resultados de la asociación entre la prevalencia de infestación mixta por trematodos como posibles predictores. La prevalencia de *F. hepatica*, *Paramphistomum* spp., *Cotylophorum* spp., se asoció significativamente con la condición corporal y la raza de los animales en estudio (p < 0,05). La prevalencia de los tres trematodos fue mayor en animales con una condición corporal delgada que con una condición corporal normal. El número de animales encontrados coinfectados con *F. hepatica* y *Cotylophorum* spp., (n = 8) y con *Cotylophorum* spp., y *Paramphistomum* spp., (n = 4) no fue suficiente para hacer comparaciones estadísticas.

DISCUSIÓN

Hasta el momento en Colombia no hay estudios acerca de la prevalencia de

trematodos en bovinos y su asociación con diversos factores de riesgo. Sin embargo, se han realizado algunos estudios a nivel de rebaños y plantas de beneficio. Por ejemplo, en el departamento de Quindío para los años 2012 y 2013 Recalde *et al.* (2014) reportaron una prevalencia de *F. hepatica* de 3,74% en el ganado, valor menor al del presente estudio (12%), y no evaluaron los otros dos parásitos. En el departamento de Cesar (Colombia) Pinilla *et al.* (2018) encontraron una prevalencia de *F. hepatica* de 3,4% y de *Paramphistomum* spp., de 0,7%, que fue menor con respecto al presente estudio para ambos parásitos; estos resultados pudieron deberse a las diferencias entre las condiciones de humedad y temperatura de las dos regiones, además de diferencias entre las razas, debido a que el presente estudio se realizó en ganado lechero y Holstein puro.

Los reportes de bajas prevalencias de *F. hepatica* también puede estar asociados con la expansión de los servicios veterinarios en el área para el control de las trematodosis (Gebrie *et al.* 2015). La prevalencia elevada de *F. hepatica* reportada en partes del país sin grandes cuerpos de agua permanentes, en comparación con el área de estudio de la presente investigación, puede mostrar la importancia relativa de *F. hepatica* en el ganado con fasciolosis en Colombia (Parra *et al.* 1982). Los hospedadores intermedios de *F. hepatica*, además del caracol, son los anfibios (Andrews 1999) y por lo tanto, este trematodo no necesita necesariamente un ambiente acuático para su supervivencia y proliferación.

Por su parte, la prevalencia de *Paramphistomum* spp., registrada en el presente estudio (9%) fue mayor a la reportada en un informe anterior (2,6%) para un área similar (Parra *et al.* 1982) en Rionegro

(Antioquia), caracterizada por un clima tropical húmedo con lluvias fuertes. A su vez, la prevalencia de *Cotylophorum* spp., en el presente estudio (4%), fue menor a la encontrada en la citada investigación (9,0%) en la región antioqueña.

Por otro lado, en el municipio de Une, Cundinamarca (Colombia) Giraldo *et al.* (2016) determinaron una prevalencia de *F. hepatica* de 15,5%, por la presencia de huevos en materia fecal o canalículos biliares; dicho estudio se realizó en una planta de beneficio (postmortem) y el porcentaje fue similar a lo reportado en el presente trabajo, aun cuando en la investigación comparativa los animales procedían de diferentes zonas, climas y topografías, además de que no eran de razas puras.

En Cuba se encontró una prevalencia de *F. hepatica* del 70% en cruces de Siboney y animales entre 5 y 7 años (Soca *et al.* 2016), porcentaje diferente a los datos obtenidos en el presente estudio pues aunque ambos son países tropicales, las condiciones de producción difieren entre sí. En este mismo país Palacio *et al.* (2020) determinaron una prevalencia de *F. hepatica* en dos plantas de beneficio durante 6 años de estudio de entre 6,1% y 50,3%, que fue asociada a las condiciones medioambientales de las regiones en donde se ubicaban las dos plantas, tales como: el pobre drenaje de potreros y las diversas temporadas de lluvias, determinando que estos sistemas ganaderos tenían una gran infestación de este parásito; sin embargo, los demás parásitos no fueron determinados, lo cual denota la importancia de la infestación por *F. hepatica* en rebaños cubanos.

En varias encuestas de plantas de beneficio realizadas en diferentes partes de África se demostró la coinfección del ganado con *F. hepatica* y *Paramphistomum*

spp. (Abebe *et al.* 2010; Abebe *et al.* 2011, Aregay *et al.* 2013). Resultados que no se obtuvieron en Colombia ni en Cuba en los estudios de plantas de beneficio.

En este estudio se registró la prevalencia más alta para *F. hepatica* (12%) seguido de *Paramphistomum* spp., (9%) y *Cotylophorum* spp., (4%). En 2019 se reportaron para Etiopía prevalencias de *F. hepatica* de 20,1%, de *Paramphistomum* spp., de 48,5% y de *Cotylophorum* spp., de 16,5% (Kassaye y Hana 2019); de

igual forma, en Tanzania se determinó una prevalencia consistentemente más alta de *Paramphistomum* spp. que *F. hepatica* en ganado manejado bajo diferentes condiciones (Keyyu *et al.* 2005); resultados que no solo son superiores en porcentaje de prevalencia con respecto a los reportados en este estudio, sino que muestra una diferencia en la positividad al parásito, debido a que se cree que en todos los rebaños, la problemática por trematodos es debida principalmente a *F. hepatica*.

TABLA 5. Resultados de los análisis de asociación entre la prevalencia de la infestación por *Cotylophorum* spp. y factores de riesgo en vacas lecheras (p < 0,05).

Variable	Nivel	<i>Cotylophorum</i> spp.		Prevalencia Ratio	CI (95%)	P value (0,05)
		Nº Positivo	Nº Negativo			
Género	Hembras	3	93	0,09	0,01-1,06	0,041
	Machos	1	3			
CC	3.0	1	60	0,19	0,05-0,57	0,012
	1.5 – 4.5	3	36			
Edad	> 4 años	2	58	0,65	0,52-2,50	0,03
	< 4 años	2	38			
Razas	Cruces	1	64	0,16	0,01-0,65	0,01
	H. puro	3	32			

CC: condición corporal; H. puro: Holstein puro.

TABLA 6. Resultados de la asociación entre la prevalencia de infestaciones mixtas por trematodos y la condición corporal en vacas.

Infestación con	Valor	CC		Prevalencia Ratio	CI (95%)	P valor
		3.0	1.5–4.5			
<i>F. hepatica</i> + <i>Paramphistomum</i> spp.	Positivo	6	9	0,93	0,80-1,20	0,40
	Negativo	52	33			
<i>F. hepatica</i> + <i>Cotylophorum</i> spp.	Positivo	4	4	0,61	0,35-1,20	0,11
	Negativo	57	35			
<i>Paramphistomum</i> spp. + <i>Cotylophorum</i> spp.	Positivo	2	2	0,62	0,25-1,35	0,30
	Negativo	59	37			

CC: condición corporal.

También en África se han obtenido resultados diferentes a los previamente reseñados donde *F. hepatica* dominaba la prevalencia, seguida de *Paramphistomum* spp., y *Cotylophorum* spp., en diferentes partes de Etiopía (Phiri *et al.* 2005, Yabe *et al.* 2008) y en otros lugares de África (Nzalawahe *et al.* 2014). Este patrón de infestación es similar al reportado para Colombia en el presente estudio.

La prevalencia de *F. hepatica* observada en esta investigación es superior a la prevalencia del 2,4% reportada por (Yeneneh *et al.* 2012); sin embargo, fue menor en comparación con otros informes recientes de áreas adyacentes al lago Tana (Gebrie *et al.* 2015, Tsegaye *et al.* 2012) e informes de otras partes de África (Abebe *et al.* 2011, Telila *et al.* 2014). La diferencia en la prevalencia puede deberse a la discrepancia en la cantidad de lluvia y otras condiciones climáticas y agroecológicas.

En cuanto a la prevalencia de *Paramphistomum* spp., puede explicarse en parte por el hecho de que el parásito adulto se considera no patógeno y, consecuentemente, no es el objetivo del tratamiento antihelmíntico. También podría estar relacionada con la biología del parásito y los huéspedes intermedios; los *Paramphistomum* adultos pueden sobrevivir en el huésped durante años y son muy prolíficos en la producción de muchos huevos, mientras que la multiplicación de parásitos en los caracoles infectados es extremadamente alta (Hansen y Perry 1994). Para *Paramphistomum* spp., el huésped intermedio también es extremadamente adaptable y masivo (Dreyfuss *et al.* 2006).

La falta de disponibilidad de medicamentos efectivos contra los parafistomas también podría haber contribuido a la prevalencia del parásito presentada en este estudio. Los antihelmínticos comunes

utilizados para la desparasitación de rutina para tratar los principales nematodos y trematodos hepáticos en Colombia, como el albendazol, la ivermectina y el triclabendazol, tienen poco o ningún efecto sobre los parafistomas (Kassate y Hana 2019, Mage *et al.* 2002). Al respecto, se ha documentado una prevalencia creciente de *Paramphistomum* spp. en comparación con *F. hepatica* en Francia, en parte debido a la falta de un tratamiento efectivo contra la parafistomosis bovina (Mage *et al.* 2002).

Los estudios realizados en África, cerca de una gran zona pantanosa atravesada por un río en el noreste de Etiopía (75%) y alrededor de un pequeño lago en el norte del mismo país (65,3%) demostraron una mayor prevalencia de *Paramphistomum* spp. (Kassate y Hana 2019). La prevalencia de *Paramphistomum* spp., (cuyos huéspedes intermedios son caracoles acuáticos) observada en la presente investigación podría explicarse por el hecho de que se realizó cerca de cuerpos de agua permanentes en comparación con algunos de los otros estudios que se desarrollaron en áreas más secas (Rahman *et al.* 2007).

También en África se determinó una prevalencia del 13,7% en un área adyacente al lago Tana (Chanie *et al.* 2013) y en 2015 se encontró una prevalencia de 13,5% en el oeste de Etiopía (Abebe *et al.* 2011). Sin embargo, la prevalencia fue baja en comparación con los informes anteriores de la cuenca del lago Tana del 28% (Yeneneh *et al.* 2012). Las variaciones observadas entre investigaciones sobre la prevalencia de trematodos en general se pueden atribuir a las diferencias en las condiciones climáticas y ecológicas entre las áreas de estudio, a la diferencia en las precipitaciones entre años, a las estaciones y a las prácticas de manejo de animales.

La prevalencia de los tres trematodos considerados en esta investigación fue mayor en animales delgados o gordos en comparación con animales con condición corporal normal. La infestación grave con *F. hepatica* en el ganado, especialmente en ganado joven, puede causar una enfermedad grave caracterizada por anemia, hipoalbuminemia (edema), problemas de condición corporal y pérdida de peso (Love 2017; Thrusfield 2005). Del mismo modo, una infestación grave con trematodos inmaduros puede causar disminución del apetito, apatía y pérdida de peso (Lloyd *et al.* 2007).

Incluso las infestaciones moderadas de *F. hepatica* y *Paramphistomum* spp., con formas inmaduras pueden afectar el aumento de peso o la pérdida de apetito, lo que podría contribuir a una condición corporal deficiente, que es también uno de los signos clínicos de la fasciolosis crónica (Lloyd *et al.* 2007, Love 2017, Thrusfield 2005). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que es difícil separar los efectos de diferentes géneros de trematodos en la condición corporal, ya que tienden a actuar en simultáneo. Nuestro hallazgo respalda informes anteriores que asociaban *F. hepatica* (Phiri *et al.* 2005), *Paramphistomum* spp. (Mariam *et al.* 2014) y *Cotylophorum* spp., con mala condición corporal (Abebe *et al.* 2011).

El resultado puede incluso sugerir un efecto patogénico aditivo o sinérgico de la coinfección con trematodos. Investigaciones han determinado una alta tasa de mortalidad en infestaciones concurrentes que involucran *F. gigantica* y *Cotylophorum* spp., en vacas lecheras (Rahman *et al.* 2007). Después de observar una correlación positiva entre *F. hepatica* y *Paramphistomum* spp., otro estudio sugiere que la interacción heteróloga de estos dos

parásitos puede agravar los efectos económicos de la duela hepática en la industria ganadera (Yabe *et al.* 2008).

La prevalencia de *F. hepatica* y *Paramphistomum* spp., fue mayor en el ganado adulto (> 4 años), en comparación con sus homólogos jóvenes. Por el contrario, otros investigadores registraron una mayor prevalencia de *F. hepatica* en el ganado más joven (Aregay *et al.* 2013, Tsegaye *et al.* 2012). Sin embargo, muchos estudios sobre *Paramphistomum* spp., en Etiopía y en otros lugares no encontraron diferencias en la prevalencia entre los grupos de edad (Abebe *et al.* 2011). La variación podría atribuirse en parte a las diferencias en la clasificación de las categorías de edad entre los estudios. El desarrollo de la inmunidad debido a la exposición a *F. hepatica* que limita la vida útil de la infestación primaria, ralentiza la migración de la infestación secundaria y en última instancia aumenta el número de trematodos establecidos (Thrusfield 2005), puede ser responsable de una mayor prevalencia de *F. hepatica* en el ganado más viejo. Del mismo modo, se ha establecido el desarrollo de una mejor inmunidad adquirida contra los parafistomas (Taylor *et al.* 2016, Phiri *et al.* 2005, Urquhart *et al.* 1996).

Por último, se encontró que el ganado puro fue el más afectado con los tres trematodos y excretaba una mayor cantidad de huevos en sus heces que los animales cruzados, contrario a algunos informes previos de Etiopía (Gebrie *et al.* 2015, Hansen y Perry, 1994). Esta diferencia probablemente se deba a la diferencia en la exposición y la resistencia natural, ya que los estudios con *F. hepatica* sugieren que el ganado *Bos indicus* parece ser más resistente que *Bos taurus* a la infestación con *F. hepatica* (Taylor *et al.* 2016; Thrusfield 2005). Es posible que se preste

mayor atención a los animales valiosos y que su probabilidad de pastoreo en áreas infestadas de caracoles sea limitada o que hayan sido desparasitados con mayor frecuencia que los animales cruzados. No obstante, algunos estudios encontraron mayor prevalencia de trematodos en ganado cruzado que en animales puros (Tsegaye *et al.* 2012, Yeneneh *et al.* 2012).

CONCLUSIONES

El presente estudio mostró que los principales trematodos de importancia para la salud y el bienestar de los animales son relativamente prevalentes en el área de estudio, especialmente en el ganado adulto con una alta tasa de infestaciones mixtas. El estudio sugiere que puede existir una considerable pérdida económica debido a las infestaciones por trematodos a través de la reducción de la eficiencia de producción ganadera en el área de estudio, debido al poco conocimiento de las dinámicas epidemiológicas de los parásitos.

REFERENCIAS

- Abebe R, Abunna M, Berhane S, Mekuria B, Megersa A, Regassa F. 2010. Prevalence, financial losses due to liver condemnation and evaluation of a simple sedimentation diagnostic technique in cattle slaughtered at Hawassa Municipal abattoir, southern Ethiopia. *Ethiop Vet J.* 14 (1): 39-52.
- Abebe F, Behabloom M, Berhanu M. 2011. Major trematode infections of cattle slaughtered at Jimma municipality abattoir and the occurrence of the intermediate hosts in selected water bodies of the zone. *Journal Animal and Veterinary Advances.* 10(12): 1592-1597. Doi: [10.3923/javaa.2011.1592.1597](https://doi.org/10.3923/javaa.2011.1592.1597).
- Alcaldía de Paipa. 2020. Página principal [Internet]. [Citado 2020 febrero 26]. Disponible en: <http://www.paipa-boyaca.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Alison H, Matthew SR, Pinchbeck G, Williams D. 2015. Epidemiology and Impact of *Fasciola hepatica* Exposure in High-Yielding Dairy Herds. *Prev Vet Med.* 121(1-2): 41-48.
- Andrews SJ. 1999. *The life cycle of Fasciola hepatica.* 3 ed. Editorial CABI Publishing.
- Aregay J, Bekele Y, Ferede M, Hailemeleket F. 2013. Study on the prevalence of bovine fasciolosis in and around Bahir Dar, Ethiopia. *Ethiop Vet J.* 17(1): 1-11. Doi: [10.4314/evj.v17i1.1](https://doi.org/10.4314/evj.v17i1.1).
- Chanie M, Dejen B, Fentahun T. 2012. Prevalence of cattle schistosomiasis and associated risk factors in Fogera cattle, South Gondar zone, Amhara National Regional State, Ethiopia. *J Adv Vet Res.* 2 (3): 153-156.
- Dreyfuss G, Alarion N, Vignoles P, Rondelaud D. 2006. A retrospective study on the meta-cercarial production of *Fasciola hepatica* from experimentally infected *Galba truncatula* in central France. *Par Res.* 98(2): 162-166. Doi: [10.1007/s00436-005-0048-0](https://doi.org/10.1007/s00436-005-0048-0).
- Elliott TP, Kelley JM, Rawlin G, Spithill TW. 2015. High prevalence of fasciolosis and evaluation of drug efficacy against *Fasciola hepatica* in dairy cattle in the Maffra and Bairnsdale districts of Gippsland, Victoria, Australia. *Vet Parasitol.* 209(1-2): 117-124. Doi: [10.1016/j.vetpar.2015.02.014](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.02.014).
- Gebrie Y, Gebreyohannes M, Tesfaye A. 2015. Prevalence of bovine fasciolosis in and around Bahir Dar, north west Ethiopia. *J Par Vec Bio.* 7(4): 74-79. Doi: [10.5897/JJPVB2015.0163](https://doi.org/10.5897/JJPVB2015.0163).
- Giraldo J, Diaz A, Pulido M. 2016. Prevalencia de *Fasciola hepatica* en Bovinos Sacrificados en la Planta de Beneficio del Municipio de Une, Cundinamarca, Colombia. *Rev Inv Vet Perú.* 27(4): 751-757. Doi: [10.15381/rivep.v27i4.12572](https://doi.org/10.15381/rivep.v27i4.12572).
- Hansen J, Perry B. 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants, a handbook. 1° ed. Editorial International Laboratory for Research on Animal Disease (ILRAD). 171p.
- Iglesias J, González J, Castro J, Córdoba M, González C, Manga Y, Mezo M. 2016. Transmission of *Calicophoron daubneyi* and *Fasciola hepatica* in Galicia (Spain): Temporal follow-up in the intermediate and definitive hosts. *Par Vec.* 9(610): 2-14. Doi: [10.1186/s13071-016-1892-8](https://doi.org/10.1186/s13071-016-1892-8).
- [IDEAM] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2020. Boletín meteo-

- rológico [Internet]. [Citado 2020 Febrero 28]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/tiempo-clima>.
- Kassaye A, Hana T. 2019. Coprological Study of trematode infections and associated host risk factors in cattle during the dry season in and around Bahir Dar, northwest Ethiopia. *Vet Anim Sci*. 7: 100041. Doi: [10.1016/j.vas.2018.11.002](https://doi.org/10.1016/j.vas.2018.11.002).
- Keyyu J, Monrad J, Kyvsgaard N, Kassuku A. 2005. Epidemiology of *Fasciola gigantica* and amphistomes in cattle on traditional, small-scale dairy and large-scale dairy farms in the southern highlands of Tanzania. *Trop Anim Health Prod*. 37(4): 303-314. Doi: [10.1007/s11250-005-5688-7](https://doi.org/10.1007/s11250-005-5688-7).
- Kialanda M, Monteiro N, De Fontes-Pereira A, Castillo R, Simão E, Miranda I. 2013. Prevalencia de hígados confiscados y pérdidas económicas por *Fasciola* sp. en Huambo, Angola. *Rev Health Animal*. 35(2):12-15.
- Lloyd J, Boray J, Love S. 2007. Stomach fluke (*paramphistomes*) in ruminants [Internet]. Primefact 452 NSW DPI. [Citado 2020 Marzo 14]. Disponible en: NSW DPI. [http://www.wormboss.com.au/files/pages/worms/flukes/stomachfluke/Prime Fact 452 Stomach fluke-paramphistomesin_ruminants.pdf](http://www.wormboss.com.au/files/pages/worms/flukes/stomachfluke/Prime_Fact_452_Stomach_fluke-paramphistomesin_ruminants.pdf)
- Love, S. 2017. Liver fluke- a review [Internet]. Primefact 813, NSW DPI. [Citado 2020 Marzo 14]. Disponible en: https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0005/249116/Liver-fluke-a-review.pdf
- Mage C, Bourgne H, Toullieu J, Rondelaud D, Dreyfuss G. 2002. *Fasciola hepatica* and *Paramphistomum daubneyi*: Changes in prevalences of natural infections in cattle and in *Lymnaea truncatula* from central France over the past 12 years. *Vet Res*. 33(5): 439-447. Doi: [10.1051/vetres:2002030](https://doi.org/10.1051/vetres:2002030).
- Mariam T, Mohamed A, Ibrahim N, Baye D. 2014. Prevalence of Fasciolosis and Paramphistomosis in dairy farm and house hold in Hawassa town. *Europ J Bio Sci*. 6(2): 54-58. Doi: [10.5829/idosi.ejbs.2014.6.02.85226](https://doi.org/10.5829/idosi.ejbs.2014.6.02.85226)
- Nzalawahe J, Kassuku A, Stothard J, Coles G, Eisler M. 2014. Trematode infections in cattle in Arumeru District, Tanzania are associated with irrigation. *Par Vec*. 7(1): 107-112. Doi: [10.1186/1756-3305-7-107](https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-107).
- Palacio D, Bertot J, Beltrao M, Vázquez Á, Ortíz R, Fortune C. 2020. Pérdidas económicas y prevalencia de *Fasciola hepatica* en bovinos sacrificados en dos provincias cubanas. *Rev MVZ Córdoba*. 25 (1): 10-16. Doi: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1610>.
- Palmer D. 2013. Detection of trematode eggs and *Eimeria leuckarti*-sedimentation method (FEST) – Faecal Samples [Internet]. Department of Agriculture and Food, Western Australia Press. [Citado 2020 Marzo 13] Disponible en: <https://www.agric.wa.gov.au/sites/gateway/files/DAFWA%20approved%20fluke%20egg%20sedimentation%20test%20%28FEST%29.pdf>.
- Parra D, Gallego M, Griffiths I. 1982. Prevalencia de la paramphistomiasis bovina en hatos lecheros de Colombia. *Rev Col Cien Pecu*. 982: 33-34.
- Pinilla J, Flórez P, Sierra M, Morales E, Sierra R, Vázquez M, Tobón J, Sánchez A, Ortiz D. 2018. Prevalencia del parasitismo gastrointestinal en bovinos del departamento Cesar-Colombia. *Rev Inv Vet Perú*. 29(1): 278-287. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14202>
- Phiri A, Phiri I, Sikasunge C, Monrad J. 2005. Prevalence of fasciolosis in Zambian cattle observed at selected abattoirs with emphasis on age, sex and origin. *J Vet Med*. 52(9): 414-416. Doi: [10.1111/j.1439-0450.2005.00872.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.2005.00872.x).
- Rahman MB, Zakia AM, Osman AY, Bakhiet HA, Mohammed-Ahmed O, Halima MO. 2007. Concurrent Infection of *Schistosoma bovis* and *Fasciola gigantica* in a dairy cattle in Khartoum State, Sudan. *Sudan J Vet Res*. 22: 63-70.
- Recalde-Reyes D, Padilla L, Giraldo M, Toro L, González M, Castaño J. 2014. Prevalencia de *Fasciola hepática*, en humanos y bovinos en el departamento del Quindío, Colombia. *Infectio*. 18(4): 153-157. Doi: [10.1016/j.infect.2014.09.001](https://doi.org/10.1016/j.infect.2014.09.001).
- Soca M, Giupponi P, López O, Sanavria A, Sánchez T, Labrada A. 2016. Prevalencia de *Fasciola hepatica* en vacas en pastoreo durante el periodo poco lluvioso. *Pastos y Forrajes* 39: 281-285.
- Sánchez M, Venegas C. 2009. Aprendizaje del examen clínico de los equinos, bovinos y caninos. 1º ed. Editorial Universidad de la Salle. 322p.
- Selemetas N. 2015. Spatial Analysis and Risk Mapping of *Fasciola hepatica* Infection in

- Dairy Herds in Ireland. *Geospat Health*. 9(2): 281-291. Doi: [10.4081/gh.2015.350](https://doi.org/10.4081/gh.2015.350).
- Taylor M, Coop R, Wall R. 2016. *Veterinary parasitology*. 4ta ed. Editorial Wiley Blackwell. 1032p.
- Telila C, Abera, D, Lemma D, Eticha E. 2014. Prevalence of gastrointestinal parasitism of cattle in East Showa zone, Oromia regional state, Central Ethiopia. *J Vet Med Anim Health*, 6 (2): 54-62. Doi: <https://doi.org/10.5897/JVMAH2013.0260>.
- Thrusfield M. 2005. *Veterinary epidemiology*. 3rd ed. Editorial Blackwell science Ltd. 626p.
- Tsegaye B, Abebaw H, Girma S. 2012. Study on coprological prevalence of bovine fasciolosis in and around Woreta, Northwestern Ethiopia. *J Vet Med Anim Health*. 4 (7): 89-92. Doi: <https://doi.org/10.5897/JVMAH12.018>
- Urquhart G, Armour J, Duncan J, Dunn A, Jennings F. 1996. *Veterinary parasitology*. 2d ed. Editorial Blackwell Science Ltd. 307p.
- Vargas J, Andrade R, Tarazona L. 2020. Prevalence of Gastrointestinal Parasites in Crossbred Sheep Diagnosed at Different Altitudes in the Highland Boyacá-Colombia. *Rev. Electron. Vet*. 21: 38-49.
- Yabe J, Phiri I, Phiri A, Chembensofu M, Dorny P, Vercruyse J. 2008. Concurrent infections of Fasciola, Schistosoma and Amphistomum spp. in cattle from Kafue and Zambezi river basins of Zambia. *J. Helminthol*. 82 (4): 373-376. Doi: <https://doi.org/10.1017/s0022149x08054904>.
- Yeneneh A, Kebede H, Fentahun T, Chanie M. 2012. Prevalence of cattle fluke's infection at Andassa livestock research center in north-west of Ethiopia. *Vet Res For*. 3 (2): 85-89.

Article citation:

Andrade-Becerra RJ, Tarazona-Manrique LE, Vargas-Abella JC. 2020. Prevalencia de trematodos y algunos factores de riesgo en vacas lecheras en Paipa, Boyacá (Colombia). [Prevalence of trematodes and some risk factors in dairy cows in Paipa, Boyacá (Colombia)]. *Rev Med Vet Zoot*. 67(3): 205-218. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n3.93928](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n3.93928).

Detección de aflatoxina M₁ en muestras de leche cruda de vacas en tanques de enfriamiento en Boyacá (Colombia)

L. E. Tarazona-Manrique¹, R. J. Andrade-Becerra^{1*}, J. C. Vargas-Abella¹

Artículo recibido: 4 de mayo de 2020 · Aprobado: 15 de noviembre de 2020

RESUMEN

Una de las principales formas de contaminación de la leche con micotoxinas es el consumo de alimentos fermentados que se encuentran contaminados con mohos principalmente de *Aspergillus* spp., los cuales producen toxinas que pueden llegar a constituirse como un problema para la salud pública debido a su estabilidad térmica y química. El objetivo del presente trabajo fue detectar las concentraciones de aflatoxina M₁ en muestras de leche de vacas en tanques de enfriamiento en cuatro municipios del departamento de Boyacá durante un año, determinando las variaciones de acuerdo con la temporada. Se realizó un estudio de corte longitudinal, descriptivo cuantitativo. Se seleccionaron aleatoriamente cuatro tanques de enfriamiento de cuatro municipios distintos del departamento; cada uno se muestreó dos veces al mes durante todo el período de estudio y se procesaron mediante metodología Charm Ez Lite[®]. Se realizó un ANDEVA para determinar las diferencias estadísticas entre las concentraciones de la aflatoxina M₁ por cada trimestre. Se determinaron diferencias estadísticas entre cada uno de los trimestres del estudio encontrando un porcentaje de positividad de 74,06% del total de muestras positivas en los trimestres de verano. 28,12% (108) de las muestras tomadas durante todo el estudio fueron positivas, con concentraciones de la toxina que oscilaron entre 0,5 y 2,0 µg/Kg de leche. Se determinó por primera vez en el departamento de Boyacá las concentraciones y variaciones estacionales de aflatoxina M₁ en muestras de tanques de enfriamiento de leche, encontrando las mayores concentraciones y número de casos positivos de aflatoxina M₁ en los meses de verano.

Palabras clave: charm, leche, aflatoxina M₁, salud pública.

Detection of aflatoxin M₁ in raw cow milk samples in cooling tanks in Boyacá (Colombia)

ABSTRACT

One of the main forms of contamination of milk with mycotoxins is the consumption of fermented foods that are contaminated with mold, mainly *Aspergillus* spp, which produce toxins that can become a public health problem due to their thermal and chemical stability. The objective of the present work was to detect aflatoxin M₁ concentrations

¹ Grupo de Investigación en Salud y Producción Animal del Trópico alto Colombiano-GIPATRA-COL, Laboratorio de Análisis de la Calidad de Leche y Control de Mastitis, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

* Autor para correspondencia: roy.andrade@uptc.edu.co

in cows' milk samples in cooling tanks in four municipalities of the department of Boyacá for one year, determining the variations according to the season. A longitudinal, quantitative descriptive study was carried out, four cooling tanks from four different municipalities in the department were randomly selected, each tank, in each municipality, was sampled twice a month throughout the study period and processed using Charm methodology Ez Lite®, an ANDEVA was performed to determine the statistical differences between aflatoxin M₁ concentrations for each quarter. Statistical differences were determined between each of the quarters of the study, finding a positivity percentage of 74.06% of the total positive samples in the summer quarters. 28.12% (108) of the samples taken throughout the study were positive, with toxin concentrations ranging between 0.5 and 2.0 µg/Kg of milk. Seasonal concentrations and variations of aflatoxin M₁ in milk cooling tank samples were determined for the first time in the department of Boyacá, finding the highest concentrations and number of positive cases of aflatoxin M₁ in the summer months.

Key words: charm, milk, aflatoxin M₁, public health.

INTRODUCCIÓN

En el año 2019 Colombia acopió poco más de tres millones de litros de leche, de los cuales Boyacá produjo 231.275 litros, lo cual corresponde al 7.3% del total nacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2020). En el país, la leche es principalmente almacenada en tanques de enfriamiento hasta su posterior transporte a través de camiones recolectores que las dirigen hasta las plantas procesadoras o transformadoras (Tarazona *et al.* 2019). Estos procesos de manipulación pueden generar contaminaciones de la leche con diversos microorganismos como bacterias y hongos, que podrían llegar a generar subproductos tóxicos provenientes de su metabolismo y constituirse como un problema de salud pública (Hajmohammadi *et al.* 2020).

Otras fuentes de contaminación de la leche con subproductos tóxicos provenientes de hongos, específicamente aquellos producidos por *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius*, *A. bombycis*, *A. ochraceoroseus* y *A. pseudotamari* (Nemati *et al.* 2010), se originan a partir de la

contaminación de los alimentos suministrados al ganado en épocas en donde las pasturas se ven altamente afectadas por procesos de sequía, y por tanto los granjeros deben recurrir a alimentos fermentados, balanceados comerciales, pastos y henos, que si no son preparados o almacenados adecuadamente (altas temperaturas, humedad, composición del sustrato, tiempo de almacenamiento, sitio de almacenamiento y condiciones de almacenamiento) permiten el crecimiento de los mohos y la producción de aflatoxinas, producto de su metabolismo (Battacone *et al.* 2012; Giovati *et al.* 2015; Iqbal *et al.* 2015; Oliveira *et al.* 2014).

Las aflatoxinas son un grupo de compuestos heterocíclicos y se dividen principalmente en aflatoxina B₁ (AFB₁), aflatoxina B₂ (AFB₂), aflatoxina G₁ (AFG₁) y aflatoxina G₂ (AFG₂) (De roma *et al.* 2017; Temamogullari y Kanici, 2014). El consumo de este tipo de toxinas genera en el animal alteraciones de tipo productivo como la reducción en hasta un 25% en la producción de leche y disminución en la ganancia de peso, y alteraciones de

tipo reproductivo como disminución en la tasa de concepción, entre otras (Iqbal *et al.* 2015).

El subproducto tóxico encontrado en la leche derivado de la AFB₁ se conoce como aflatoxina M₁ (AMF₁), y es resultado de la metabolización de la AFB₁ a nivel hepático a través de la citocromo p450 (Goncalves *et al.* 2017; Temamogullari y Kanici, 2014; Zinedine *et al.* 2007) y se ha demostrado que el rango de transmisión hacia la leche es de entre 1 y 6,2% del total de AFB₁ consumido por el animal, porcentaje que depende de factores como la genética, la variación climática, el proceso de ordeño y condiciones medioambientales; sin embargo, en términos generales aparece entre 12 y 24 horas desde el consumo de la AFB₁ y puede mantenerse hasta 72 horas (De roma *et al.* 2017; Fernandes *et al.* 2012; Skrbic *et al.* 2014).

Al igual que su predecesor, la AFM₁ está clasificada por la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) en el grupo 1 de agentes carcinogénicos para el ser humano y los animales (IARC, 2002). Además de ello, es una toxina estable frente a procesos térmicos como la ultrapasteurización o la pasteurización y a procesos de transformación como la producción de quesos o yogurt, que aun cuando reducen la cantidad de toxina presente, no la eliminan por completo (Fernandes *et al.* 2012; Iha *et al.* 2013; Temamogullari y Kanici 2014).

Considerando los riesgos que representa para la salud humana la presencia de esta toxina en productos como la leche, se ha determinado a nivel mundial diversos límites de tolerancia para su presencia en la leche. En Colombia, la normativa nacional a través de la resolución 4506 del 2013 del ministerio de salud y la protección social, fija el límite máximo para la presencia de

este contaminante en 0,5 µg/kg (MSPS 2013). No obstante, hasta la fecha solo se han realizado dos estudios que determinaron la presencia de este contaminante en el país, el primero de ellos, evaluó quesos frescos en el departamento de Casanare (Aranguren y Arguelles 2009) y el segundo, evaluó leche fresca del departamento del Valle del Cauca (Cómbita y Mildenberg 2009); sin embargo, no se ha realizado ningún estudio en muestras de tanques de enfriamiento durante diversos meses abarcando múltiples municipios de un departamento.

Por ello, el objetivo del presente trabajo fue detectar la presencia de AFM₁ durante un año en tanques de enfriamiento de leche cruda en cuatro municipios distintos del departamento de Boyacá (Colombia), determinando las diferencias entre temporadas climáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo y sitio de estudio

Se realizó un estudio de corte longitudinal, de tipo descriptivo cuantitativo, con muestreo por conveniencia. Se seleccionaron aleatoriamente cuatro municipios del denominado “cordón lechero boyacense” (Tarazona *et al.* 2019) los cuales fueron: Paipa (Latitud: 5.77894, Longitud: -73.1185 5° 46' 44" Norte, 73° 7' 7" Oeste), Duitama (Latitud: 5.817, Longitud: -73.033 5° 49' 1" Norte, 73° 1' 59" Oeste), Sogamoso (Latitud: 5.717, Longitud: -72.917 5° 43' 1" Norte, 72° 55' 1" Oeste) y San Miguel de Sema (Latitud: 5.517, Longitud: -73.817 5° 31' 1" Norte, 73° 49' 1" Oeste); de cada uno de ellos se seleccionaron cuatro tanques de enfriamiento ubicados en diversos sitios de cada municipio, cada tanque de

enfriamiento con una capacidad de 1000 litros, los cuales mantenían la leche a una temperatura entre 4 y 6°C.

Toma de muestras

La recolección de las muestras se realizó durante el período comprendido entre los meses de enero y diciembre del año 2019. Las muestras se tomaron cada quince días de cada uno de los tanques de enfriamiento ubicado en cada uno de los cuatro municipios incluidos en el estudio, en horas de la mañana luego de que el tanque estuviese completamente lleno (Tarazona *et al.* 2019). De cada tanque se tomó una muestra de 1000 ml directamente del sistema de salida en recipientes plásticos previamente esterilizados (De roma *et al.* 2017) posteriormente transportada en frío, sin aditivos, a una temperatura igual a la que se mantiene en los tanques (4-6 °C) hasta su arribo al Laboratorio de Análisis de la Calidad de Leche y Control de Mastitis de la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en Tunja, Boyacá. Se tomaron 96 muestras por cada uno de los trimestres, para un total de 384 muestras a lo largo de todo el estudio.

Detección de aflatoxina M1

Las muestras fueron procesadas el mismo día de su recolección; para ello, se utilizó un equipo Charm Ez Lite de la compañía analítica Charm Sciences Inc. (EE.UU), a través de la metodología analítica ROSA (Rapid One Step Assay) por sus siglas en inglés. El equipo detecta la AFM₁ a partir de 0,5 µg/kg de leche y cuenta con una especificidad del 96% (Villar *et al.* 2012).

Se siguieron las instrucciones del fabricante, para lo cual, el primer paso fue el calentamiento del equipo a una

temperatura de 56°C durante un minuto, posterior a ello, se introdujeron dos tiras estandarizadas por el fabricante para la activación de la detección de AFM₁, una como control positivo y la otra como control negativo, con el fin de que el instrumento realizara la detección de la toxina a partir de las muestras inoculadas con la leche evaluada en tiras individuales. Luego de la estandarización, se introdujo una tira posteriormente inoculada con la leche de muestra. La muestra de leche fue homogeneizada través de 25 movimientos manuales en forma de arco durante siete segundos, luego, con una pipeta de 300 µl se tomó una submuestra, teniendo cuidado de no generar burbujas en su interior, y por último, se inoculó la cantidad total tomada en la pipeta en la tira que se encontraba en el equipo, posteriormente se cerró la tapa y se dejó incubar durante 8 minutos.

Determinación de los trimestres

Los trimestres fueron seleccionados de acuerdo con los datos del Instituto Colombiano de Meteorología, Hidrología y Estudios ambientales (IDEAM), quien separa las temporadas climatológicas del país en verano e invierno, cada una con dos periodos durante el año: 1) verano: la cual comprende el primer trimestre de enero a marzo, y un segundo de octubre a diciembre; e 2) invierno: el cual comprende el primer trimestre de abril a junio, y el segundo desde julio hasta septiembre. La principal diferencia entre esos dos periodos es la intensidad de las lluvias (IDEAM 2020).

Análisis estadístico

Las muestras de leche fueron agrupadas de acuerdo con los trimestres previamente descritos, se determinaron los valores mínimos y máximos, así como la media

TABLA 1. Detección de aflatoxina M₁ en muestras de leche cruda de tanques de enfriamiento en diferentes temporadas en el departamento de Boyacá.

Temporada	Positivos* % (n)	Concentración de AFM ₁ (µg/kg)		
		Mínimo	Máximo	Promedio ± DS
Verano 1	32,40 (35)	0,6	1,8	1,12 ± 0,38 ^b
Invierno 1	14,81 (16)	0,5	0,9	0,70 ± 0,15 ^a
Invierno 2	11,11 (12)	0,5	1,1	0,88 ± 0,22 ^a
Verano 2	41,66 (45)	0,7	2,0	1,47 ± 0,39 ^c
Total	28,12(108)	0,5	2,0	1,18 ± 0,44

* Las muestras positivas son aquellas en las que las concentraciones de la AFM₁ en la leche cruda excede el límite de cuantificación del equipo de 0,5µl/l. Los valores entre paréntesis corresponden al número de casos (n) encontrados positivos por temporada, y el porcentaje de cada trimestre se entiende tomando como 100% los 108 casos positivos. Las letras en superíndices indican la pertenencia a un mismo grupo estadístico, aquellos valores con letras distintas corresponden a grupos estadísticamente diferentes con un nivel de confianza del 95%.

y la desviación estándar para las concentraciones de la AFM₁ de acuerdo con cada trimestre; además, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) entre cada una de las medias para los trimestres evaluados, con el fin de determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de la AFM₁ de acuerdo a la temporada climática, determinando un nivel de confianza requerida para la significancia de $p < 0,05$ con el programa estadístico Statgraphics® centurión versión Windows 10 (EE.UU) (Xiong *et al.* 2013).

RESULTADOS

Se determinaron 108 muestras positivas totales durante los 12 meses del estudio, lo cual corresponde al 28,12% del total de las muestras tomadas durante la investigación. El 74,06% de las muestras positivas se detectaron en los trimestres de verano. Así mismo, se determinaron diferencias estadísticamente significativas para el promedio de la concentración de AFM₁ entre los trimestres de verano e invierno,

los mayores valores fueron detectados en los trimestres de verano llegando hasta 2,0 µg/ kg de leche (Tabla 1). Por otro lado, las menores concentraciones se detectaron en los trimestres de invierno sin diferencias estadísticas entre estos dos trimestres. Así mismo, el mayor porcentaje de casos se determinó en el verano (Tabla 1).

Los municipios que presentaron la mayor cantidad de casos positivos durante todo el año, principalmente en los trimestres de verano y en el segundo trimestre de invierno fueron: Paipa y San Miguel de Sema. Contrario a esto, en el primer trimestre de invierno los municipios con mayor número de casos positivos fueron Duitama y Sogamoso (Figura 1).

DISCUSIÓN

Según la normativa colombiana, dictada por la resolución 4506 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social, el nivel máximo de la concentración de AFM₁ en leche debe ser de 0,5 µg/kg, los resultados positivos obtenidos en este

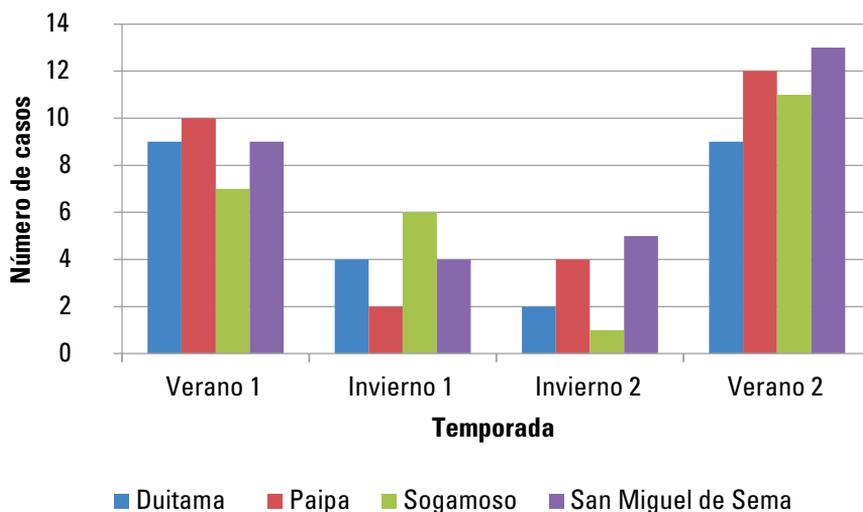


FIGURA 1. Número de casos de detección de AFM1 por cada municipio por cada uno de los trimestres seleccionados a lo largo del 2019. Las letras dentro de cada barra, indican la inicial del municipio, así: D: Duitama, P: Paipa, S: Sogamoso y SM: San Miguel de Sema.

estudio incumplirían este precepto, debido a que todas las muestras positivas tenían concentraciones superiores al valor de referencia de la norma. De igual forma, la leche no cumplió con la normativa de los Estados Unidos, ni con la de la Unión Europea debido a que el valor máximo determinado en estas dos normativas es de 0,05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Barahona 2012).

En Latinoamérica se han realizado diversos estudios para la detección de esta toxina en leche destinada al consumo humano. Al respecto, en Brasil Picinin *et al.* (2013) evidenciaron un comportamiento de la concentración de AFM₁ similar al reportado en este estudio, en donde el periodo de verano o período seco se determinó la mayor concentración de la aflatoxina, con un valor de 0,0359 $\mu\text{g}/\text{kg}$, mientras que los menores valores se determinaron, al igual que en el presente estudio, para la temporada de lluvias con un valor de 0,0055 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Por su parte,

Fernandes *et al.* (2010), en su estudio desarrollado en el estado de São Paulo, detectaron la toxina en el 36,7% de las muestras de leche evaluadas, resultado superior al reportado en la presente investigación. Además, la concentración de la toxina osciló entre 0,010 a 0,645 $\mu\text{g}/\text{kg}$, rango inferior a los determinados en esta investigación.

En Guatemala, Barahona (2012) determinó que el 65% de la leche fresca colectada en la ciudad de Chiquimula fue positiva a la AFM₁, resultado superior al determinado en este estudio. Por otro lado, en México Gutiérrez *et al.* (2013) determinaron que el 23,3% de las muestras de leche evaluadas no cumplía con la normativa mexicana, cuyo valor máximo para la concentración de la AFM₁ es igual al colombiano. Además, demostraron que la concentración de la toxina era mayor en los meses de época seca con una concentración promedio de 3,53 \pm 0,55 $\mu\text{g}/\text{kg}$

kg mientras que en la época de lluvias este valor fue de $0,17 \pm 0,13 \mu\text{g}/\text{kg}$. Estos resultados son similares a los reportados en el presente estudio y corroboran lo que se determinó con respecto al comportamiento de la concentración de la toxina en la leche para la temporada seca.

Por su parte, Capelli *et al.* (2019) determinaron en Uruguay que el 100% de las muestras (18, cada una en una granja productora distinta) presentaron contaminación con la AFM₁ con 0,005 a 0,08 $\mu\text{g}/\text{kg}$, valores inferiores a lo que dicta la normativa uruguaya y colombiana de 0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ como valor máximo. Así mismo, estos resultados son inferiores a lo reportado en este estudio para cualquiera trimestre.

Algunos investigadores han asociado incluso una mayor concentración de la AFM₁ con una mayor concentración de sólidos no grasos en la leche, debido a la capacidad de unión que tiene la toxina con las proteínas de la leche (Granados 2016; Hajmohammadi *et al.* 2020).

En un estudio colombiano que evaluó leche fresca se determinó que el 20% de las muestras analizadas mostraron valores superiores (0,5-0,72 $\mu\text{g}/\text{kg}$) al valor de referencia de la normatividad nacional de 0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Cómbita y Mildenberg 2009), éstos resultados son similares a los reportados en este estudio para los trimestres de invierno, pero menores a los reportados en los trimestres de verano.

Por otro lado, estudios en Irán (Hajmohammadi *et al.* 2020; Nemat *et al.* 2010) mostraron la presencia de la AFM₁ hasta en el 100% de las muestras evaluadas, resultados muy superiores a lo determinado en esta investigación en donde el porcentaje total de muestras contaminadas fue de 28,12%. Tal porcentaje pudo verse principalmente afectado por el método de

análisis usado en dichos estudios (ELISA) ya que el límite mínimo para determinar la toxina en esa prueba es de 5 nanogramos/l (ng) (0,005 $\mu\text{g}/\text{kg}$), lo cual permite un mayor rango de detección, comparado con el instrumento usado en el presente trabajo cuyo valor mínimo es 0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$. La concentración máxima de la toxina en el estudio de Hajmohammadi *et al.* (2020) fue de 0,24 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (240 ng), mientras que en el de Nemat *et al.* (2010) la concentración máxima fue de 0,085 $\mu\text{g}/\text{kg}$, valores mucho menores comparados con el detectado en este estudio de 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Adicionalmente, el límite máximo fijado en la norma Iraní para la AFM₁ es de 50 ng/l, valor superado en el primer estudio por el 40% del total de las muestras y en el 33% de las muestras del segundo. Por otro lado, en este estudio el 100% de los casos positivos superaron la normativa nacional.

Otros estudios también de Irán muestran una concentración de esta toxina en valores que oscilan entre 10-410 ng/l (0,01-0,41 $\mu\text{g}/\text{kg}$) (Ghiasian *et al.* 2007), y 12-198 ng/l (0,012-0,198 $\mu\text{g}/\text{kg}$) (Fallah *et al.* 2016). En Serbia se detectó una concentración de 300 ng/l (0,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$) (Skrbic *et al.* 2014), valor inferior a lo reportado en este estudio (2 $\mu\text{g}/\text{kg}$). De otra parte, en un estudio en Pakistán (Yunus *et al.* 2019) se determinó una concentración de AFM₁ de 939 ng/l (0,9 $\mu\text{l}/\text{l}$), valor similar a lo reportado en este estudio para todos los trimestres evaluados. En Pakistán el 76,3% de las muestras evaluadas en 36 distritos diferentes productores de leche fueron positivas a la presencia de AFM₁ (Sadia *et al.* 2012), valor superior a lo reportado en este estudio por casi el 50%.

En su estudio, Daou *et al.* 2019 determinaron para leche cruda de tanques de enfriamiento una concentración de

AFM₁ que osciló entre 0,011-0,440 µg/kg en el 58,8% de las muestras tomadas (701 muestras), valores que son menores a los reportados en este estudio con respecto a la concentración, pero la presencia de la toxina fue mayor en dicho estudio.

Debido a las condiciones tropicales de Colombia las comparaciones con las variaciones climatológicas realizadas en otros países a nivel mundial generalmente tienden a variar, sobre todo en aquellos en donde existen las cuatro estaciones; sin embargo, las decisiones zootécnicas de alimentación con productos fermentados derivados principalmente del maíz, la soya, avena y otros granos, así como de alimentos balanceados comerciales y henolajes, en las temporadas en donde la disponibilidad de las pasturas está disminuida y su calidad decrece considerablemente, es similar. Para el caso colombiano, estas temporadas corresponden a los trimestres de verano, en donde se detectaron no solo el mayor número de casos de positividad, sino también la mayor concentración de la AFM₁ en muestras de leche cruda.

Tomasevic *et al.* (2015) reportaron variaciones en la concentración de la AFM₁ en Serbia a lo largo de dos años de estudio en un total de 678 muestras de leche cruda, determinando en ese caso un aumento de casos durante el invierno además de las mayores concentraciones, asociándolo a los cambios a nivel de alimentación de los animales, sobre todo de la calidad debida al almacenamiento de las materias primas utilizadas para la fabricación de los alimentos fermentados.

De igual manera, en Marruecos El Marsini *et al.* (2012) determinaron variaciones en la AFM₁ debido a la temporada, encontrándola en mayor frecuencia y en concentraciones superiores en los meses de invierno. Estos resultados están en

concordancia con lo reportado por (Ismail *et al.* 2020), en donde se determinaron variaciones en la concentración de AFM₁ en muestras de leche cruda en Egipto a lo largo de dos años de estudio (2016 y 2017), determinando las mayores concentraciones de la toxina en el otoño; además, en el 2016 determinaron un porcentaje de positividad total de muestras del 21,6%, mientras que para el 2017 este porcentaje fue de 18,3%, resultados que son similares, pero inferiores a lo reportado en este estudio.

Debido a la estabilidad química de la toxina ésta puede estar presente en subproductos lácteos, como leches sometidas a tratamientos térmicos e incluso en quesos. En lo concerniente a productos sometidos a procesos térmicos para su sanitación como las leches pasteurizadas y ultrapasteurizadas Dos Santos *et al.* (2015) determinaron que el 100% de las muestras evaluadas fueron positivas a la presencia de la AFM₁ en un rango de 0,01 hasta 0,81 µg/kg. En Turquía Aydemir *et al.* (2010) determinaron que el porcentaje de muestras UHT positivas a la presencia de la micotoxina fue de 59%, por su parte, Daou *et al.* (2019) determinaron una posibilidad en el 90,9% de las muestras evaluadas. Estos resultados demuestran la importancia del monitoreo constante de la leche cruda almacenada y que será destinada a procesos de transformación para el consumo humano debido al riesgo latente que tiene en la salud pública.

CONCLUSIONES

Se evaluaron las concentraciones de AFM₁ en muestras de leche cruda de tanques de enfriamiento en el departamento de Boyacá a lo largo de un año, determinando las mayores concentraciones y el mayor número de casos para los trimestres de verano,

asociando estos a la alimentación de los animales con alimentos contaminados con mohos productores de micotoxinas. Todas las muestras de leche positivas superaron los valores máximos postulados por la normatividad nacional, por lo cual no serían aptas para el consumo humano. Debido a la estabilidad térmica de la toxina, estos estudios en campo deben realizarse de forma rutinaria para evaluar procesos de alimentación de los animales y disminuir el riesgo en salud pública que representa la presencia de la toxina en leches destinadas a consumo humano.

REFERENCIAS

- Aranguren E, Argüelles M. 2009. Detección de aflatoxina M₁ en quesos frescos comercializados en el municipio de Yopal, Casanare, mediante la técnica ELISA. Tesis de microbiólogo industrial. Bogotá: Pont. Univ. Javeriana. 26 p.
- Aydemir M, Adigüzel G, Atasever M, Özlü H, Özturan K. 2010. Occurrence of Aflatoxin M₁ in UHT Milk in Erzurum-Turkey. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 16: s119-s122. doi: <http://dx.doi.org/10.9775/kvfd.2010.2135>.
- Barahona G. 2012. Determinación de la incidencia de aflatoxina M₁ en leche fluida de vaca en los expendios de la ciudad de Chiquimula. Tesis de Zootecnista. Chiquimula: Universidad San Carlos de Guatemala. 71 pp.
- Battacone G, Nudda A, Rassu S, Decandia M, Pulina G. 2012. Excretion pattern of aflatoxin M₁ in milk of goats fed a single dose of aflatoxin B₁. *J. Dairy Sci.* 95: 2656–2661. Doi: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-5003>.
- Boletín meteorológico. 2020. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM [Internet]. [Citado: 15 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/tiempo-clima>.
- Capelli A, Suárez G, García C. 2019. Aflatoxinas en alimentos y leche de vacas de 18 establecimientos comerciales de las regiones centro-sur y este de Uruguay. *Veterinaria (Montevideo).* 55: 52-56. <http://dx.doi.org/10.29155/VET.55.212.2>
- Cómbita A, Mildenberg S. 2009. Detección de aflatoxina M₁ en leches frescas comercializadas en la zona del valle del cauca (Colombia) mediante la técnica de ELISA. Tesis de microbiólogo industrial. Bogotá: Pont. Univ. Javeriana. 111p.
- Daou R, Aff C, Joubrane K, Rabba L, Maroun R, Ismail A, El Khoury A. 2019. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw, pasteurized, UHT cows' milk, and dairy products in Lebanon. *Food Control.* 111- 107055. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107055>.
- De roma A, Rossini C, Ritieni A, Gallo P, Esposito M. 2017. A survey on the Aflatoxin M₁ occurrence and seasonal variation in buffalo and cow milk from Southern Italy. *Food Control* 81: 30-33. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.05.034>.
- Dos Santos J, França V, Katto S, Santana E. 2015. Aflatoxin M₁ in pasteurized, UHT milk and milk powder commercialized in Londrina, Brazil and estimation of exposure. *Arch. Lat. Nut.* 65: 181-185.
- El Marsini B, Belkhou R, Morgavi D, Bennani L, Boudra H. 2012. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk collected from traditional dairies in Morocco. *Food Chem. Tox.* 50: 2819-2821. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2012.05.031>.
- Fallah A. 2010. Assessment of aflatoxin M₁ contamination in pasteurized and UHT milk marketed in central part of Iran. *Food Chem. Tox.* 48: 988–991. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.01.014>.
- Fernandes C, Soares L, Fagundes H, Rosim R, Fernandes A. 2010. Determinação de aflatoxina B₁ em rações e aflatoxina M₁ no leite de propriedades do Estado de São Paulo. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas,* 30(Supl.1): 221-225.
- Fernandes A, Correa B, Rosim R, Kobashigawa E, Oliveira C. 2012. Distribution and stability of aflatoxin M₁ during processing and storage of Minas Frescal cheese. *Food Control.* 24: 104-108. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.09.010>.
- Ghiasian S, Maghsood A, Tirang R, Mirhendi S. 2007. Occurrence of aflatoxin M₁ in raw milk during the summer and winter seasons in Hamedan, Iran. *Food Safety.* 27: 188–

198. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2007.00071.x>.
- Giaveti L, Magliani W, Ciociola T, Santiolini C, Conti S, Polonelli L. 2015. AFM1 in Milk: Physical, Biological, and Prophylactic Methods to Mitigate Contamination. *Toxics*. 7:4330-4339. Doi: <https://doi.org/10.3390/toxins7104330>.
- Goncalves B, Goncalves J, Rosim R, Cappato L, Cruz A, Oliveira C. 2017. Effects of different sources of *Saccharomyces cerevisiae* biomass on milk production, composition, and aflatoxin M1 excretion in milk from dairy cows fed aflatoxin B1. *J. Dairy Sci.* 100: 5701-5708. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12215>.
- Granados F. 2016. Insights into the interaction of milk and dairy products with aflatoxin M1. En: *Milk Proteins—Structure to Biological Properties and Health Aspects*. 1^a ed. Croatia: IntechOpen Elsevier Applied Science. P. 265-286.
- Gutiérrez R, Vega S, Pérez J, Ruiz J, Yamazaki A, Rivera J, Urban G, Escobar, A. 2013. Evaluación de Aflatoxina M₁ en leche orgánica producida en Tecpatán, Chiapas, México. *Rev. Salud Anim.* 75: 33-37
- Hajmohammadi M, Valizadeh R, Naserian A, Nourozi M, Rocha R, Oliveira C. 2020. Composition and occurrence of aflatoxin M1 in cow's milk samples from Razavi Khorasan Province, Iran. *Int. J. Dairy Tech.* 73: 40-45. Doi: <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12661>.
- [IARC] International Agency for Research on Cancer. 2002. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. En: *Traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene* (Vol. 82). Lyon: IARC Press.
- Iha M, Barbosa C, Okada I, Truckess M. 2013. Aflatoxin M1 in milk and distribution and stability of aflatoxin M1 during production and storage of yoghurt and cheese *Food control*. 29: 1-6. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.058>.
- Iqbal S, Jinap S, Pirouz A, Ahmad A. 2015. Aflatoxin M1 in milk and dairy products, occurrence and recent challenges: A review. *Trends Food Sci. Tech.* 46: 110-119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2015.08.005>.
- Ismail A, Tharwat N, Sayed M, Gameh S. 2020. Two-year survey on the seasonal incidence of aflatoxin M1 in traditional dairy products in Egypt. *J Food Sci Technol*. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04254-3>.
- Ministerio de salud y protección social-MSPS. 2013. Resolución 4506: Por la cual se establecen los niveles máximos de contaminantes en los alimentos destinados al consumo humano y se dictan otras disposiciones. [Internet], [15 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-4506-de-2013.pdf>
- Nemati M, Abbasi M, Khankandi P, Masoud A. 2010. A survey on the occurrence of aflatoxin M1 in milk samples in Ardabil, Iran. *Food control*. 21: 1022-1024. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.12.021>.
- Oliveira F, Corassin C, Correa B, Oswald I. 2014. Animal health: mycotoxins. En *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, 2^{da} ed. Van Alfen N ed. Oxford, UK: Elsevier Limited. p 358-377.
- Pincin L, Oliveira M, Azevedo E, Quintão A, Toaldo I, Bordignon M. 2013. Influence of climate conditions on aflatoxin M1 contamination in raw milk from Minas Gerais State, Brazil *Food Control*. 31:419-424. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.10.024>.
- Sadia A, Abdul M, Deng Y, Akbar E, Riffat S, Naveed S, Arif M. 2012. A survey of aflatoxin M1 in milk and sweets of Punjab, Pakistan. *Food control*. 26: 235-240. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.01.055>.
- Skrbic B, Zivancev J, Antic I, Godula M. 2014. Levels of aflatoxin M1 in different types of milk collected in Serbia: Assessment of human and animal exposure *Food control*. 40: 113-119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.039>.
- Tarazona L, Villate J, Forero E, Grijalba J, Vargas J, Andrade R. 2019. Presencia de microorganismos micóticos en leche cruda de tanques de enfriamiento en el Altiplano Boyacense (Colombia). *Rev. CES Med. Zootec.* 14: 8-17. <http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.14.2.1>.
- Temamogullari F, Kanici A. 2014. Short communication: Aflatoxin M1 in dairy products sold

- in Sanliurfa, Turkey. *J. Dairy Sci.* 97: 162-165. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6184>.
- Tomasevic I, Petrovic J, Jovetic M, Raicevic S, Milojevic M, Miocinovic J. 2015. Two year survey on the occurrence and seasonal variation of aflatoxin M₁ in milk and milk products in Serbia. *Food Control*. 56: 64-70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.03.017>.
- Unidad de seguimiento a los precios de la leche. 2020. Bogotá: Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. [Internet], [09 de abril de 2020]. Disponible en: <http://uspleche.minagricultura.gov.co/volumen-de-acopio-total.html>
- Villar D, Olivera M, Dídier J, Chaparro J. 2012. Aproximación al tema de residuos antimicrobianos y antiparasitarios en leche. 1^{ra} ed. Medellín: Universidad de Antioquia. 85 p.
- Xiong J, Wang Y, Ma M, Liu J. 2013. Seasonal variation of aflatoxin M₁ in raw milk from the Yangtze River Delta region of China. *Food control*. 34:703-706. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.06.024>.
- Yunus A, Imtiaz N, Khan H, Nawaz M, Ibrahim M, Zafar Y. 2019. Aflatoxin contamination of milk marketed in Pakistan. *Toxins*. 11:110-115. Doi: <https://doi.org/10.3390/toxins11020110>.
- Zinedine A, González J, Soriano J, Moltó L, Idrissi L, Mañes J. 2007. Presence of aflatoxin M₁ in pasteurized milk from Morocco. *Food Control*. 114:25–29. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.11.001>.

Article citation:

TARRAZONA-MANRIQUE LE, ANDRADE-BECERRA RJ, VARGAS-ABELLA JC. 2020. Detección de aflatoxina M₁ en muestras de leche cruda de vacas en tanques de enfriamiento en Boyacá (Colombia). [Detection of aflatoxin M₁ in raw cow milk samples in cooling tanks in Boyacá (Colombia)]. *Rev Med Vet Zoot.* 67(3): 219-229. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n3.93929](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n3.93929).

Parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres cautivos en el Centro de Fauna de San Emigdio, Palmira (Colombia)

Y. D. Sierra^{1*}, N. Vence¹, P. Herrera¹, A. S. Cañate², J. Vanegas³

RESUMEN

La parasitosis intestinal en mamíferos silvestres es una de las principales complicaciones debido a las condiciones exógenas del cautiverio; predisponen al animal a complicaciones fisiológicas o infecciones secundarias que impiden su rehabilitación y reintroducción. El objetivo de esta investigación fue determinar la presencia de parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres del Centro de Atención y Valoración de Fauna silvestre del Centro de Educación Ambiental San Emigdio, San Emigdio, Palmira (Colombia). Se tomaron muestras fecales de 25 animales cautivos en el Centro de Atención y Valoración y fueron analizadas mediante dos técnicas: a) montaje con solución salina al 0,85 % y solución de lugol al 1% y b) técnica de flotación por solución saturada (Sheather) con densidad de 1.28g/ml, encontrando un 36% de positividad. Se encontró *Enterobius vermicularis*, *Fasciola* sp., *Entamoeba* sp. y *Ancylostoma* sp. El grupo de primates no humanos presentó cargas parasitarias más altas con respecto a felinos, caninos y demás mamíferos del estudio. Los microorganismos identificados son reconocidos como parásitos causantes de complicaciones en animales cautivos y en libertad; al igual, son catalogados como posibles riesgos zoonóticos.

Palabras clave: zoonosis, nematodo, protozoo, trematodo, vida silvestre.

Gastrointestinal parasites in captive wild mammals at the fauna center from San Emigdio, Palmira (Colombia)

ABSTRACT

Intestinal parasitosis in wild mammals is one of the main complications due to the exogenous conditions of captivity. They predispose the animal to physiological complications or secondary infections that prevent its rehabilitation and reintroduction. The objective is to determine the presence of gastrointestinal parasites in wild mammals from the Wildlife Care and Valuation Center of the San Emigdio Environmental Education Center, San Emigdio, Palmira (Colombia). Fecal samples were taken from 25 captive animals in Care and Valuation Center being analyzed using two techniques: a) assembly with 0.85% saline solution and 1% lugol solution and b) saturated solution flotation technique (Sheather) with a density of 1.28g/ml, with a 36% of positivity. *Enterobius vermicularis*, *Fasciola* sp., *Entamoeba* sp. and *Ancylostoma* sp. were found. The group of

¹ Departamento de Microbiología, Facultad de la Salud, Universidad Popular del Cesar, Valledupar (Colombia).

² Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Santander, Valledupar (Colombia).

³ Centro de Atención y Valoración de Fauna Silvestre San Emigdio, Palmira (Colombia).

* Autora para correspondencia: ydsierra@unicesar.edu.co.

non-human primates had higher parasitic intensity compared to felines, canines and other mammals in the study. The identified microorganisms are recognized as parasites causing complications in captive animals and in free life; likewise, they are classified as possible zoonotic risks.

Keywords: zoonoses, nematode, protozoa, trematode, wildlife.

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país con gran biodiversidad animal, donde los mamíferos silvestres han alcanzado niveles importantes con respecto al panorama mundial (Rangel-Ch 2015); sin embargo, según un estudio de la Organización de las Naciones Unidas (2019) por el impacto de la actividad humana en la naturaleza, un promedio de alrededor del 25% de los animales están ahora en peligro de extinción, incluyendo a los mamíferos. Estas acciones antropogénicas han provocado un aumento en el ingreso de animales, sobre todo mamíferos, a centros de atención y valoración para su reintroducción en los ecosistemas (Schenk y Souza 2014).

Durante el cautiverio los protocolos de recuperación y prevención de enfermedades son puestos en acción para mantener la salud y bienestar animal. Entre ellos, el diagnóstico y control de parásitos gastrointestinales constituye una de las medidas realizadas por los centros de atención y valoración, debido a la fácil propagación e ingesta de agentes capaces de causar enfermedades intestinales con alta morbilidad y mortalidad en la población cautiva (Maesano *et al.* 2014). Las condiciones de cautiverio propician la permanencia en el hospedero debido a la autoinfección o reinfección cuando las condiciones y factores como la alimentación, manejo y presencia de hospederos intermediarios o vectores lo permiten (Acosta *et al.* 2015).

Los estudios en el ámbito de la sanidad animal de mamíferos silvestres cautivos o en libertad, se han enfocado princi-

palmente en las enfermedades producidas por bacterias y virus (Llanos-Soto y González-Acuña 2019). Sin embargo, las enfermedades intestinales producidas por parásitos son más frecuentes debido a la alometría conductual de los mamíferos (Han *et al.* 2015). Además, este tipo de enfermedades se caracterizan por la pérdida de nutrientes, desnutrición y otras complicaciones que predisponen al animal a enfermedades fisiológicas, infecciosas y a microorganismos oportunistas (Aivelo y Norberg 2017).

Adicionalmente, los parásitos intestinales como factores influyentes en el deterioro de la salud animal y la extensión en el tiempo de recuperación para la reintroducción de los animales, están involucrados como posibles riesgos zoonóticos para el personal de los centros de atención y valoración encargados de su manipulación (Santos *et al.* 2015). Esta posibilidad aumenta en comunidades dedicadas a la caza y comercialización de estos animales.

Teniendo en cuenta los factores que predisponen una parasitosis y que en condiciones de cautiverio puede ser mortal para los animales, es importante que los centros de atención y valoración de fauna silvestre ofrezcan bienestar para el animal desde su ingreso hasta su reintroducción, y esto incluye métodos parasitológicos efectivos. El objetivo del presente estudio fue determinar la presencia de parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres del Centro de Atención y Valoración de Fauna silvestre del Centro de Educación

Ambiental San Emigdio, San Emigdio, Palmira (Colombia).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de estudio

La investigación se realizó en el Centro de Atención y Valoración de Fauna Silvestre San Emigdio del Centro de Educación Ambiental San Emigdio ubicado la vereda La Zapata, municipio de Palmira, Valle del Cauca (Colombia) a una altitud de 1250 ms. n. m. y una temperatura media anual de 23,8 °C (Centro de Educación Ambiental San Emigdio 2018).

Población de estudio

El estudio se realizó en 25 mamíferos cautivos ingresados en el Centro de Atención y Valoración de Fauna silvestre durante el mes de noviembre de 2019. Las especies analizadas fueron: *Ateles fusciceps* (n=4), *Ateles hybridus* (n=4), *Ateles belzebuth* (n=3), *Nasua nasua* (n=2), *Potos flavus* (n=3), *Lagothrix lagotricha* (n=1), *Eira barbara* (n=1), *Leopardus pardalis* (n=2), *Cerdocyon thous* (n=5), los cuales se encontraban en tres recintos separados con óptimas condiciones como piso de cemento, aseo frecuente e ingesta de agua potable, identificados como bloque 1, bloque 2 y bloque 3 tomados como criterio su división en grupos.

Toma de muestra

Por cada animal se tomaron tres muestras de materia fecal fresca (3 g/muestra) hacia las 6:00am. Para la recolección se tuvo en cuenta la parte central de las heces sin tener contacto con el suelo u otra superficie contaminante (Alvarado-Villalobos *et al.* 2017).

Las muestras se rotularon con fecha, hora de la toma de muestra y un código

numérico que correspondía al microchip de identificación que poseía cada animal. Según la Resolución 1172 de 2004 estos dispositivos se utilizan como medio de identificación segura de animales, sin excluir el empleo de otros métodos; para los animales que no portaban el microchip se asignó una identificación alfanumérica teniendo en cuenta el recinto y número de la jaula donde se encontraban. Posteriormente, las muestras se transportaron a los laboratorios del Centro de Atención y Valoración para el análisis parasitológico. El tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y su procesamiento fue en todos los casos inferior a una hora.

Procesamiento de muestra

Las muestras de material fecal se analizaron por dos técnicas: a) montaje con solución salina al 0,85 % y solución de lugol al 1% entre porta y cubreobjetos en microscopía de luz (aumentos 100 x y 400 x) y b) técnica de flotación por solución saturada (Sheather) con densidad de 1,28g/ml con observación en microscopio óptico (aumentos 100 x y 400 x). Para la identificación de estructuras parasitarias se utilizaron claves taxonómicas (World Health Organization 2019; Moravec 2010; Skryabin *et al.* 1991a; Skryabin *et al.* 1991b).

Consideraciones éticas

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Centro de Educación Ambiental San Emigdio (Colombia), quienes apoyaron la toma de muestras clínicas en los ejemplares.

RESULTADOS

De manera general se encontró un total de nueve individuos positivos (36%) de

los 25 analizados. Entre los parásitos identificados se encuentran *Enterobius vermicularis*, *Fasciola* sp., *Entamoeba* sp. y *Ancylostoma* sp. La distribución de los parásitos intestinales en cada grupo de animales se presenta en la Tabla 1.

La carga parasitaria de cada animal se midió y se interpretó de acuerdo a la can-

tidad de cruces, de la siguiente forma: una cruz (+), infestación leve de 1-5 estructuras parasitarias por campo; dos cruces (++), infestación moderada de 6-10 estructuras parasitarias por campo, y tres cruces (+++), infestación grave de 11 a 20 estructuras parasitarias por campo (Canto y Figueroa Castillo 2018).

TABLA 1. Resultados de los análisis parasitológicos de los mamíferos cautivos en el Centro de Atención y Valoración del Centro de Educación Ambiental San Emigdio.

Bloque 1	Número de Identificación	Resultado de análisis parasitológico
<i>Ateles fusciceps</i>	84626	Negativo
<i>Ateles hybridus</i>	83510	Negativo
<i>Ateles belzebuth</i>	53893	Negativo
<i>Ateles fusciceps</i>	52834	Negativo
<i>Ateles hybridus</i>	40369	Huevos de <i>Enterobius vermicularis</i> +++
<i>Ateles belzebuth</i>	75400	Huevos de <i>Enterobius vermicularis</i> +++
<i>Ateles fusciceps</i>	41030	Huevos de <i>Enterobius vermicularis</i> +++
<i>Ateles hybridus</i>	83460	Huevos de <i>Enterobius vermicularis</i> +++
<i>Ateles belzebuth</i>	74010	Huevos de <i>Enterobius vermicularis</i> +++
<i>Ateles hybridus</i>	74526	Huevos de <i>Enterobius vermicularis</i> +++
<i>Nasua nasua</i>	94532	Negativo
<i>Potos flavus</i>	38210	Negativo
<i>Potos flavus</i>	75536	Negativo
<i>Potos flavus</i>	52357	Negativo
Bloque 2		
<i>Nasua nasua</i>	75692	Negativo
<i>Ateles hybridus</i>	84442	Negativo
<i>Lagothrix lagotricha</i>	83963	Negativo
Bloque 3		
<i>Eira barbara</i>	85966	Huevos de <i>Fasciola</i> sp. +
<i>Leopardus pardalis</i>	B3J3	Quistes de <i>Entamoeba</i> sp. +
<i>Leopardus pardalis</i>	B3J4	Negativo
<i>Cerdocyon thous</i>	B3J5	Negativo
<i>Cerdocyon thous</i>	B3J61	Negativo
<i>Cerdocyon thous</i>	B3J62	Negativo
<i>Cerdocyon thous</i>	B3J63	Negativo
<i>Cerdocyon thous</i>	84437	Huevos de <i>Ancylostoma</i> sp. +

Se debe mencionar que los primates que resultaron positivos a estructuras parasitarias estaban agrupados en dos jaulas consecutivas en grupos de tres; los demás mamíferos positivos se encontraban en jaulas individuales.

En las siguientes imágenes se evidencia el hallazgo de las estructuras parasitarias:

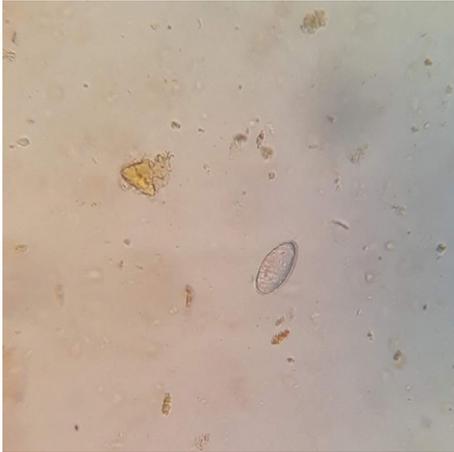


FIGURA 1. Huevos de *Enterobius vermicularis* observados en mamíferos primates *Ateles* sp. Elaboración propia.

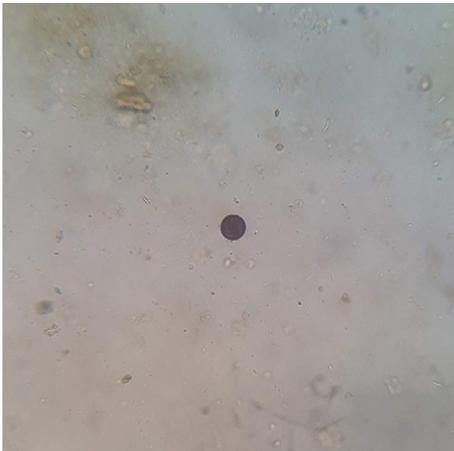


FIGURA 2. Huevos de *Entamoeba* sp. observados en mamífero *Leopardus pardalis*. Elaboración propia.

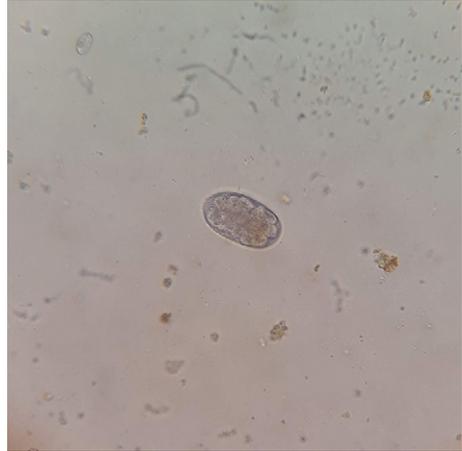


FIGURA 3. Huevo de *Ancylostoma* sp. observados en mamífero *Cerdocyon thous*. Elaboración propia.



FIGURA 4. Huevo de *Fasciola* sp. observados en mamífero *Eira barbara*. Elaboración propia.

DISCUSIÓN

El porcentaje de prevalencia de parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres está mediado principalmente por factores exógenos. De acuerdo con la condición de cautividad la parasitosis aumenta o disminuye. Un estudio en el Zoológico Parque de Las Leyendas en Perú encontró que el cautiverio se relaciona con la predisposición de animales a un aumento en la infección

por parásitos gastrointestinales (Acosta *et al.* 2015).

En el caso de los primates el factor social aumenta la vulnerabilidad a las infecciones parasitarias, debido a que generalmente viven en grupos cerrados que facilitan su transmisión independientemente de su condición de cautividad o libertad (Jasso Del Toro *et al.* 2020); permanecer en manadas los mantiene propensos a presentar altas cargas y prevalencia de parásitos gastrointestinales.

Los parásitos identificados en el presente estudio coinciden con infecciones reportadas tanto en cautiverio como en libertad (Botero *et al.* 2011), lo que evidencia que la vida silvestre no evita la infectividad por parásitos; sin embargo, el cautiverio contiene factores con posibilidad de favorecer infecciones de parásitos intestinales y consigo la predisposición a infecciones secundarias o fisiológicas (Santos *et al.* 2015).

En el caso de los félidos, Chinchilla-Carmona *et al.* (2020) y Manjunatha *et al.* (2019) han reportado parásitos del género *Entamoeba* sp., en los *Leopardus pardalis* alojados en un centro de atención y valoración de fauna silvestre.

La prevalencia de *Entamoeba* sp. en félidos es relativamente baja en el centro de atención y valoración del presente estudio, posiblemente debido a las condiciones ofrecidas, como el tipo de alojamiento, el piso de cemento, el aseo frecuente y la ingesta de agua potable. Estudios similares manifiestan que estas condiciones habrían evitado la presencia de otros protozoos como *Isospora* sp., *Sarcocystis* sp., *Hammondia* sp., *Toxoplasma gondii* y *Cytoisopora* sp. en animales en cautiverio (Barrios 2017).

Otros estudios mencionan que la infectividad por *Fasciola* sp., en mamíferos como *Eira barbara* no es tan frecuente como otras especies de parásitos que prevalecen en la

mayoría de los estudios (Gómez Fraga y Lascano 2013). Sin embargo, puede ocasionar patologías relativamente graves como hepatomegalia e ictericias (López-Villacís *et al.* 2017). Además, debemos mencionar su importancia en la salud humana al ser un parásito zoonótico. Los problemas de salud por fasciolosis pueden agudizarse debido a los factores climáticos como las altas temperaturas que perpetúan el ciclo de vida del parásito (Mas-Coma *et al.* 2018).

La presencia y elevada carga parasitaria de *Enterobius vermicularis* en primates no humanos analizados en esta investigación podría estar implicada en posibles complicaciones de la salud animal, con síntomas como irritación intestinal que puede acarrear dolores abdominales (Bundy *et al.* 2020) debido a una posible transmisión por contacto directo entre los primates que se encuentren en un mismo encierro. La manipulación y exposición a este agente parasitario representa así mismo posibles riesgos zoonóticos. La presencia de este parásito es mayormente frecuente en humanos en edad infantil, pero se han reportado casos en adultos (Dick y Hannay 2017).

Independientemente de encontrar otros parásitos con posibilidad de riesgo zoonótico y con reportes frecuentes en humanos como *Entamoeba* sp. y *Fasciola* sp., *Enterobius vermicularis* contiene mayor riesgo para la salud humana, principalmente por la similitud genética existente entre humanos y primates no humanos (Davoust *et al.* 2018), a diferencia de otros grupos de mamíferos silvestres presentes en el estudio.

CONCLUSIÓN

Los parásitos gastrointestinales encontrados evidencian la susceptibilidad de los mamíferos en cautiverio a una infección parasitaria, deteriorando significativamente

su salud debido a la condición en la que se encuentran. Es necesario implementar medidas preventivas y de control para la salud animal en los centros de atención y valoración y evitar así posibles riesgos zoonóticos, principalmente aquellos derivados de parásitos que afectan a los primates no humanos, que por su similitud genética con los humanos y por las elevadas cargas de parásitos que pueden portar, como *Enterobius vermicularis*, representan un riesgo. Así mismo, la presencia de parásitos como *Entamoeba* sp. y *Fasciola* sp. también representa un riesgo de zoonosis por la manipulación de animales en cautiverio.

Agradecimientos

A Dios, sin Él es imposible, al Centro de Educación Ambiental San Emigdio (CVC) por permitir la realización de la investigación, a cada uno de los autores y al personal del Centro de Atención y Valoración de Fauna Silvestre participante por su entrega y colaboración para el éxito del estudio.

Conflicto de intereses

Los autores del presente manuscrito emiten no tener conflicto de intereses.

Financiación

Este estudio se financió por el Centro de Educación Ambiental San Emigdio y recursos de los autores.

REFERENCIAS

Acosta M, Tantaleán M, y Serrano-Martínez, E. 2015. Identificación de Gastrointestinales por Coproscopía en Carnívoros Silvestres del Zoológico Parque de las Leyendas, Lima, Perú. Rev Inv Vet Perú, 26(2): 282–290.

Aivelo T, Norberg A. 2017. Parasite–microbiota interactions potentially affect intestinal com-

munities in wild mammals. J Anim Ecol, 87(2): 438–447.

- Alvarado-Villalobos MA, Cringoli G, Maurelli MP, Cambou A, Rinaldi L, Barbachano-Guerrero A, Guevara R, Chapman CA, Serio-Silva JC. 2017. Flotation techniques (FLOTAC and mini-FLOTAC) for detecting gastrointestinal parasites in howler monkeys. Parasit Vectors. 10 (1): 586. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2532-7>.
- Barrios Cruz JP. 2017. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en felinos silvestres hacinados en el zoológico de Managua-Nicaragua periodo 2014 al 1er trimestre del 2017. [Tesis de Doctorado]. [Managua-Nicaragua] Universidad Nacional Agraria.
- Botero LC, Fernández A, Forero N, Rosas S, Tovar DS. 2011. Análisis retrospectivo de las enfermedades parasitarias del mono ardilla (*Saimiri sciureus*) en dos condiciones ex situ en el noroccidente de los Andes suramericanos. Rev Med Vet, 2011 (22): 85-93. Doi: <https://doi.org/10.19052/mv.557>.
- Bundy DAR, Appleby LJ, Brooker SJ. 2020. Nematodes Limited to the Intestinal Tract (*Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichiura*, *Capillaria philippinensis*, and *Trichostrongylus* spp.). In: ET Ryan, DR Hill, T Solomon, NE Aronson, TP Endy (Eds.), Trop Med Emerging Infect Dis (10): 834-839. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-55512-8.00111-3>
- Canto YA, Figueroa Castillo JA. 2018. Diagnóstico de Parásitos de interés en Medicina Veterinaria [Internet]. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/1240>.
- Centro de educación ambiental San Emigdio. 2018. Centro de educación ambiental San Emigdio. Disponible en: <https://www.cvc.gov.co/centro-educacion-ambiental/san-emigdio>.
- Davoust B, Lévasseur A, Mediannikov O. 2018. Studies of nonhuman primates: key sources of data on zoonoses and microbiota. New Microbes New Infect, 26 (1): 104-108. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2018.08.014>.
- Dick L, Hannay J. 2017. *Enterobius vermicularis* presentation during laparoscopic cholecystec-

- tomy. *J Surg Case Rep*, 2017(1). Doi: <https://doi.org/10.1093/jscr/rjw239>.
- Gómez Fraga CDP, Lascano P. 2013. Diagnóstico parasitario en los animales del centro de rescate de fauna silvestre Yana Cocha ciudad del Puyo provincia de Pastaza. [Tesis de pregrado]. [Puyo provincia de Pastaza, Ecuador] Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Han BA, Park AW, Jolles AE, Altizer S. 2015. Infectious disease transmission and behavioural allometry in wild mammals. *J Anim Ecol*, 84(3): 637-646. Doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12336>.
- Jasso Del Toro C, Mondragón-Ceballos R, Gutiérrez-García G. 2020. Potential Food Availability Influences Social Interactions of Young Individuals in a Neotropical Primate (*Alouatta palliata*). *Folia Primatologica; J Primatol*, 91(1): 31-47. Doi: <https://doi.org/10.1159/000501408>.
- Llanos-Soto S, González-Acuña D. 2019. Knowledge about viral and bacterial pathogens present in wild mammals in Chile: A systematic review. *Rev Chil Infectol*, 36(1): 43-67. Doi: <https://doi.org/10.4067/s0716-10182019000100043>.
- López-Villacís IC, Artieda-Rojas JR, Mera-Andrade RI, Muñoz-Espinoza MS, Rivera-Guerra VE, Cuadrado-Guevara AC, Zurita-Vásquez JH, Montero-Recalde MA. 2017. Fasciola hepática: Aspectos relevantes en la salud animal. *J Selva andina Anim Sci*, 4(2): 137-146.
- Maesano G, Capasso M, Ianniello D, Cringoli G, Rinaldi L. 2014. Parasitic infections detected by FLOTAC in zoo mammals from Warsaw, Poland. *Acta Parasitol*, 59(2): 343-353. Doi: <https://doi.org/10.2478/s11686-014-0249-8>.
- Manjunatha V, Rout M, Salian N, Kshama LM, Sreevatsava V, Umashankar KS y Byregowda SM. 2019. Evaluación co-ovoscópica del parasitismo gastrointestinal en carnívoros caninos y felinos cautivos. *J Anim Res* 9 (1): 209-214.
- Mas-Coma S, Bargues MD, Valero MA. 2018. Human fascioliasis infection sources, their diversity, incidence factors, analytical methods and prevention measures. *Parasitol*, 145(13): 1665-1699. Doi: <https://doi.org/10.1017/S0031182018000914>.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. 2004. Resolución 1172 de 2004. Por el cual se establece el Sistema Nacional de Identificación y Registro de los Especímenes de Fauna Silvestre en condiciones Ex situ. *Diario Oficial de Colombia*; 11 de Octubre de 2004. Disponible en: <https://diario-oficial.vlex.com.co/vid/resolucion-1172-43214839>.
- Moravec F. 2010. Gibbons LM: keys to the Nematode Parasites of Vertebrates. *Parasite Vectors*, 3 (9): 266-267 Doi: <https://doi.org/10.1186/1756-3305-3-9>.
- Organizacion de las Naciones Unidas. 2019. Un millón de especies amenazadas: el preocupante informe de la Organización de las Naciones Unidas sobre el impacto del ser humano en el planeta. *BBC news*; 6 mayo 2019. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48176068>
- Rangel-Ch JO. 2015. La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Rev Acad Colomb Cienc Exact Fis Nat*, 39(151): 176-200. Doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.136>.
- Santos PM, Silva SGN, Fonseca CF, Oliveira JB, Santos PM, Silva SGN, Fonseca CF, Oliveira JB. 2015. Parasitos de aves e mamíferos silvestres em cativeiro no estado de Pernambuco. *Pesqui Vet Bras*, 35(9): 788-794. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000900004>.
- Schenk AN, Souza MJ. 2014. Major Anthropogenic Causes for and Outcomes of Wild Animal Presentation to a Wildlife Clinic in East Tennessee, USA, 2000-2011. *Public Lib Sci One* 9(3). Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093517>.
- Skryabin KI, Shikhobalova NP, Mozgovoi AA. 1991a. Key to Parasitic Nematodes. (2). *Oxyurata and Ascaridata*. 1th ed. Leiden: EJ Brill. 703 p.
- Skryabin KI, Shikhobalova NP, Schulz RS, Popova TI, Boev SN, Delyamure SL. 1991b. Key to Parasitic Nematodes. (3). *Strongylata*. 1th ed. Leiden: EJ Brill. 912 p.
- World Health Organization. 2019. Bench aids for the diagnosis of intestinal parasites. 2th ed. Ginebra: Dr. A Montresor. 32 p.

Article citation:

Sierra YD, Vence N, Herrera P, Cañate AS, Vanegas J. 2020. Parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres cautivos en el Centro de Fauna de San Emigdio, Palmira (Colombia). [Gastrointestinal parasites in captive wild mammals at the fauna center from San Emigdio, Palmira (Colombia)]. Rev Med Vet Zoot. 67(3): 230-238. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n3.93930](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n3.93930).

Efectos de la adición de probiótico *Saccharomyces cerevisiae* sobre histomorfología intestinal en pollos de engorde

D. M. Quevedo¹, J. E. Ochoa¹, J. R. Corredor¹, S. L. Pulecio^{1*}

Artículo recibido: 18 de junio de 2020 · Aprobado: 15 de noviembre de 2020

RESUMEN

Este trabajo describe los efectos del probiótico *Saccharomyces cerevisiae* sobre el área, número de criptas de Lieberkühn en duodeno y yeyuno, y producción de moco en ambas secciones intestinales de pollos de engorde. Fueron empleados los tejidos de un total de 27 individuos clasificados en un grupo control GC (n=12) y un grupo suplementado con probióticos GP (n=15). Los resultados revelaron que los grupos suplementados con el *S. cerevisiae* presentaron una mayor amplitud del área de las criptas en duodeno (p= 0,0119) y yeyuno (p= 0,0355), menor número de criptas por milímetro en duodeno (p= 0,0420) y mayor producción de moco en duodeno respecto al grupo control (p= 0,0185), mientras que en yeyuno no se observaron diferencias significativas. Se concluyó que el uso de *Saccharomyces cerevisiae* aumentó el tamaño del área de las criptas en ambas secciones intestinales y aumentó la producción de moco en duodeno; lo cual, al aumentar la superficie de absorción intestinal, seguramente podría resultar en mejoras de los parámetros productivos.

Palabras clave: pollo de engorde, suplemento, morfología, intestino delgado.

Effects of addition of probiotic *Saccharomyces cerevisiae* on intestinal histomorphology in broilers

ABSTRACT

This work describes the effects of the probiotic *Saccharomyces cerevisiae* on the area, number of Lieberkühn crypts in the duodenum and jejunum, and mucus production in both intestinal sections. Tissues from a total of 27 individuals were used, classified in control group - GC (n = 12) and group supplemented with probiotics - GP (n = 15). The results revealed that the group supplemented with *S. cerevisiae* presented a greater area of the crypts in the duodenum (p = 0.0119) and jejunum (p = 0.0355), less number of crypts per millimeter in the duodenum (p = 0.0420) and higher mucus production in the duodenum compared to the control group (p = 0.0185), while in the jejunum no significant differences were observed. It was concluded that the use of *Saccharomyces*

¹ Grupo de Investigación en Patología de Animales Domésticos y Silvestres, Laboratorio de Histopatología, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Meta (Colombia).

* Autor para correspondencia spulecio@unillanos.edu.co, slpulecios@unal.edu.co

cerevisiae increased the size of the crypt area in both intestinal sections and increased mucus production in the duodenum; which by increasing the intestinal absorption surface could surely result in improvements in the productive parameters.

Key words: broiler, supplements, histology, small intestine.

INTRODUCCIÓN

Los probióticos han sido descritos en varios estudios como una alternativa de origen biológico y bajo costo al uso de antibióticos como promotores de crecimiento, garantizando la inocuidad del alimento y minimizando los riesgos de generación de resistencia bacteriana a antimicrobianos (Gutiérrez *et al.* 2013). Aunado a esto, la producción avícola actualmente viene atravesando nuevos retos, sobre todo en sistemas intensivos donde las aves pueden llegar a enfrentar niveles significativos de estrés, lo que dificulta implementar dietas y manejo que promuevan el equilibrio de la microbiota intestinal de las aves; predisponiendo la colonización de enteropatógenos (Kabir 2009). Es allí donde los probióticos actúan, ya que compiten por la adhesión en los receptores del epitelio intestinal y por nutrientes (Blajman *et al.* 2015). Los niveles de estrés a los cuales pueden estar sometidos los pollos de engorde pueden incluso alterar las poblaciones celulares de la línea de defensa, lo cual puede también influir en el desarrollo de una infección ya sea parasitaria o bacteriana (Hirakawa *et al.* 2020); sin embargo, este aspecto no es evaluado en el presente estudio.

Las levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* se encuentran dentro del grupo de los probióticos más usados debido a que sus propiedades fisicoquímicas les confieren la capacidad de generar una relación simbiótica entre el huésped y su microbiota intestinal; de manera que la adición de estas en los piensos es una de las opciones más prácticas para disminuir

el riesgo de alteraciones intestinales en las aves de producción (Díaz *et al.* 2017); además, ha sido descrito que *Saccharomyces cerevisiae* permite que las bacterias enteropatógenas se adhieran a ella través de las fibras dietéticas, en vez de adherirse a los receptores de células epiteliales intestinales, evitando así la colonización e infección bacteriana (Becker and Galleti 2008).

Ha sido documentado que *Escherichia coli* K88 y *Salmonella enterica* sv. *Typhimurium* aisladas de cerdos se unían efectivamente a un producto comercial elaborado a base de una levadura, que al igual que *S. cerevisiae* cuenta con manosas en su superficie. Con base a lo anterior, Becker and Galleti (2008) afirman que el tratamiento en aves de corral con productos que contienen manosa podría disminuir la infección causada por diferentes bacterias y a su vez, el riesgo de transmisión de patógenos zoonóticos al consumidor final.

Varios estudios han descrito cambios en la morfología intestinal de pollos de engorde suplementados con diferentes probióticos. Por ejemplo, que la altura media de la vello-sidad en duodeno, yeyuno e íleon fue mayor y la profundidad media de la cripta del duodeno también fue más alta, lo cual da lugar a un área mayor de absorción de nutrientes como resultado de la suplementación con probióticos (Sun *et al.* 2005; Lemos *et al.* 2013; Padihari *et al.*; 2014).

Debido a que numerosos estudios son realizados *in vitro* es necesario explorar en detalle algunas implicaciones de la suplementación con probióticos en las dietas de animales de producción, en este

trabajo puntualmente el objetivo fue determinar los cambios en la histomorfología intestinal de animales suplementados con *Saccharomyces cerevisiae*.

Para respaldar los diferentes reportes de los efectos benéficos de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* sobre la morfometría intestinal, se buscó determinar el efecto de esta específicamente sobre las criptas y la producción de moco, realizando conteo y medición de las áreas de las criptas de Lieberkühn en duodeno y yeyuno y determinando el porcentaje de producción de moco en ambas secciones intestinales de las aves suplementadas con el probiótico vs grupo control.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Histopatología de la Escuela de Ciencias Animales, Programa Medicina Veterinaria y Zootecnia, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad de los Llanos, ubicada a una altura de 465 m. n. m, temperatura promedio de 25,5°C, precipitación anual de 4050 mm y humedad relativa entre 67 y 83%. Los pollos se mantuvieron confinados en un galpón que contaba con 18 jaulas (dimensiones: 1 m X 70 cm X 50 cm) cada una equipada con su respectivo comedero y bebedero.

Diseño experimental

Fueron utilizados tejidos obtenidos de pollos Cobb 500 de 45 días de edad. Los individuos pertenecientes al estudio fueron criados en un mismo galpón, divididos en jaulas, considerando los grupos control y experimental. Los individuos contaban con agua y alimento a voluntad, fueron

alimentados con dieta comercial Itacol® iniciación durante los primeros 15 días de acuerdo con las indicaciones del fabricante y engorde, tanto en el grupo control como en el grupo experimental. La suplementación con el probiótico inició a partir del día 15 con 5 días de acostumbamiento, iniciando registros a partir del día 20 de su consumo. El probiótico empleado correspondió a un producto comercial Levapan®, fueron administrados 5 mg del producto seco por cada kilogramo de la dieta comercial. Los registros fueron tomados desde el día 20 de vida de los individuos. La totalidad del estudio fue realizada en la granja Barcelona de la Universidad de los Llanos.

Se utilizaron dos grupos de estudio: grupo control cuya dieta no contenía *Saccharomyces cerevisiae* (GC) (n=12) y grupo suplementado con *Saccharomyces cerevisiae* en el concentrado (GP) (n=15), asegurando la concentración de 10⁷ UFC/g del probiótico en la dieta experimental.

También se llevó a cabo la cuantificación histopatológica del número de criptas por milímetro de las mismas porciones de intestino a través del programa *Image J*, que permite realizar el conteo de estas en un espacio de 1 mm en las fotografías tomadas previamente a un aumento de 4X; se usaron 8 ejemplares para GC y 15 para GP.

Procesamiento de tejidos y análisis histopatológico

Los tejidos fueron procesados en el laboratorio de histopatología, siguiendo los protocolos histotécnicos de rutina, cortados a 4µ de grosor y coloreados con hematoxilina y eosina y ácido peryódico de Schiff (PAS).

Las microfotografías analizadas fueron tomadas usando un microscopio óptico LEICA® DM 500 y una cámara LEICA® ICC50W. Posteriormente, se realizó la medición de áreas de criptas de las

porciones de intestino delgado: duodeno y yeyuno, se usó la fórmula para elipse a través de la toma de diámetro transversal y longitudinal de la cripta tanto en duodeno como yeyuno. Fueron seleccionadas 5 criptas por individuo y con el software LAS EZ[®] se realizaron las mediciones en aumentos de 4X y 10X. Para estas variables fueron analizadas para GC, 10 muestras (n=10) y para GP, 15 muestras (n=15).

Posteriormente, se determinó el porcentaje de moco en duodeno y yeyuno usando la coloración de ácido peryódico de Schiff (PAS). Para determinar el porcentaje de moco se usó el software *Image Pro-Plus*[®] que permitió realizar mediciones del **área** con presencia de moco y determinar su porcentaje por campo. Las fotografías fueron tomadas en el aumento 40X, tomando cinco campos de cada segmento por individuo. Para esta variable fueron analizadas para GC, 12 muestras (n=12) y para GP, 14 muestras (n=14).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico los datos fueron tabulados en Microsoft Office Excel, se

realizó estadística paramétrica. La primera prueba hecha fue la prueba de normalidad d’Agostino y Pearson. Una vez constatado el patrón de normalidad se realizó la prueba T no pareada para comparar los resultados obtenidos de los grupos experimentales. Se consideraron estadísticamente significativos los valores menores a 0,05 ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Área de criptas

La prueba de “t no pareada” reveló diferencias estadísticas en el GP que presentó una mayor área de la cripta del duodeno ($p = 0,0119$) así como mayor área para yeyuno ($p= 0,0355$), haciendo más robustas las criptas intestinales con relación a GC. Los resultados son ilustrados en las Figuras 1 y 2.

Porcentaje de moco

La prueba de “t no pareada” reveló diferencias estadísticas ($p = 0,0185$) con relación a la producción de moco en el duodeno de los animales del GP siendo estadísticamente mayor el porcentaje respecto a

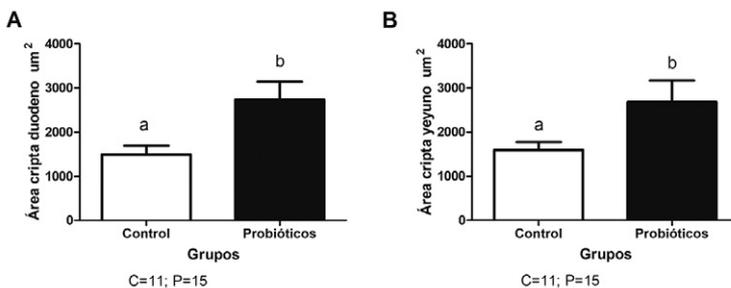


FIGURA 1. Área de las criptas de Lieberkühn (µm²) de duodeno (A) y yeyuno (B) evaluada en el grupo control y el grupo suplementado con probiótico *Saccharomyces cerevisiae*. Esta figura muestra la diferencia en el área de las criptas en duodeno y yeyuno de pollos Cobb 500 de 45 días de edad, de individuos grupo control (A) y del grupo (B) suplementado con probiótico *S. cerevisiae* proveniente de levadura comercial a razón de 5 mg/kg de dieta comercial desde el día 20 de vida. Las letras diferentes sobre las columnas indican diferencia estadística. Los datos son expresados como media ± SE. $P < 0,05$ (prueba “T no pareada”).

GC. En tanto que en yeyuno no hubo diferencias estadísticas ($p = 0,3369$) entre GP y GC. Los resultados son ilustrados en las Figura 3 y 4.

Número de criptas por milímetro

Con respecto al número de criptas de Lieberkühn por milímetro la prueba “t no pareada” evidenció una diferencia significativa

en el duodeno ($p < 0,05$) para GP, cuyo efecto fue disminuir el número de criptas por milímetro ($p = 0,0420$) con relación al GC. Lo que no se observó con relación al yeyuno de los pollos de engorde tratados con probióticos en donde no se revelaron diferencias estadísticas comparadas a sus respectivos controles. Los resultados son ilustrados en la Figura 5.

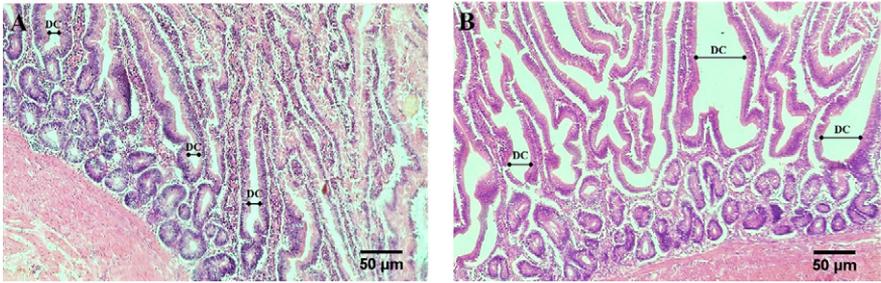


FIGURA 2. Microfotografía de criptas de Lieberkühn en duodeno de pollos Cobb 500 de 45 días de edad, de individuos del grupo control (A) y del grupo (B) suplementado con probiótico *Saccharomyces cerevisiae* proveniente de levadura comercial a razón de 5 mg/kg de dieta comercial desde el día 20 de vida. Coloración con hematoxilina y eosina. **A.** Duodeno 10X. Se observan criptas de Lieberkühn en la mucosa duodenal del grupo control. **B.** Duodeno 10X. Se observan criptas de Lieberkühn en la mucosa duodenal del grupo suplementado. **DC:** diámetro de cripta.

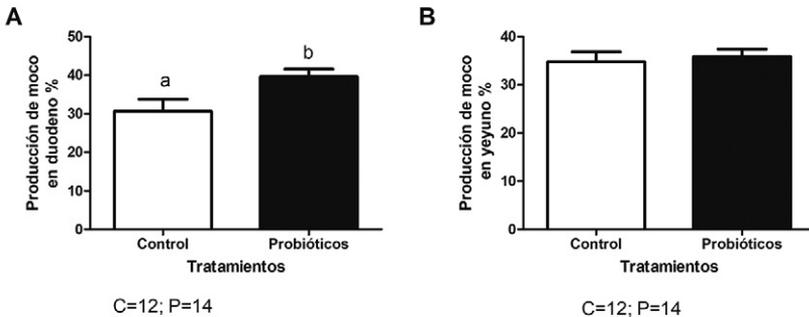


FIGURA 3. Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* sobre la producción de moco en duodeno (A) y yeyuno (B) en pollos de engorde evaluados en el grupo control y grupo suplementado con probiótico. Esta figura muestra la diferencia causada en el aumento en la producción de moco con la suplementación de *S. cerevisiae* en duodeno, y ninguna diferencia por efecto del probiótico en yeyuno con respecto a sus controles. Letras diferentes sobre las columnas indican diferencia estadística. Los datos son expresados como media \pm SE. $P < 0,05$ (prueba “T no pareada”).

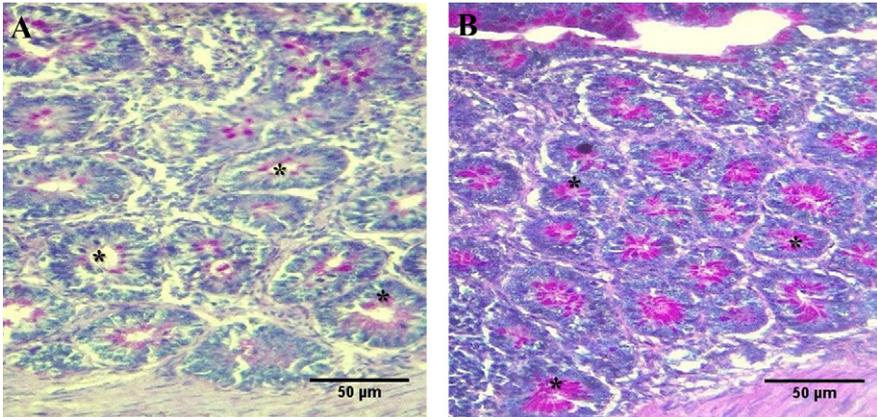


FIGURA 4. Microfotografía de criptas del duodeno de pollos Cobb 500 de 45 días de edad, de individuos del grupo control (A), y del grupo (B) suplementado con probiótico *Saccharomyces cerevisiae* proveniente de levadura comercial a razón de 5 mg/kg de dieta comercial desde el día 20 de vida. Células caliciformes marcadas con la coloración diferencial de Ácido Peryódico de Schiff, productoras de moco en criptas del duodeno. Grupo control muestra coloración magenta (A). Criptas del duodeno grupo tratado con probiótico *Saccharomyces cerevisiae* (B) con células caliciformes marcadas con la coloración diferencial de Ácido Peryódico de Schiff 40x. **A.** Duodeno 40X. Se observa escaso moco (*) en glándulas de la mucosa duodenal de grupo control. **B.** Duodeno 40X. Se observa abundante presencia de moco (*) en glándulas de la mucosa duodenal de grupo suplementado con probióticos. Es evidente la diferencia en la densidad de moco presente en los dos grupos.

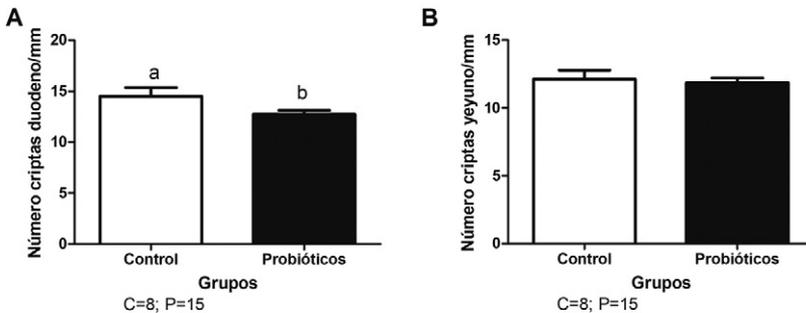


FIGURA 5. Número de criptas de Lieberkühn por milímetro en los segmentos intestinales evaluados: duodeno (A) y yeyuno (B) de pollos Cobb 500 de 45 días de edad, de individuos del grupo control y del grupo suplementado con probiótico *Saccharomyces cerevisiae* proveniente de levadura comercial a razón de 5 mg/kg de dieta comercial desde el día 20 de vida. Letras diferentes sobre las columnas indican diferencia estadística. Los datos son expresados como media \pm SE. $P < 0.05$ (prueba "T no pareada").

DISCUSIÓN

En el presente estudio se encontró que los pollos de engorde suplementados con *Saccharomyces cerevisiae* a través de una levadura comercial presentaron una mayor amplitud del área de las criptas en duodeno y yeyuno en comparación al grupo control, en un 45,3% en duodeno y en 40,6% en yeyuno. Estos resultados son similares a los reportados por López *et al.* (2008) quienes evaluaron tres cepas de levaduras aisladas de frutas encontradas en ambientes naturales y dos levaduras de uso comercial, revelando que las aves presentaron criptas más profundas en el duodeno, pero las criptas más altas se encontraron en los pollos que recibieron levadura nativa, por lo que concluyeron que esta influye sobre la profundidad y altura de las criptas, lo que genera un incremento en el recambio de revestimiento del intestino y la producción de moco.

La cripta es considerada la fábrica de vellosidades, de modo que una cripta más profunda puede indicar un recambio de tejidos más rápido, lo que permite una renovación de las vellosidades que han sufrido alteraciones por acciones patógenas y por consiguiente, mejor capacidad de absorción nutricional; esto también repercute sobre el huésped ya que gastaría más energía en este proceso influyendo indirectamente sobre los parámetros productivos de las aves. Gao *et al.* (2008) afirmaron que las variaciones en la profundidad de las criptas de Lieberkühn pueden ser interpretadas de varias formas; así, una profundidad mayor de las criptas se refleja en más producción y almacenamiento de mucina, por consiguiente, se genera una respuesta eficaz de protección física frente a patógenos.

Barrios *et al.* (2018) reportaron que la adición de una mezcla de *Saccharomyces*

cerevisiae, *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* generó beneficios a nivel intestinal, influyó favorablemente sobre el área de la cripta, revelando que fue mayor en duodeno y yeyuno frente a sus respectivos controles. Los probióticos también generaron mayor producción de moco en duodeno y yeyuno frente a sus controles, lo cual se atribuyó a la combinación de los tres probióticos que potencian su acción sobre el área de la cripta y la cantidad de células caliciformes del duodeno y yeyuno.

Estos resultados son consistentes con la presente investigación en relación al área de la cripta donde se evidenció el efecto de la levadura en duodeno y yeyuno, ya que aumentó con respecto a sus controles y coinciden parcialmente en lo referente a la producción de moco, ya que en el presente estudio se incrementó solamente en el duodeno del grupo suplementado con *Saccharomyces cerevisiae*, difiriendo así de lo reportado previamente por los Barrios *et al.* 2008, quienes obtuvieron aumento del porcentaje de moco en duodeno y yeyuno. Con base a los resultados anteriores de esta investigación se plantea una mayor absorción de nutrientes y producción de moco en el duodeno a causa de la suplementación probiótica.

En varios estudios se ha reportado que la levadura influye positivamente sobre la morfología intestinal ya que en el íleon aumentó la profundidad de las criptas (Teng *et al.* 2017). Resultados similares obtuvieron Wang *et al.* (2017) al evaluar la levadura viva *S. cerevisiae* sobre la histomorfología intestinal en pollos de engorde desafiados a lipopolisacárido, encontraron que la suplementación con 0,5 % del probiótico redujo la profundidad de la cripta en yeyuno e íleon, de modo que la proporción usada de *S. cerevisiae* influye en las diferencias de los resultados, al

augmentar o disminuir la profundidad de las criptas como se observó en las anteriores investigaciones.

Entre otras combinaciones de probióticos y prebióticos con resultados favorables se encuentra el estudio realizado por Seifi *et al.* (2020) quienes describieron la administración de cultivo de levadura *Saccharomyces cerevisiae* y microbios sobre la histomorfología intestinal en pollos de engorde sometidos a estrés calórico y deficiencia nutricional; en dicho estudio las aves fueron expuestas a temperaturas por encima de 30°C durante por lo menos 8 horas diarias y los productos utilizados para los tratamientos fueron prebiótico: 0.1% de una levadura comercial de *Saccharomyces cerevisiae* cultivada en un medio de sacarosa y melaza de caña y el probiótico: que contiene diferentes microorganismos. Los resultados revelaron una mayor profundidad de la cripta de las aves suplementadas con la combinación de prebióticos y probióticos, lo que demuestra una potenciación de los efectos como ocurrió en las investigaciones mencionadas previamente.

Es de importancia documentar otras investigaciones donde han usado la levadura combinada con otros probióticos con el fin de comparar la suplementación de pollos con antibióticos y probióticos y su efecto sobre la histomorfología intestinal de las aves. Se ha revelado que pollos de engorde alimentados con tratamiento antibiótico a dosis de 75 mg/kg de clortetraciclina y tratamiento probiótico a 500 mg/kg en la fase 1 y 300 mg/kg en la fase 2, compuesto por *Saccharomyces cerevisiae* 1×10^9 UFC/g *Bacillus subtilis* 5×10^9 UFC/g, *Bacillus licheniformis* 2.5×10^{10} UFC/g tienden a mostrar menor profundidad de cripta en duodeno, lo que indica que los probióticos puede

promover el desarrollo de la superficie de absorción de las vellosidades en el duodeno de las aves (Tengfei *et al.* 2019), lo cual podría explicar las diferencias obtenidas en el presente estudio, con relación a los resultados descritos anteriormente, debido a que ellos administraron una mezcla de los probióticos y cada uno puede generar un efecto diferente potenciando o disminuyendo los beneficios sobre el huésped.

Por el contrario, en otro estudio donde fue usada la pared celular de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* a una dosis de 1000 mg/kg como sustituto a un tratamiento antibiótico, donde las aves se sometieron a exposición oral con *Salmonella pullorum*, no se observaron efectos benéficos sobre la histomorfología intestinal por parte de la levadura, pero sí sobre el rendimiento productivo y un efecto preventivo sobre la colonización de bacterias patógenas como *Salmonella pullorum* e inmunoestimulante frente a la enfermedad de New Castle (Muthusamy *et al.* 2011). Estos resultados difieren con la presente investigación probablemente por la estimulación patógena de la bacteria *S. pullorum* como también por la diferencia en la dosis administrada del probiótico.

Los resultados obtenidos en esta investigación difieren de otros estudios que han descrito la acción del probiótico *S. cerevisiae* a 0,2% a nivel microscópico, encontrando que la profundidad de cripta fue afectada solo en yeyuno y se redujo (Santin *et al.* 2001).

Por otro lado, Zhang *et al.* 2005 evaluaron la suplementación con la levadura completa de *S. cerevisiae* a dosis de 0,3% y la pared celular de la misma a dosis de 0,2% sobre la histomorfología intestinal en los pollos de engorde machos y no encontraron diferencias por acción del probiótico sobre la profundidad de la cripta entre

tratamientos. Las dosis administradas y el sexo pueden ser factores influenciadores sobre el efecto del probiótico.

Otra investigación realizada en pavos evaluó los efectos de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* individualmente y en combinación con *Yarrowia lipolytica* sobre parámetros histomorfológicos, los resultados del examen histológico revelaron que *S. cerevisiae* aumento la profundidad de las criptas en el intestino delgado. En cuanto a la administración combinada de ambas levaduras se observó que generó una reducción en la profundidad de la cripta en duodeno y ciego; de manera que la levadura ejerce efectos contrarios si se administra junto a otros probióticos (Czech *et al.*; 2020). Esto coincide con los anteriores reportes ya que la combinación puede potenciar o disminuir el efecto de cada probiótico.

Con relación a la producción de moco, los resultados de la presente investigación arrojaron que fue mayor solamente en el duodeno con relación a su respectivo control, y coinciden parcialmente con lo referenciado por Ghosh *et al.* (2012) quienes obtuvieron efectos positivos con la suplementación con *S. cerevisiae* hidrolizada y la pared celular de la levadura sobre la histomorfología intestinal de pollos de engorde; estos autores afirmaron que la suplementación, tanto con pared celular, como con levadura completa hidrolizada, aumenta el número de células caliciformes en las vellosidades del duodeno, yeyuno e íleon, lo cual permite inferir que hay aumento de la producción de moco en las tres secciones. Determinaron también que la suplementación con levadura completa mejoró la morfología intestinal, pero que la pared celular de la levadura mostró mejores resultados sobre la salud intestinal de las aves. En la presente investigación

se usó levadura comercial completa y los resultados coinciden con lo reportado por estos autores, ya que aumento el área de las criptas en duodeno y yeyuno y en cuanto a la producción de moco fue mayor solamente en duodeno, así que la acción del probiótico fue favorable.

Los resultados del presente estudio coinciden con lo reportado por Brümmer *et al.* (2010), quienes reportaron que la pared celular de *S. cerevisiae* influyó positivamente sobre la producción de moco en pollos de engorde, ya que en aves suplementadas con un producto comercial que contenía la levadura, luego de 15 días de haber administrado el tratamiento, se revelaron densidades y tamaños de células caliciformes significativamente mayores en el yeyuno. La densidad de las células caliciformes en los grupos de tratamiento varió de 10 a 27 células caliciformes por área de vellosidad de $10\,000\ \mu\text{m}^2$, con un tamaño de estas que osciló entre $61,21\ \mu\text{m}^2$ y $94,93\ \mu\text{m}^2$. El aumento de la cantidad de células caliciformes se apreció en todos los grupos de tratamiento en comparación con los grupos control; esto supone el incremento en la producción de moco como posible respuesta a la presencia de patógenos, por lo que se puede considerar su efecto como protector de barrera.

Por su parte, Rajput *et al.* (2018) obtuvieron resultados similares al evaluar el efecto de la levadura *Saccharomyces boulardii* y *Bacillus subtilis* B10 sobre el desarrollo e inmunidad de la mucosa en pollos de engorde, pues encontraron que aumentó el número de células caliciformes en yeyuno en los grupos suplementados por ambos tratamientos probióticos.

Es de resaltar otro reporte donde se administró mananoooligosacarido, un glúcido derivado de la pared celular de la levadura *S. cerevisiae*, comparado con lignina como

tratamientos dietéticos alternativos a los antibióticos y los resultados mostraron un número mayor de células caliciformes por vellosidades en yeyuno en las aves suplementadas con el probiótico frente a los demás tratamientos y respectivos controles (Baurhoo *et al.* 2007). De igual modo, Baurhoo *et al.* (2009) encontraron que la pared celular de la levadura *S. cerevisiae* purificada y administrada a 1,5 kg/t en el alimento incrementó el número de células caliciformes en la membrana de las vellosidades y por consiguiente, genera el crecimiento de bacterias benéficas del yeyuno, lo cual mejora la capacidad de reducción y eliminación de patógenos intestinales a causa del incremento en la producción de mucina.

En otra investigación también se describieron los beneficios de la adición de un derivado de la pared celular de *S. cerevisiae* sobre las células caliciformes en pollos de engorde; los resultados revelaron que las aves suplementadas con 800 g/t del carbohidrato aumentaron significativamente el área de las células caliciformes por 165 μm^2 de vellosidades en yeyuno. Por consiguiente, se asocia a una mayor producción y almacenamiento de mucina; de esta manera, se plantea que las aves suplementadas pudieran defenderse contra agentes patógenos a través de una mayor capacidad de almacenamiento de mucina y esta, a su vez, ejerce un efecto protector de barrera y lubricante en la mucosa intestinal de las aves (Lea *et al.* 2012) que es consistente con los resultados de la presente investigación.

Por el contrario, Bradley *et al.* (1994) reportaron disminución en la producción de moco, lo cual asociaron a alteraciones en la microbiota intestinal de las aves suplementadas, y a una disminución en la cantidad de bacterias agresivas por

acción del probiótico, lo que disminuye la cantidad de moco como mecanismo de defensa.

Chand *et al.* (2019) describieron la administración de mananoligosacárido en pollos de engorde en diferentes dosis, lo que generó cambios benéficos sobre la histomorfología intestinal. En su investigación se administraron tres tratamientos: 0g/kg, 50g/kg y 100 g/kg; los resultados demostraron que el mayor nivel de mananoligosacárido en la dieta generó más profundidad de cripta e incrementó significativamente el número de células caliciformes respecto a los demás tratamientos, lo que coincide con los resultados del presente estudio. El probiótico también reveló datos favorables sobre los parámetros productivos; por lo anterior, los autores asociaron el incremento de células caliciformes con el aumento en la secreción de mucina y por consiguiente, con una mayor respuesta en la eliminación de microorganismos patógenos y en la absorción y consumo de alimento.

En el presente estudio la cantidad de criptas por milímetro en duodeno del grupo suplementado con el probiótico fue menor respecto a su control; estos datos son semejantes a los encontrados por Barrios *et al.* (2018) quienes trabajaron con una mezcla de 3 probióticos *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* en pollos de engorde y observaron disminución en las criptas de duodeno. De manera similar, Tomaszewska *et al.* (2018) reportaron el uso de la levadura en codornices japonesas hembras y machos, y observaron que en las aves suplementadas con 1,5% o 15 g/kg *S. cerevisiae* inactivada por secado se reducía la cantidad de criptas totales y activas en el duodeno de codornices de ambos sexos.

Es importante mencionar los beneficios que ofrece el probiótico con base a los datos reportados por Ochoa *et al.* (2019) quienes describieron la administración de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en combinación con *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* a concentración de 10^7 UFC/g en la dieta de pollos de engorde para evaluar su efecto sobre parámetros histomorfológicos a nivel intestinal de las aves. Los resultados fueron positivos al revelar las siguientes correlaciones positivas: área de la cripta en duodeno con número de células por vellosidad en íleon ($r=0,8628$ $p=0,0269$); de igual manera, en yeyuno se correlacionó el área de cripta con la producción de moco ($r=0,1480$ $p=0,0009$); el diámetro longitudinal de cripta en duodeno con el área de cripta ($r=0,9750$ $p=0,0009$), y el diámetro longitudinal de cripta íleon con el número de células por vellosidad en duodeno ($r=0,8232$ $p=0,0441$), por lo que se afirma que al ser mayor el tamaño de la cripta, será menor su cantidad por milímetro; por tal razón, los autores afirmaron que al mejorar un parámetro el probiótico repercute directamente sobre otro, demostrando el vínculo funcional de las tres secciones de intestino delgado.

Por último, es necesario evaluar las vías de administración de los probióticos. En el presente estudio se administró en forma seca sobre el alimento y los resultados fueron benéficos; por su parte, otros autores que ha reportado el uso de probióticos con dietas húmedas encontraron que la profundidad de las criptas suele ser menor en estas aves (Yasar and Forbes 2010), por lo tanto, la mucosa de la cripta es engrosada mayormente en las dietas húmedas independientemente de la suplementación; los mismos autores también se observaron un mayor consumo

de alimento, lo que se asocia a que la dieta húmeda actúa como un estímulo para la digestión y absorción, y a una penetración más rápida por las enzimas digestivas.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se observó un incremento del área de las criptas en duodeno y yeyuno como consecuencia de la adición del probiótico *Saccharomyces cerevisiae*; las criptas por su mayor tamaño disminuyen su cantidad en número, lo que se asocia con un recambio epitelial más veloz que indirectamente beneficia la vellosidad encargada de la absorción de nutrientes. Se evidenció aumento del área de las criptas de duodeno y yeyuno, así como aumento en la producción de moco en duodeno por las células caliciformes en las aves suplementadas; esta mucina puede actuar como un mecanismo de defensa frente a una estimulación patógena, por lo que se puede afirmar que el probiótico generó beneficios a nivel intestinal en los pollos de engorde evaluados.

Estos hallazgos respaldan el uso de herramientas biológicas que permitan disminuir el uso de antimicrobianos en sistemas de producción avícola, para disminuir el posible impacto de estos sobre la resistencia antimicrobiana y su efecto sobre la salud pública.

Agradecimientos

Los autores agradecen el soporte brindado por la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de los Llanos con este proyecto, al Grupo de Investigación de Agroforestería del Departamento de Producción Animal por la donación de los tejidos de las aves experimentales mantenidas bajo el proyecto: "Uso de harina de *Cayeno hibiscus*, *Rosa sinensis* y *Cajeto*

trichanthera gigantes más probiótico Saccharomyces cerevisiae, sobre los parámetros productivos y de digestibilidad en pollos de engorde”, y a los integrantes y colaboradores del GRIPADS.

REFERENCIAS

- Barrios OJ, Ochoa JE, Corredor JR, González G, Roa ML. 2018. Los probióticos en la actividad de la cripta y vellosidad intestinal de pollos de engorde. En: Seminario Internacional VI Y Nacional de investigadores en Salud y Producción Animal. SENISPA, Boyaca, Colombia. Juan D Castellanos Editorial. Vol.8 N. 2. 250.
- Baurhoo B, Phillip L, Ruiz-Feria CA. 2007. Effects of purified lignin and mannanoligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. *Poult Sci J.* (6): 1070–1078. Doi: <https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1070>.
- Baurhoo B, Goldflush F, Zhao X. 2009. Purified cell wall of *Saccharomyces cerevisiae* increases protection against intestinal pathogens in broiler chickens. *Poult Sci J.* (8): 133–137. Doi: <https://doi.org/10.3923/ijps.2009>.
- Becker PM, Galletti S. 2008. Food and feed components for gut health promoting adhesion of *E.coli* and *Salmonella enterica*. *J Sci Food.* (88): 2026–2035. Doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.3324>.
- Blajman JE, Zbrun MV, Astesana DM, Berisvil AP, Scharpen AR, Fusari ML, Frizzo LS. 2015. Probióticos en pollos parrilleros: una estrategia para los modelos productivos intensivos. *Rev Argent Microbiol.* 4: 360–367. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2015.08.002>.
- Bradley GL, Savage TE, Timm KI. 1994. The effects of supplementing diets with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* on male poult performance and ileal morphology. *Poult Sci J.* (73): 1766–1770. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps.0731766>.
- Brümmer M, Rensburg JC, Moran CA. 2010. *Saccharomyces cerevisiae* cell wall products: the effects on gut morphology and performance of broiler chickens. *S Afr J Anim Sci.* (40)1: 14–21. Doi: <https://doi.org/10.4314/sajas.v40i1.54125>.
- Chand N, Shamsullah, Rafiullah, Khan RU, Mo-bashar M, Naz S, Khan MA. 2019. Mannanoligosaccharide in broiler ration during the starter phase 1: growth performance and intestinal histomorphology. *Pak J Zool.* 51(1): 173–176. Doi: <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2019.51.1.173.176>.
- Czech A, Merska-Kazanowska M, Ognik K, Zięba G. 2020. Effect of the use of *Yarrowia lipolytica* or *Saccharomyces cerevisiae* yeast with a probiotic in the diet of turkey hens on growth performance and gut histology. *Ann Anim Sci.* (13): 20-950. Doi: <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0017>.
- Díaz López EA, Ángel Isaza J, Ángel BD. 2017. Probióticos en la avicultura: una revisión. *Rev Med Vet.* (35): 175–189. Doi: <https://doi.org/10.19052/mv.4400>.
- Gao J, Zhang HJ, Yu SH, Wu SG, Yoon I, Quigley J, Qi GH. 2008. Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. *Poult Sci J.* (87)7: 1377–1384. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00418>.
- Ghosh TK, Halder S, Bedford MR, Muthusami N, Samanta I. 2012. Assessment of yeast cell wall as replacements for antibiotic growth promoters in broiler diets: effects on performance, intestinal histomorphology and humoral immune responses. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 96(2): 275–284. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01155.x>.
- Gutiérrez Ramírez LA, Montoya OI, Zea ML. 2013. Probiotics: an alternative for cleaner production and a possible replacement of the antibiotics as growth promoters in animal feeding. *Rev P+L.* 8(1): 135–146.
- Hirakawa R, Nurjanah S, Furukawa K, Murai A, Kikusato M, Nochi T, Toyomizu M. 2020. Heat stress causes immune abnormalities via massive damage to effect proliferation and differentiation of lymphocytes in broiler chickens. *Front Vet Sci.* (7): 46. Doi: <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00046>.
- Kabir, SM. 2009. The role of probiotics in the poultry industry. *Int J Mol Sci.* 10(8): 3531-3546. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijms10083531>.

- Lea H, Burton E, Taylor-Pickard J, Spring P. 2012. A natural carbohydrate fraction Actigen TM from *Saccharomyces cerevisiae* cell wall: effects on goblet cells, gut morphology and performance of broiler chickens. JAAN. (1): 1–7. Cambridge. Doi: <https://doi.org/10.1017/jan.2013.6>.
- Lemos MJ, Calixto LF, Nascimento AA, Sales A, Santos MA, Aroucha RJ. 2013. Morphology of the intestinal epithelium of Japanese quail fed with cell wall *Saccharomyces cerevisiae* Morfologia do epitélio intestinal de codornas japonesas alimentadas com parede celular da *Saccharomyces cerevisiae*. Cienc Rural. 43(12): 2221–2227. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001200017>.
- López N, Afanador G, Ariza C. 2008. Evaluación del efecto de la suplementación de levaduras sobre la morfometría de vellosidades intestinales y productos de la microflora en pollos. Rev Med Vet Zoot. (55): 63–76.
- Muthusamy N, Haldar S, Ghosh T, Bedford M. 2011. Effects of hydrolysed *Saccharomyces cerevisiae* yeast and yeast cell wall components on live performance intestinal histo-morphology and humoral immune response of broilers. Br Poult Sci. 52(6): 694–703. Doi: <https://doi.org/10.1080/00071668.2011.633072>.
- Ochoa JE, Corredor JR, Ramos B, Pulecio SL, González G, Roa ML. 2019. Correlación de parámetros histomorfológicos de diferentes sectores del intestino por la influencia del uso de probióticos en pollos de engorde. Rev Colomb de Cienc Pecu. (32): supl.
- Padihari VP, Tiwari SP, Sahu T, Gendley MK. 2014. Effects of Mannan Oligosaccharide and *Saccharomyces cerevisiae* on gut morphology of broiler chickens. J World's Poult Res. 4 (3): 56–59.
- Rajput IR, Li LY, Xin X, Wu BB, Juan ZL, Cui ZW, Li WF. 2018. Effect of *Saccharomyces boulardii* and *Bacillus subtilis* B10 on intestinal ultrastructure modulation and mucosal immunity development mechanism in broiler chickens. Anim Nutr. 4(4): 358–366. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.004>.
- Santin E, Maiorka A, Macari M, Grecco M, Sanchez JC, Okada TM, Myasaka AM. 2001. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. J Appl Poult Res. 10(3): 236–244. Doi: <https://doi.org/10.1093/japr/10.3.236>.
- Seifi S, Sayrafi R, Khoshbakht R, Gilani A, Goudarzi B. 2020. Evaluation of yeast culture and direct-fed microbial on gut histology and serum components of broilers challenged with suboptimal diets under heat stress. Acta Sci. 42(1): 1–7. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v42i1.46828>.
- Sun McElroy A, Webb K, Sefton A, Novak C. 2005. Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets. Poult Sci J. 84 (8):1294–1302. Doi: <https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1294>.
- Teng PY, Chung CH, Chao YP, Chiang CJ, Chang SC, Yu B, Lee TT. 2017. Administration of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Saccharomyces cerevisiae* direct fed microbials improves intestinal microflora and morphology in broiler chickens. Poult Sci J. 54(2): 134–141. Doi: <https://doi.org/10.2141/jpsa.0160069>.
- Tengfei H, Shenfei L, Shad M, Wu D, Wang X, Wei X, Piao X. Effects of probiotics as antibiotics substitutes on growth performance, serum biochemical parameters, intestinal morphology, and barrier function of broilers. Rev Argent Microbiol. 9(11): 1–10. Doi: <https://doi.org/10.3390/ani9110985>.
- Wang W, Ren W, Li Z, Yue Y, Guo Y. 2017. Effects of live yeast on immune responses and intestinal morphological structure in lipopolysaccharide-challenged broilers. Can J Anim Sci. (144): 136–144. Doi: <https://doi.org/10.1139/cjas-2015-0148>.
- Yasar S, Forbes JM. 2010. Performance and gastro-intestinal response of broiler chickens fed on cereal grain-based foods soaked in water intestinal response of broiler chickens. Br Poult Sci. (40:1): 65-76. Doi: <https://doi.org/10.1080/00071669987854>.
- Zhang AW, Lee BD, Lee SK, Lee KW, An GH, Song KB, Lee CH. 2005. Effects of yeast *Saccharomyces cerevisiae* cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. Poult Sci. 84(7): 1015–1021. Doi: <https://doi.org/10.1093/ps/84.7.1015>.

Article citation:

Quevedo DM, Ochoa JE, Corredor JR, Pulecio SL. 2020. Efectos de la adición de probiótico *Saccharomyces cerevisiae* sobre histomorfología intestinal en pollos de engorde. [Effects of addition of probiotic *Saccharomyces cerevisiae* on intestinal histomorphology in broilers]. Rev Med Vet Zoot. 67(3): 239-252. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n3.93931](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n3.93931).

Frecuencia de dirofilariosis en caninos de la localidad 3 de Cartagena, Bolívar (Colombia)

M. Pinilla-Pérez¹, L. Villafañe-Ferrer^{1*}, R. Cuadrado-Cano¹, K. Almanza-Ibarra¹,
V. Guerra-Luna¹, D. Vergel-García¹

Artículo recibido: 25 de junio de 2020 · Aprobado: 15 de noviembre de 2020

RESUMEN

Objetivo: determinar la frecuencia de dirofilariosis en caninos de la localidad 3 de la ciudad de Cartagena. **Materiales y métodos:** estudio correlacional de corte transversal. Se tomaron muestras de sangre de 128 perros con el consentimiento previo e informado de sus dueños. Se registró la información sociodemográfica y los síntomas. A las muestras se les realizó observación directa, extendido de sangre periferia coloreado con Wright y la técnica de Knott. **Resultados:** se estableció que 19,5% de los perros se encontraban parasitados con *Dirofilaria* sp. Los signos sugestivos de dirofilariosis más frecuentes fueron pérdida de peso y disminución del apetito (10,9% cada uno). El 76% de los caninos eran mestizos. **Conclusiones:** la frecuencia de dirofilariosis se concentra principalmente en barrios de escasos recursos, los síntomas identificados son sugestivos de una dirofilariosis canina.

Palabras clave: *Dirofilaria immitis*, prevalencia, signo clínico, mascotas (Descriptores en Ciencias de la Salud DeCS Bireme).

Frequency of dirofilariosis in canines of the locality 3 of Cartagena, Bolívar (Colombia)

ABSTRACT

Objective: to determine the frequency of dirofilariosis in canines from locality 3 of Cartagena city. **Materials and methods:** cross-sectional correlational study. Blood samples were taken for 128 dogs prior informed consent by their owners. Sociodemographic information and symptoms were registered. The samples have been analyzed using direct examination, Wright stained blood smear and Knott technique. **Results:** it was established that 19.5% of dogs were parasitized by *Dirofilaria* sp. Most common signs suggestive of Dirofilariosis were weight loss, and decreased appetite (10.9% each). 76% were mixed race dogs. **Conclusions:** the frequency of dirofilariosis focused on lower income neighborhoods. The identified symptoms are suggestive of canine dirofilariasis.

Keywords: *Dirofilaria immitis*, prevalence, signs and symptoms, pets (Medical Subject Headings MeSH).

¹ Corporación Universitaria Rafael Núñez. Cartagena, Colombia. Cartagena de Indias, Bolívar. Centro Edificio Rafael Núñez Calle de La Soledad # 5-70. Tel: 57-56517088 – 1003.

* Autor para correspondencia: lucy.villafane@curvirtual.edu.co.

INTRODUCCIÓN

Dirofilariasis es una enfermedad que afecta a población canina, felinos y humanos, con mayor incidencia en áreas tropicales (Pana *et al.* 2018). Los principales factores que condicionan la difusión de la enfermedad son ambientales, tales como la temperatura y la humedad; además, depende de la densidad de los mosquitos vectores y de la presencia de los huéspedes definitivos en los que el parásito completa su desarrollo y se reproduce (Sako *et al.* 2000). La presencia de elementos representativos de los ambientes eourbanos como los residuos sólidos plásticos, al igual que características ambientales como la permeabilidad del suelo, son importantes para el establecimiento del vector (Fajardo-Herrera *et al.* 2017).

Esta enfermedad se produce por la picadura de mosquitos de los géneros *Aedes*, *Culex*, *Anopheles* y *Culiseta*. Las especies de *Dirofilaria* están asociadas con dirofilariosis cardiopulmonar y dermatitis en perros y gatos. Además, causan inflamación pulmonar y dérmica/ocular en humanos, quienes son hospedadores accidentales del parásito, que puede alcanzar la madurez dentro del cuerpo humano (Lewandowicz-Uszyńska *et al.* 2019).

La dirofilariosis cardiopulmonar es una enfermedad de curso crónico, grave y potencialmente fatal. Afecta inicialmente a las arterias pulmonares, también afecta el corazón en donde los parásitos adultos y las microfilarias pueden vivir en el ventrículo derecho durante años (Borges y Sánchez 2019). Los mecanismos patogénicos son muy complejos, pero tienen un componente inflamatorio fundamental. Los cambios que se producen inicialmente en el endotelio vascular son claves para el posterior desarrollo de la patología cardiopulmonar. Estos procesos son esti-

mulados por antígenos de *Dirofilaria* spp., que tienen como consecuencia inmediata la desorganización e inflamación de las células del endotelio, la aparición de vellosidades intravasculares originadas por la proliferación celular del músculo liso y la disminución del calibre de los vasos (Corimanya *et al.* 2004)

En Colombia, se ha reportado la presencia de *Dirofilaria* spp. en caninos de la costa atlántica y pacífica, región oriental, Antioquia y Amazonas. Entre los años 1988 y 1989, de un total de 1981 perros amaestrados en Colombia, 167 (8,4%) dieron positivos a este parásito (Sánchez-Klinge *et al.* 2011). Otros países de América donde se ha detectado la dirofilariosis cardiopulmonar canina son Argentina, Brasil y México, con prevalencias muy variables en las diferentes regiones de cada país (Morchón *et al.* 2010).

Cartagena de Indias (Altitud 2 ms. n.m, temperatura promedio de 29°C, humedad relativa de 90%) es una ciudad de la costa caribe colombiana, en la que por sus condiciones ambientales se pueden encontrar mosquitos vectores (por ejemplo *Aedes aegypti*) que transmiten la dirofilariosis. La localidad 3 Industrial de la Bahía de esta ciudad cuenta además con condiciones sociales como el desplazamiento y condiciones precarias de vida y pobreza que favorecen el crecimiento del vector, por lo que se considera importante determinar la frecuencia de dirofilariosis en caninos de esta localidad en la ciudad de Cartagena.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de Investigación

Estudio correlacional de corte transversal realizado en la ciudad de Cartagena en el año 2018.

Participantes

El muestreo se realizó por selección intencionada o conveniencia, participaron en el estudio 128 caninos que acudieron a las veterinarias de la Localidad 3 Industrial de la Bahía de la ciudad de Cartagena, cuyos propietarios previamente habían dado su consentimiento por escrito.

Información sociodemográfica y clínica

Se registró información sociodemográfica como el sexo, raza, edad y la procedencia; de igual forma, se registraron signos asociados con dirofilariosis.

Procedimiento

Se evaluaron 128 caninos de los cuales 54,7 % (70/128) eran machos, con una mediana de edad de 3,2 años (Rango Inter cuartilico: 2-5,75); el 59,4 % (76/128) eran de raza mestiza y en la mayoría de los casos provenían del barrio Nelson Mandela (Tabla 1).

Se tomó una muestra de sangre en la vena radial a la altura de la articulación radio cubito humeral; se tomaron 3 ml en un tubo vacío con anticoagulante (EDTA). Las muestras se tomaron en horas de la mañana y se transportaron al laboratorio a 4°C, para la búsqueda de *Dirofilaria* spp. en sangre. Se realizó inicialmente una observación directa de la sangre; posteriormente, se realizó un extendido de sangre coloreado con tinción de Wright y la técnica de Knott a cada muestra. Al momento de la toma de muestra los caninos participantes no estaban desparasitados. La diferenciación de especies se basó en las características morfológicas de las microfilarias (extremo cefálico cónico con gancho cefálico y extremo caudal puntiagudo, recto y sin núcleos).

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa IBM SPSS Versión 19® para Windows. Se utilizaron frecuencias absolutas y porcentajes con su respectivo intervalo de confianza al 95% para la descripción de las variables categóricas. Para el caso de las variables numéricas se utilizaron las medidas de tendencia central y de dispersión de acuerdo con el cumplimiento del supuesto de normalidad. La relación entre variables de interés fue estimada por la prueba de chi-cuadrado y con su respectivo tamaño del efecto. La diferencia estadísticamente significativa fue establecida a través de la interpretación de los intervalos de confianza de la diferencia (IC 95% dif) de proporciones, en conjunto con la interpretación de los p-valores según los criterios de Sterne y Smith (2001).

Declaración sobre aspectos éticos

Este estudio se acoge a las pautas éticas contempladas en la Resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia y en la Declaración de Helsinki de 1975. También se toma como referencia principal las pautas éticas internacionales para la investigación con animales establecidas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS). La investigación fue avalada por el comité de ética de la Corporación Universitaria Rafael Núñez.

RESULTADOS

Mediante la identificación microscópica se estableció que 19,5 % (25/128; IC 95%: 13,6 – 27,2) de los perros se encontraban parasitados con *Dirofilaria* sp. Los perros participantes presentaron signos sugestivos de dirofilariosis, los más frecuentes fueron pérdida de peso y disminución del apetito

(10,9 % cada uno; 14/128; IC95%: 6,6 – 17,5). Ninguno de los caninos presentó 2 o más síntomas simultáneamente.

En los perros parasitados, el 56% eran machos (14/25; IC 95%: 37,1 – 73,3) y el 44 % eran hembras (11/25; IC 95%: 26,7 – 62,9). El 84 % (21/25; IC 95%: 65,4 – 93,6) de los caninos parasitados eran ≤ 6 años. De igual forma, el mayor

porcentaje eran mestizos (76%; 19/25; IC 95%: 56,6 – 88,5). La mayoría de los caninos parasitados no presentaban sintomatología clínica (56 %; 14/25; IC 95%: 37,1 – 73,3). En cuanto a la procedencia, los perros positivos para filaria provenían principalmente del barrio Nelson Mandela (84%; 21/25; IC 95%: 65,4 – 93,6).

TABLA 1. Características de la población evaluada.

Variables		No. (%)	IC 95%
Sexo	Macho	70 (54,7%)	46,1 – 63,1
	Hembra	58 (45,3%)	37 – 54
Grupos etarios	< 5 años	81 (63,3%)	55 – 71,1
	5- 10 años	41 (32%)	24,6 – 40,5
	> 10 años	6 (4,7%)	2,2 – 9,9
Raza	Mestizo	76 (59,4%)	50,7 – 67,5
	Pinscher	10 (7,8%)	4,3 – 13,4
	Labrador	6 (4,7%)	2,2 – 9,9
	Poodle	6 (4,7%)	2,2 – 9,9
	French Poodle	5 (3,9%)	1,7 – 8,8
	Pitbull	3 (2,3%)	0,8 – 6,7
	Dóbermann	3 (2,3%)	0,8 – 6,7
	Bulldog	3 (2,3%)	0,8 – 6,7
	Otras	16 (12,5%)	7,8 – 19,3
	Procedencia de los caninos	Nelson Mandela	37 (28,9%)
Escallón Villa		20 (15,6%)	10,4 – 22,9
San Francisco		17 (13,3%)	8,5 – 20,2
Canapote		14 (10,9 %)	6,6 – 17,5
Paseo Bolívar		13 (10,2 %)	6 – 16,6
Marbella		12 (9,4 %)	5,4 – 15,7
Amberes		11 (8,6 %)	4,9 – 14,7
La María		2 (1,6 %)	0,4 – 5,5
Manga		2 (1,6 %)	0,4 – 5,5

IC95%: intervalo de confianza del 95%. Fuente: elaboración propia.

Solo se encontró asociación significativa entre la procedencia del barrio Nelson Mandela y la presencia de Filarias ($X^2=45,88$; $p: 0,0000$) (Tabla 2); entre estas dos variables se encontró una asociación estadística moderada alta ($\phi= 0,599$), sumado a una diferencia estadísticamente significativa entre las proporciones de resultados positivos para presencia de *Dirofilaria* spp., en perros provenientes

del barrio Nelson Mandela y de otras procedencias (28,9% vs. 19,5%; $IC95\%_{dif}$ 2,5% a 16,3%). Además, se estimó que la frecuencia de un resultado positivo para *Dirofilaria* en perros procedentes del barrio Nelson Mandela es aproximadamente trece veces superior en comparación con la frecuencia de positividad para filarias en perros de otros barrios (RP: 12,9 $IC 95\%$: 4,8 – 35).

TABLA 2. Presencia de filarias vs variables estudiadas

Variables	Presencia de <i>Dirofilaria</i> s		X^2	p-valor	$IC95\%_{dif}$	
	Si	No				
Sexo	Macho	14	56	0,0216	0,94	-13,1% a 14,5%
	Hembra	11	47			
Edad	≤ 6 años	21	82	0,24	0,62	-15,4% a 17,4%
	>6 años	4	21			
Etnia	Mestizo	19	57	3,56	0,059	-0,7 % a 25,9 %
	Raza	6	46			
Signos	Si	11	27	3,05	0,08	-1,5% a 30,3%
	No	14	76			
Tos seca y no productiva	Si	4	5	3,82	0,0506	0,06 % a 56,3%
	No	21	98			
Pérdida de peso	Si	3	11	0,04	0,85	-14 % a 29%
	No	22	92			
Fatiga	Si	0	1	-	-	-27,5 % a 59,9%
	No	25	102			
Disminución del apetito	Si	4	10	0,82	0,367	-8,6 % a 36,9%
	No	21	93			
Procedencia	Nelson Mandela	21	16	45,88	0,0000*	35,9 % a 67,2%.
	Otros Barrios	4	87			

* $p < 0,05$: asociación significativa. Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

La dirofilariasis es una enfermedad producida en caninos por el especies del genero *Dirofilaria*, comúnmente llamado gusano del corazón y transmitido por mosquitos de los géneros *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta*, entre otros.

Los perros constituyen el principal hospedero, en ellos se produce una microfilaremia de larga duración (Sánchez-Klinge *et al.* 2011). Esta parasitosis tiene una mayor distribución en zonas tropicales y subtropicales; los cambios ambientales favorecen la proliferación de los vectores, así como el aumento de las migraciones y los desplazamientos humanos junto a condiciones socioeconómicas de vida deficientes (Simón *et al.* 2012). Tales condiciones ambientales y sociales se presentan de manera permanente en la ciudad de Cartagena, Bolívar, donde es frecuente en los hogares la convivencia de humanos con caninos como mascotas, razón por la cual se realizó esta investigación.

Al evaluar la frecuencia de *Dirofilaria* spp. en la población de caninos analizados se encontró que el 19,5% (25/128 IC 95% 13,59 – 27,24) presenta este parásito en sangre periférica; alta frecuencia al compararlo con la prevalencia de 3% encontrada por McCown *et al.* (2015) en tres ciudades colombianas, incluida Cartagena. Sin embargo, el resultado del presente estudio es comparable con la frecuencia de 21,5% reportada por Labarthe *et al.* (2018) en Cartagena y Barranquilla (24 %) y del 12,9% reportado por Alho (2014) en Portugal; finalmente, Villeneuve (2011) en Canadá también reportó frecuencias similares (16,1%).

La alta frecuencia de *Dirofilaria* spp. encontrada en este estudio está relacionada con los requisitos ambientales y climáticos necesarios para el desarrollo

de estos parásitos, que incluyen altitudes entre 500 a 1500 ms. n.m., temperaturas ambientales entre 25-29°C y la abundancia de los mosquitos transmisores como *Aedes aegypti* (Cabezas *et al.* 2017; Cazaux *et al.* 2019; Fajardo-Herrera *et al.* 2017; Sánchez-Klinge *et al.* 2011).

En cuanto al sexo del huésped primario, algunos autores reportan mayor prevalencia en perros machos; de igual forma, la infección con manifestaciones clínicas es más frecuente en perros mayores de seis meses (Cazaux *et al.* 2019; Vieira *et al.* 2014); en esta investigación, la mayor frecuencia de *Dirofilaria* spp., se presentó en los machos (54,7 %; 70/128 IC 95% 46,05 – 63,05) entre los 5 a 10 años de edad (32%; 41/128, IC95% 24,6 – 40,5). También en Cartagena Labarthe (2018) reportó prevalencias mayores en machos, con hallazgos más frecuentes en caninos mayores de 4 años.

En la presente investigación la mayor proporción de perros positivos para *Dirofilaria* spp., eran mestizos 76% (19/25; IC 95%: 56,6 – 88,5), a diferencia de los resultados obtenidos por Fernández *et al.* (2017) en Guayaquil (Ecuador), quienes encontraron una mayor cantidad de perros positivos (9,76 %) de la raza French Poodle. Por su parte, González *et al.* (2015) también reportaron una alta frecuencia de perros mestizos positivos (91%).

Los caninos con dirofilariasis pueden presentar diferentes síntomas siendo los más frecuentes: tos crónica no productiva, debilidad, disminución del apetito y la pérdida de peso (Dantas-Torres y Otranto 2013; Simón *et al.* 2012). Los caninos infectados con *Dirofilaria* spp. de este estudio en su mayoría fueron asintomáticos; sin embargo, entre los que presentaron síntomas los más frecuentes fueron pérdida de peso y disminución del apetito.

Vieira (2015) también reportó en caninos de Lisboa (Portugal) la disminución del apetito como uno de los síntomas más frecuentes, aunque de mayor frecuencia.

Para que esta enfermedad se presente en caninos influyen, además de los factores climáticos, los procesos de empobrecimiento y de urbanización no planificada (Fajardo-Herrera *et al.* 2017; Simón *et al.* 2012) que favorece la proliferación de los vectores; razón por la cual este parásito fue más prevalente en caninos del barrio Nelson Mandela, uno de los sectores con mayor índice de pobreza de la ciudad constituido por población desplazada y víctimas del conflicto armado. En esta investigación el análisis estadístico indicó que la prevalencia de *Dirofilaria* spp., en perros procedentes del barrio Nelson Mandela es trece veces superior en comparación con otros barrios de la ciudad.

Es de vital importancia realizar estudios periódicos en los caninos para determinar si están parasitados con *Dirofilaria* spp. y de esta forma implementar estrategias de prevención, tales como control de vectores, educación de la población y desparasitación de caninos que permitan evitar la transmisión de estos parásitos al ser humano (McCown *et al.* 2015).

Esta investigación tiene como limitación el muestreo pues se desconoce la cantidad de caninos por barrios o sectores de la ciudad de Cartagena, debido a que no se ha realizado un censo reciente para establecer el número de mascotas caninas. Otra limitación de este estudio fue la dificultad para obtener el consentimiento de los dueños de mascotas para la participación en el estudio.

En conclusión, la frecuencia de dirofilariosis reportada en esta investigación es alta con relación a lo reportado por McCown en esta ciudad en el año 2015;

se concentra principalmente en barrios de escasos recursos y de urbanización no planificada, los signos identificados son sugestivos de esta parasitosis en los caninos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que durante la ejecución del trabajo o la redacción del manuscrito no han incidido intereses o valores distintos a los que usualmente tiene la investigación.

REFERENCIAS

- Alho M, Landum M, Ferreira C meireles J, Gonçalves L, Madeira L, Belo S. 2014. Prevalence and seasonal variations of canine dirofilariosis in Portugal. *Veterinary Parasitology* [Internet]. [Citado 2020 mayo 20]; 206 (1-2): 99–105 Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.08.014>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401714004671?via%3Dihub>
- Borges AR, Sánchez CS. 2019. Dirofilariosis canina, una realidad en Extremadura. *Badajoz Veterinaria* [Internet]. [Citado 2020 mayo 17]; (14): 50-56. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7147607>
- Cabezas L, Cabanzo W, Santa F, Olano VA, Sarmiento D, Vargas S, Jaramillo JF, Stenstrom TA, Overgaard HJ, Matiz MI. 2017. Distribución espacial de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en el área rural de dos municipios de Cundinamarca, Colombia. *biomedica* [Internet]. [Citado 2020 mayo 20]; 37 (2017- suppl 2):41-9. Doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i0.3469>. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/3469>
- Cazaux N, Meder AR, Calvo C, Bertoldi G, Miguel C, Harfield L. 2019. Dirofilariosis canina: una parasitosis emergente favorecida por el cambio climático. *Ciencia Veterinaria* [Internet]. [Citado 2020 mayo 20]; 21(1): 69-80. Doi: <http://dx.doi.org/10.19137/cienvet-201921105>. Disponible en: <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/download/3925/3978>.

- Corimanya J, Chávez A, Casas E, Díaz D. 2004. Frecuencia de *Dirofilaria immitis* en caninos del distrito de San Juan de Lurigancho. Rev Inv Vet Perú [Internet]. [Citado 2020 mayo 17]; 15 (2): 141-144. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172004000200008&lng=es
- Dantas-Torres, F., Otranto, D. 2013. *Dirofilaria immitis* in the Americas: a more virulent *Dirofilaria immitis*?. Parasites Vectors [Internet]. [Citado 2020 mayo 21]; 6: 288. Doi: <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-288>. Disponible en: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-6-288>
- Fajardo-Herrera R, Valdelamar-Villegas JC, Arrieta-Pérez D. 2017. Predicción del establecimiento potencial del mosquito *Aedes aegypti* en espacios urbanos no habitacionales en Colombia, usando variables ecourbanas y paisajísticas. Gestión y Ambiente [Internet]. [Citado 2020 mayo 16]; 20 (1): 95-104. Doi: <https://doi.org/10.15446/ga.v20n1.57903>. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/57903/65783>
- Fernández K, Ayora P, Muñoz T. 2017. Diagnóstico de *Dirofilaria immitis* en perros de la ciudad de Guayaquil mediante tres métodos de Laboratorio [Internet]. [Citado 2020 mayo 16]; 6(2017): 41-47.
- González-Morteo C, De la Cruz-Moreno O, Álvarez-Guerrero C, Peña-Parra B, Carrillo-Díaz F, Borrayo-González J. 2015. *Dirofilaria immitis* Prevalence in eleven municipalities of Nayarit. AbanicoVet [Internet]. [Citado 2020 mayo 20]; 5(3):42-48. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2015/av153e.pdf>
- Labarthe N, Rodriguez N, Couto G, Mendes-de-Almeida F, Guerrero J. 2018. A Pilot Survey of Vector-Transmitted Diseases in Cartagena and Barranquilla, Colombia. Intern J Appl Res Vet Med [Internet]. [Citado 2020 mayo 19]; 16(1): 63-73. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324526227_A_pilot_survey_of_vector-transmitted_diseases_in_Cartagena_and_Barranquilla_Colombia
- Lewandowicz-Uszyńska A, Borawski W, Pasternak G. 2019. *Dirofilaria immitis* in humans and animals: Two faces of one disease. Postepy Hig Med Dosw [Internet]. [Citado 2020 mayo 16]; 73: 109-116. Doi: 10.5604/01.3001.0013.0842. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gerard_Pasternak/publication/331708833_Dirofilariosis_in_humans_and_animals_Two_faces_of_one_disease/links/5cb9978392851c8d22f6269d/Dirofilariosis-in-humans-and-animals-Two-faces-of-one-disease.pdf
- McCown M, Monterroso V, Cardona W. 2015. Monitoreo de *Ehrlichia canis*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Borrelia burgdorferi*, y *Dirofilaria immitis* en perros de tres ciudades en Colombia. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia [Internet]. [Citado 2020 mayo 19]; 10(2): 224-231. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cmvez/v10n2/v10n2a14.pdf>
- Morchón R, Moya I, González M, Montoya M, Simon F. 2010. Zoonotic *Dirofilaria immitis* infections in a province of Northern Spain. Epidemiol Infect [Internet]. [Citado 2020 mayo 18]; 138 (3): 380-3. Doi: 10.1017/S0950268809990434. Disponible en: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/00A70FA994BEFBFE8999DD2D181B12C9/S0950268809990434a.pdf/zoonotic_dirofilaria_immitis_infections_in_a_province_of_northern_spain.pdf
- Pana L, Liviu I, Ioniță M. 2018. Parasitological screening on canine dirofilariosis, Southern Romania: preliminary data. Sci Parasitol [Internet]. [Citado 2020 mayo 15]; 19(1-2): 45-51. Doi: <https://doi.org/10.2478/helm-2020-0009>. Disponible en: http://scientia.zooparaz.net/2018_19_01/45-51-SP-2018-Pana.pdf
- Sako T, Burioka N, Suyama H, Kinugasa Y, Watanabe M, Hirai K, Shimizu E. 2000. Human pulmonary dirofilariosis presenting as a small nodule with a cavity. J Med Invest [Internet]. [Citado 2020 mayo 15]; 47(3-4):161-3. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/4fc7/3637b0bb6f0f209cdaaf76591e75b028430.pdf?ga=2.145685172.1494721855.1583711338-1527165588.1552495413>
- Sánchez-Klinge ME, Calvo-Robayo P, Mutis-Barreto C. 2011. *Dirofilaria immitis*: una zoonosis presente en el mundo. Rev. Med. Vet [Inter-

- net]. [Citado 2020 mayo 18]; 22: 57-68. Doi: <https://doi.org/10.19052/mv.560>. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n22/n22a07.pdf>
- Simón F, Siles-Lucas M, Morchón R, González-Miguel J, Mellado I, Carretón E, Montoya-Alonso JA. 2012. Human and animal dirofilariasis: the emergence of a zoonotic mosaic. *Clin Microbiol Rev*. [Internet]. [Citado 2020 mayo 19]; 25(3): 507-44. Doi: 10.1128/CMR.00012-12. Disponible en: <https://cmr.asm.org/content/cmr/25/3/507.full.pdf>.
- Sterne AC, Smith G. 2001. Sifting the evidence—what's wrong with significance tests? *BMJ* [Internet]. [Citado 2020 mayo 19]; 322(7280):226-31. Doi: 10.1136/bmj.322.7280.226. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1119478/>
- Vieira AL, Vieira MJ, Oliveira JM, Simões AR, Díez-Baños P, Gestal J. 2014. Prevalence of canine heartworm (*Dirofilaria immitis*) disease in dogs of central Portugal. *Parasite* [Internet]. [Citado 2020 mayo 20]; 21:5. Doi:10.1051/parasite/2014003. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3927308/pdf/parasite-21-5.pdf>
- Villeneuve A, Goring J, Marcotte L, Overvelde S. 2011. Seroprevalence of *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia canis*, and *Dirofilaria immitis* among dogs in Canadá. *Can Vet J* [Internet]. [Citado 2020 mayo 20]; 52(5): 527-530. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3078009/pdf/cvj_05_527.pdf.

Article citation:

Pinilla-Pérez M, Villafaña-Ferrer L, Cuadrado-Cano R, Almanza-Ibarra K. 2020. Frecuencia de dirofilariosis en caninos de la localidad 3 de Cartagena, Bolívar (Colombia). [Frequency of dirofilariosis in canines of the locality 3 of Cartagena, Bolívar (Colombia)]. *Rev Med Vet Zoot*. 67(3): 253-261. Doi: [10.15446/RFMVZ.V67N3.93932](https://doi.org/10.15446/RFMVZ.V67N3.93932).

Uso de perifiton en un sistema de policultivo en agro acuicultura integrada en la comunidad indígena de Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)

J. C. Durán-Izquierdo¹, R. J. Mindiola-Romo¹, G. A. Wills-Franco¹,
S. C. Pardo-Carrasco², A. P. Muñoz-Ramírez^{1,3*}

Artículo recibido: 22 de octubre de 2020 · Aprobado: 30 de noviembre de 2020

RESUMEN

Los Sistemas de Agro Acuicultura Integrada (SAAI) han sido estudiados como opción para la producción de pescado en comunidades con recursos limitados. Así mismo, el uso de perifiton se ha convertido recientemente en una alternativa viable por el aporte de alimento natural de bajo costo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del perifiton sobre el desempeño productivo del policultivo *Piaractus* sp. (cachama híbrida) y *Prochilodus magdalenae* (bocachico) en SAAI en la comunidad Indígena de Jimaín, Colombia. Se sembraron 1,5 alevinos de cachama híbrida y 1,5 bocachicos/m², con peso promedio de 0,49 ± 0,14 g y 1,83 ± 1,61 g respectivamente, en seis estaques en tierra de 90 m² tres de los cuales contaron con varas de madera (3 varas/m²) para la fijación de perifiton. La duración del cultivo fue de 135 días. Los tratamientos (CS: con sustrato y SS: sin sustratos) recibieron una dieta suplementaria dos veces al día, calculada como porcentaje de la biomasa con ajuste quincenal. Se realizaron biometrías quincenales. Los datos productivos por especie y para el policultivo se evaluaron mediante ANOVA con un modelo lineal general ($p < 0,05$). Los datos de peso (g) y longitud estándar (cm) por especie se evaluaron mediante un modelo mixto de medidas repetidas. No se encontraron efectos del sustrato sobre los parámetros productivos analizados tanto para cada especie, como para el policultivo. Se presentó interacción significativa para el peso del bocachico el día 90 (CS: 74,7 y SS: 47,1). Según los resultados obtenidos, la utilización de perifiton y el manejo en policultivo de especies nativas requiere más estudios.

Palabras clave: *Piaractus* sp., piscicultura, *Prochilodus magdalenae*, recursos alimentarios, suplementos artesanales.

¹ Grupo de Investigación UN-ACUICTIO, Departameto de Producción Aniamal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Carrera 30 # 45-03, Edificio 561, Oficina 5, Bogotá (Colombia).

² Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Carrera 65 # 59A -110, Bloque 50 oficina 309. Medellín (Colombia).

* Autor para correspondencia: apmunozr@unal.edu.co

Periphyton-based polyculture in an integrated agri-aquaculture system at the indigenous community of Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)

ABSTRACT

Integrated agri-aquaculture systems (IAAS) have been studied as an option for fish production in communities with limited resources. Likewise, the use of periphyton has recently become a viable alternative for its contribution of low-cost natural food. The effect of periphyton use on the productive yield of a hybrid cachama and bocachico polyculture in IAAS, was studied in the Jimaín Indigenous community, Colombia. For this experiment, 1.5 hybrid cachama and 1.5 bocachico fingerlings/m² were stocked with average weights of 0.49 ± 0.14 g and 1.83 ± 1.61 g, respectively, in six 90 m² land ponds; three of these ponds had wooden dowels (three dowels/m²) for periphyton fixation. The growth evaluation lasted 135 days. The treatments (WS: with substrate and WOS: without substrates) received a supplementary diet, adjusted as a percentage of the biomass with biweekly adjustment, twice a day. Biometrics were performed every two weeks. The productive data by species and for the polyculture were evaluated using an ANOVA with a general linear model ($p < 0.05$). Weight (g) and standard length (cm) data by species were evaluated using a mixed model of repeated measures. No substrate effects were found on the productive parameters analyzed for each species as well as for the polyculture. A significant interaction was observed for bocachico weight on day 90 (WS: 74.7 and WOS: 47.1). According to the obtained results, optimizing the use of periphyton and the management of native species polyculture requires further studies.

Keywords: *Piaractus* sp., fish culture, *Prochilodus magdalenae*, food resources, artisanal supplement.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento mundial de la acuicultura es superior a otros sectores; mientras esta ha crecido en promedio 5,8% en los últimos 20 años, actividades pecuarias y agrícolas apenas alcanzan un 3% (Ahmed *et al.* 2014; FAO 2018). El informe del estado mundial de la pesca y la acuicultura presentado por la FAO (2018) indica que el pescado aporta cerca del 17% de la proteína animal consumida en el mundo. De esta manera, la acuicultura es una alternativa rentable para mitigar la demanda de alimento generada por el rápido crecimiento de la población mundial. Al presentar diversidad de sistemas y

de intensificación, permite producir más alimento por "gota de agua" y por área de cultivo, aspectos indispensables para lograr seguridad alimentaria, generación de empleo y mejoras sociales en ámbitos locales (Ahmed *et al.* 2014; Béné *et al.* 2016; FAO 2018; Hanjra y Qureshi 2010).

Entre las técnicas acuícolas extensivas se encuentra el Sistema de Agro Acuicultura Integrada – SAAI (IAAS, por sus siglas en inglés), definido como un modelo de producción formado por la asociación interactiva de varios subsistemas productivos (FAO 2004), en el cual se integran la acuicultura rural en pequeña escala con dinámicas productivas agrícolas, pecuarias

y sociales (Murray y Little 2000). Este sistema resulta menos invasivo al entorno, permite utilizar recursos locales y subproductos vegetales, con producción adicional de alimento (Ahmed *et al.* 2014; Edwards 2015). El SAAI genera beneficios a raíz de la diversificación de la producción, aprovechamiento de todos los ecosistemas y menor impacto ambiental por reciclado de materia orgánica, así como la posibilidad de fabricar suplementos locales para la alimentación de los peces (Ahmed *et al.* 2014).

Los SAAI generalmente se desarrollan con especies nativas adaptadas al medio. En Colombia se encuentran especies con características únicas como *Prochilodus magdalenae* (bocachico), de hábito detritívoro e iliófago (Atencio-García *et al.* 2003) y *Piaractus* sp. (cachama híbrida), de hábito omnívoro caracterizada por ser frugívora, herbívora y zoopláctofaga, lo cual hace que aproveche de manera efectiva los recursos del estanque (Contreras y Canchila 2012; Cruz-Velasquez *et al.* 2014). El policultivo de estas especies presenta potencial de desarrollo en los sistemas integrados, puesto que aprovechan las dinámicas de integración y los flujos de nutrientes del estanque y permiten el uso de recursos locales para su alimentación (Ahmed *et al.* 2014).

Por otro lado, la acuicultura integrada requiere desarrollar nuevas técnicas para mejorar la eficiencia productiva, potenciar sus cualidades de sostenibilidad y garantizar el suministro de alimento. En esa medida, el uso de perifiton abre nuevas alternativas para la acuicultura extensiva y semi-intensiva, así como para la acuicultura orgánica y ecológica (Azim *et al.* 2002a; García *et al.* 2011). El perifiton es un componente de las comunidades bióticas acuáticas, constituido en su mayoría por

un complejo de microbiota adherido a un sustrato que puede ser orgánico o inorgánico, vivo o muerto (Biswas *et al.* 2017; Moreno 2013; Ramesh *et al.* 1999). La instalación de sustratos para la propagación de perifiton puede aumentar la fuente de alimento vivo en el agua (Moreno 2013) y facilitar el reciclaje de energía, ya que los microorganismos adheridos son utilizados como alimento por las cadenas tróficas superiores (Pomeroy *et al.* 2007). Los sustratos artificiales sumergidos en la columna de agua facilitan la formación de bio-películas que promueven la productividad natural (Asaduzzaman *et al.* 2009; Azim *et al.* 2002a; Milstein *et al.* 2008; Thompson *et al.* 2002). Los flóculos perifíticos presentan altos contenidos de proteína, ácidos grasos y vitaminas que contribuyen a satisfacer los requerimientos de los peces y mejorar los indicadores de productividad y parámetros ambientales (García *et al.* 2011; García *et al.* 2017; Voltolina *et al.* 2013).

Autores como Tortolero *et al.* (2015) y Voltolina *et al.* (2013) manifiestan que el perifiton constituye una fuente de alimento natural relevante, ya que presenta rápida renovación de la biomasa, es de bajo costo y depende de recursos locales, aspectos importantes para los sistemas agro acuícolas con enfoques ecológicos.

De esta manera, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del uso de perifiton sobre el desempeño productivo del policultivo de tipo semi-intensivo, cachama híbrida-bocachico en SAAI en la comunidad Indígena de Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la huerta de la Comunidad indígena de Jimaín,

resguardo Arhuaco de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), ubicada en la zona rural del municipio de Valledupar, departamento del Cesar en la región Caribe de Colombia. Para el estudio se construyeron seis estanques en tierra de 90 m², con un metro de profundidad. Para evitar filtraciones, los estanques fueron recubiertos con doble capa de plástico negro (calibre 6); el suministro de agua fue utilizado únicamente para reponer las pérdidas por evaporación y filtraciones ocasionadas por el manejo.

En tres de los seis estanques se instalaron varas de material vegetal local previamente secadas (1,20 m de longitud y 0,06 m diámetro), a razón de 3 varas/m², con el fin de utilizarlas como sustratos para la fijación de perifiton. Para evitar rompimiento del plástico las varas fueron colgadas verticalmente de cuerdas de alambre y sujetadas con el mismo material en la parte inferior, quedando sumergidas un metro dentro del agua. Las varas aportaron un área de fijación adicional de 37,4% de la superficie en cada estanque, el cual se determinó en función del área de los cuatro taludes y fondo con el área adicional que aportaban las varas. Se estudiaron dos tratamientos experimentales, donde el factor evaluado fue la presencia o ausencia de sustratos para la fijación de perifiton: con sustratos (CS) y sin sustratos (SS), con tres unidades experimentales cada uno (estanques).

Posterior a la instalación de los sustratos, los estanques se llenaron con agua proveniente del río Los Clavos para promover la formación de perifiton sobre los sustratos; según las recomendaciones de Azim *et al.* (2003) y Pardo-Carrasco y Bru-Cordero (2014), se realizó la siembra de los alevinos 40 días después del llenado, previa verificación de la calidad del

agua. Durante este período se mantuvo suministro de agua constante para reponer pérdidas por evaporación, que en promedio fue de 7% diario.

Se utilizaron 810 alevinos de cachama híbrida (♀ *Piaractus brachyomus* x ♂ *Colossoma macropomum*, que denominaremos *Piaractus* sp.) y 810 alevinos de bocachico (*Prochilodus magdalenae*), adquiridos en una granja productora de la región. La densidad de siembra fue de 3 peces/m² (1,5 cachamas híbridas y 1,5 bocachicos/m²), correspondiente a 135 cachamas híbridas y 135 bocachicos por estanque con peso promedio de 0,49 ± 0,14 g y 1,83 ± 1,61 g, respectivamente. Los peces fueron cultivados durante 135 días. Se midieron los siguientes parámetros físico-químicos del agua: oxígeno disuelto (ppm) y temperatura (°C), que fueron registrados dos veces al día (entre 8:00 y 9:00 am; 3:00 y 5:00 pm) con el equipo digital YSI 550A USA; el pH fue determinado con peachímetro digital Extech PH100 and PH110 ExStik pH Meters y la transparencia (cm) con disco de Secchi. Quincenalmente (entre 7:00 y 9:00 am) se determinaron los niveles de dióxido de carbono (mg/l CO₂), amonio (NH₃-N) y alcalinidad (mg/l CaCO₃) utilizando el kit comercial FF-1A FISH FARMING. Todos los parámetros y muestras se tomaron a 20 cm de profundidad, siempre en el área media del estanque.

Para la alimentación de los peces se fabricaron dos dietas suplementarias-DS (alevinaje y levante), siguiendo la fórmula previamente desarrollada para el SAAI en la comunidad de Jimaín (Tabla 1). La composición proximal de estas dietas fue analizada en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia.

Las DS se basaron en el uso de sub-productos locales no aprovechados para alimentación de la comunidad. Los recursos fueron recolectados en la huerta, cortados, secados al sol y molidos en molino eléctrico para granos, hasta obtención de la harina. Posteriormente se realizó pesaje de los recursos según las proporciones establecidas, se mezcló manualmente y se hidrató con 25% de agua. Para facilitar el consumo por parte de los peces y evitar desperdicios, la mezcla

hidratada fue nuevamente molida para formar hojuelas, con posterior secado artesanal. La cantidad a suministrar se calculó según porcentaje de biomasa del policultivo (Tabla 2), de acuerdo con lo recomendado por Pardo-Carrasco y Bru-Cordero (2014), iniciando con 12% y realizando ajustes quincenales de acuerdo a los pesajes. El alimento para alevinaje se suministró durante los primeros 30 días de cultivo y posteriormente se utilizó alimento de levante.

TABLA 1. Fórmula y composición proximal de dietas suplementarias locales para alimentación de cachama híbrida y bocachico (como alimento).

Ingredientes	Nombre científico	Alevinaje (%)	Levante (%)
Malanga (tubérculo)	<i>Manihot esculenta</i>	35	40
Botón de oro (hojas)	<i>Tithonia diversifolia</i>	20	25
Amaranto (hojas y panícula)	<i>Amaranthus dubius</i>	35	15
Malanga (hojas)	<i>Manihot esculenta</i>	10	0
Ñame (tubérculo)	<i>Dioscorea esculenta</i>	0	20
Composición analizada			
Materia seca		90,9	90,7
Proteína cruda		16,4	13,5
Extracto etéreo		0,8	2,3
Fibra cruda		9,1	6,0
Cenizas		10,3	8,2
Calcio		2,0	1,6
Fósforo		0,3	0,3

TABLA 2. Tabla de ajuste de suministro de dieta suplementaria para el policultivo cachama híbrida-bocachico en la comunidad Jimaín, Colombia (basado en Pardo-Carrasco y Bru-Cordero 2014).

Peso del pez (g)	1-10	10-20	20-50	50-70	70-100	100-150	150-200
Biomasa (%)	12	8	5	4	3,5	2,7	2

Parámetros productivos

Al inicio del experimento y cada quince días se realizaron biometrías hasta la cosecha final. Se tomaron muestras correspondientes al 5% de cada especie en cada estanque para registro de longitud estándar (LE) y peso vivo (P) utilizando ictiómetro y una balanza digital (Uniweigh 2000 x, ± 1 g). Finalizado el experimento de 135 días, se contaron y pesaron la totalidad de los peces y se determinaron las siguientes variables de rendimiento:

Sobrevivencia (%): para cada unidad experimental y para cada especie según la fórmula $S = (Nf/Ni) * 100$, donde S es la sobrevivencia, Nf es el número de peces finales y Ni es el número de peces iniciales.

Productividad (kg/ha): se calculó por estanque, para las especies por separado y para el policultivo, según la ecuación $P = (Bf/Ae) * 10000$, en donde Bf corresponde a la biomasa final y Ae al área del estanque.

Ganancia diaria de peso (GDP) (g/día): se calculó para cada una de las especies del cultivo, según la ecuación $GDP = (Pf - Pi) / Nd$, donde Pf y Pi corresponden al peso vivo al final y al inicio del experimento, respectivamente, y Nd al número de días totales del período experimental.

Conversión alimenticia del policultivo: se consideró la biomasa total del policultivo y la oferta total de alimento, calculada mediante la ecuación $CA = Ac / Bf$, donde Ac corresponde al alimento ofrecido por estanque y Bf biomasa final.

Tasa de crecimiento específico (TCE): se calculó para cada una de las especies en cultivo con la ecuación $TCE = (LnPf - LnPi) / Nd * 100$, donde LnPf y LnPi representan el logaritmo natural del peso final o del peso inicial, respectivamente.

Crecimiento total (cm): se usó la ecuación $CT = Lf - Li$, donde Lf y Li representan la longitud estándar final e inicial.

Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con dos tratamientos y tres réplicas. La sobrevivencia, productividad, tasa de crecimiento específico y conversión alimenticia se analizó con un modelo lineal general ($p < 0,05$) de una vía. A su vez, los datos de peso y longitud estándar quincenales se evaluaron mediante el modelo mixto de medidas repetidas, de dos factores (tiempo y tratamiento). Los datos de conversión alimenticia, productividad total y sobrevivencia total se evaluaron para el policultivo. Para todos los análisis, se manejó una probabilidad de $p < 0,05$ y se utilizó el software estadístico SAS University Edition (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA, 2019).

RESULTADOS

En la Tabla 3 se presentan los valores promedios quincenales de los parámetros de calidad de agua estudiados durante el cultivo. En la Tabla 4 se presentan los resultados de los parámetros productivos analizados por especie y para el policultivo, para los cuales no fueron encontradas diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). La prueba de ANOVA de dos vías (tratamiento x días de cultivo) para peso (g) y longitud estándar (cm) no mostró diferencias significativas para las cachamas híbridas ($p > 0,05$; Figura 1); sin embargo, para el peso de los bocachicos se encontró interacción significativa el día 90 entre los factores estudiados ($p < 0,05$; Figura 2).

TABLA 3. Parámetros físico-químicos de calidad de agua durante el policultivo de cachama-bocachico en sistemas de agro acuicultura integrada (SAAI) con (CS) y sin sustrato (SS) para perifiton en la comunidad indígena Jimaín, Colombia. DE: desviación estándar.

Parámetros	Tratamiento	
	CS ± DE	SS ± DE
Oxígeno disuelto (ppm)	7,9±2,9	8,2±3,0
pH	7,9±0,4	8±0,5
Transparencia (cm)	50,8±11,6	48,7±10
CO ₂ (mg/l CO ₂)	15,9±5,5	13,9±5,2
Amonio (NH ₃ -N)	0,1±0,16	0,1±0,14
Temperatura (°C)	27,8±0,6	28,3±0,5
Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)	82,3±19,7	64,6±28,5

TABLA 4. Parámetros productivos del cultivo de cachama híbrida y bocachico y de su policultivo en sistemas de agro acuicultura integrada (SAAI) con (CS) y sin sustrato (SS) para perifiton. DE: desviación estándar.

Parámetros	Tratamientos	
	SS ± DE	CS ± DE
Cachamas híbridas		
Peso final (g)	108,6±49,1	102,0±25,5
Sobrevivencia (%)	91,1±6,1	87,6±6,0
Productividad (kg/ha)	1455,3±572,2	1351,2±406,9
Ganancia diaria de peso (g/día)	0,80±0,36	0,76±0,19
Longitud estándar final (cm)	13,1±2,2	12,8±0,8
Tasa de crecimiento específico	3,9±0,4	3,9±0,2
Bocachicos		
Peso final (g)	65,7±17,6	90,81±23,6
Sobrevivencia (%)	55,1±6,9	60,5±10,2
Productividad (kg/ha)	546,9±178,0	807,5±176,2
Ganancia diaria de peso (g/día)	0,49±0,13	0,67±0,17
Longitud estándar final (cm)	11,3±1,1	12,4±1,3
Tasa de crecimiento específico	2,6±0,2	2,9±0,2
Policultivo		
Conversión Alimenticia	3,7±0,5	3,7±0,3
Productividad (kg/ha)	1888,9±621,5	2133,2±428,3
Sobrevivencia (%)	73,1±4,7	74,1±3,53

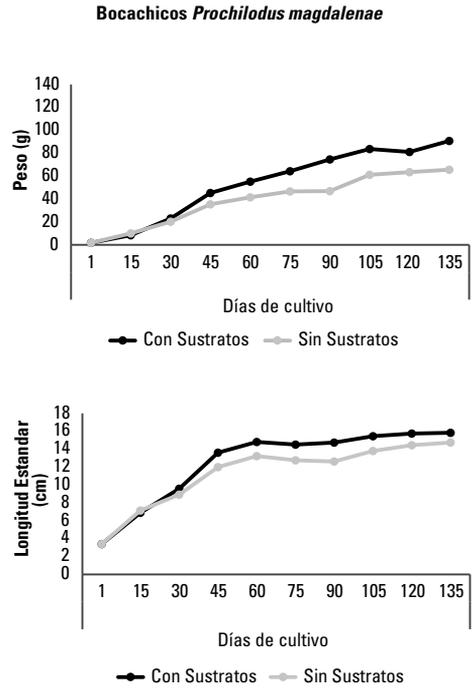
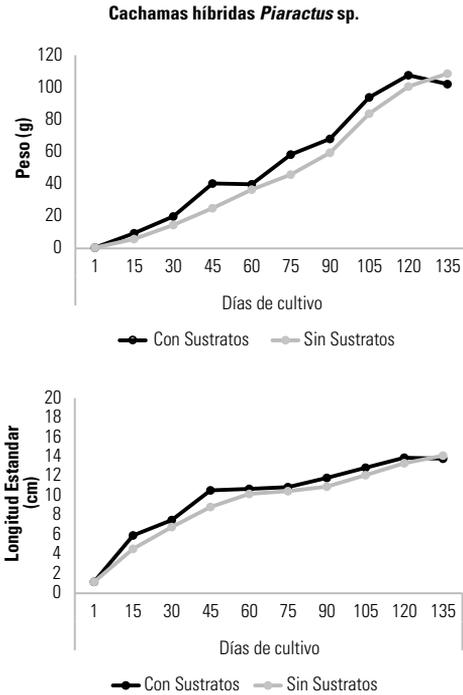


FIGURA 1. Desempeño en peso (g) y longitud estándar (cm) de la cachama híbrida *Piaractus* sp. en el sistema de agro acuicultura integrada, con (CS) y sin el uso de sustratos (SS) durante los días de cultivo ($p > 0,05$).

FIGURA 2. Desempeño en peso (g) y longitud estándar (cm) del bocachico *Prochilodus magdalenae* en el sistema de agro acuicultura integrada, con y sin el uso de sustratos durante el cultivo ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Los parámetros físico-químicos de calidad de agua se mantuvieron en rangos adecuados para el policultivo y de acuerdo con lo recomendado por Contreras y Canchila (2012), García *et al.* (2011) y Pardo-Carrasco y Bru-Cordero (2014). Teniendo en consideración que los peces fueron sembrados 40 días después de instalados los sustratos y llenados los estanques, se observó fijación perifítica (Durán 2019), coincidiendo con lo relatado por Azim, *et al.* (2001b); Azim *et al.* (2002a) y García *et al.* (2011).

En el presente estudio se usó plástico negro como material impermeabilizante para evitar las filtraciones ocasionadas por la presencia de tierra arenosa y abundante piedra, que pueden impedir el intercambio agua-suelo que, según los análisis de García *et al.* (2011), son importantes en trabajos con perifiton y para el desarrollo de especies detritívoras como el sábalo *Prochilodus lineatus* (Della Rosa *et al.* 2014). Aunque el fondo de los estanques no fue en tierra, se encontraron huellas de ramoneo en el perifiton fijado en los

sustratos y el plástico, lo que indicaría que los peces se alimentaron de este recurso.

Desempeño productivo de la cachama híbrida

Aunque no existen estudios relacionados con el uso de perifiton en policultivo de cachama híbrida y bocachico, la propuesta de evaluar el desempeño productivo de la cachama híbrida se origina en su potencial productivo y sus hábitos alimenticios (Ayarza *et al.* 2014; Contreras y Canchila 2012; Romero 2015). En este sentido, Contreras y Canchila (2012) mencionan que la cachama en su etapa inicial es una especie filtradora que puede aprovechar el plancton y el zooplancton, recursos que, según Azim *et al.* (2001a) aumentan con el uso de perifiton.

El área adicional que aportaron los sustratos en el presente estudio fue de 37,4%, que pudo ser insuficiente para formar una adecuada cantidad de perifiton, pues de acuerdo con lo mencionado por Azim *et al.* (2001c) y Uddin *et al.* (2009), para generar efectos sobre el desempeño productivo es necesario un área adicional superior a 60%.

Autores como Azim *et al.* (2001c) y Milstein *et al.* (2008) sugieren utilizar baja densidad de siembra en sistemas basados en perifiton; así mismo, Azim *et al.* (2003) manifiestan que los mejores resultados se encuentran en densidades de 1 a 1,5 peces/m². De esta manera, la densidad de 3 peces/m² empleada en el presente estudio posiblemente ocasionó mayor competencia por alimento y presión sobre la renovación perifítica, aspectos también mencionados por García *et al.* (2017) y Pardo-Carrasco y Bru-Cordero (2014).

Por otra parte, el uso de sustratos de material vegetal pudo afectar la adecuada fijación de perifiton, ya que según Amaidén

y Gari (2011) y Céspedes *et al.* (2016), la presencia de perifiton depende de la estructura física y del material del sustrato. Adicionalmente, Vivekanand y Kundan (2014) y Voltolina *et al.* (2013) afirmaron que la formación de las biopelículas perifíticas se puede ver afectada por el tipo de material, siendo esta fundamental para la producción y renovación del mismo. En ese sentido, Azim *et al.* (2001a) y García *et al.* (2011) reportan que sustratos duros y de color blanco generalmente presentan mejores respuestas. Por su parte, Keshavanath *et al.* (2001) encontraron mejores resultados en las formaciones perifíticas usando bambú; los mismos autores indican que los sustratos vegetales deben manejarse con prudencia, ya que en ocasiones pueden generar contaminación o eutrofización del agua en los estanques.

No obstante, la productividad de las cachamas híbridas en el presente estudio, usando sólo una dieta alternativa basada en recursos locales, es similar a la reportada por Azim *et al.* (2001b) de 1.901 kg/ha en 120 días, trabajando con policultivo de carpas en sistemas basados en perifiton con uso de alimento comercial. Otros estudios en policultivo y perifiton reportan productividad desde 577 kg/ha hasta 2.306 kg/ha en 90 días (Azim *et al.* 2001c). Autores como Uddin *et al.* (2007) reportaron rendimientos de 2.209 kg/ha en 105-días para la especie principal y 163 kg/ha en 105-días para la secundaria, manejando densidades de 3 peces/m²; así mismo, indican que mayor densidad de siembra no necesariamente aumenta los rendimientos. Para los mismos autores, densidades mayores de 3 peces/m² afectan la sobrevivencia y la productividad.

Para Kumar *et al.* (2018) las cachamas presentan buen desempeño en policultivo y pueden aprovechar sus cualidades bilógicas

y adaptarse con diferentes especies; en el presente estudio se observó que pueden cultivarse con bocachicos sin mayores inconvenientes. En los dos tratamientos la cachama híbrida presentó sobrevivencia similar a la reportada por Uchoi *et al.* (2015) para policultivo de la especie, entre 83 a 100%.

Desempeño productivo del bocachico

El uso de sustratos solamente produjo efectos significativos ($p < 0,05$) en la interacción tratamiento x tiempo, para el peso del bocachico a los 90 días, sin que fuese un efecto sostenido a lo largo del tiempo. En este mismo sentido, la falta de diferencias puede estar relacionada con la mayor densidad de siembra respecto a la señalada por Atencio-García *et al.* (2003), menor a 1 pez/m². Así, la densidad total del policultivo de 3 peces/m² utilizada, podría haber ocasionado ramoneo continuo del perifiton, afectando su renovación y por lo tanto la oferta de nutrientes esperada. Autores como Jha *et al.* (2018), Kumar *et al.* (2018) y Milstein *et al.* (2008) destacan la importancia de la densidad de siembra y las especies del policultivo, ya que al no ser adecuadas pueden ocasionar interacciones antagónicas.

Otro factor que pudo haber afectado el desempeño del bocachico es el bajo porcentaje adicional de área para fijación del perifiton, así como la estructura vegetal de los sustratos, su descomposición y color oscuro. Dados los hábitos alimenticios y su predisposición a la alimentación natural (Atencio-García *et al.* 2003; Pardo-Carrasco y Bru-Cordero 2014) es conveniente incrementar la formación de perifiton.

Un aspecto adicional a considerar es la fertilización de los estanques; autores como Azim *et al.* (2002b), Biswas *et al.* (2017) y Santhana *et al.* (2017) mencionan

su importancia en estos sistemas, antes y durante el cultivo, no solamente al utilizar residuos orgánicos como estiércol de ganado o compost, sino químicos como úrea y trifosfatos. En el presente estudio no se incluyó ningún producto orgánico o inorgánico al agua, lo que podría explicar los resultados, ya que las partículas orgánicas de los abonos son desencadenantes de la formación de biopelículas perifíticas y las fuentes inorgánicas son nutrientes que dinamizan las cadenas tróficas del agua y del perifiton fijado en los sustratos. A pesar de los beneficios mencionados, los abonos inorgánicos no son una alternativa en la comunidad por las implicaciones de costos adicionales y por aspectos culturales, sin embargo, los abonos orgánicos sí podrían involucrarse al sistema.

Respecto a las condiciones de manejo durante los pesajes y mediciones quincenales, se observó que estos ocasionaron estrés en los peces, sobre todo en los estanques con sustratos, por los movimientos de las varas de madera al ser retiradas y nuevamente instaladas, ocasionando que los peces de estos estanques dejaran de consumir alimento hasta dos días después de los pesajes. A pesar de esto, parámetros como la productividad y sobrevivencia fueron superiores a los reportados por García *et al.* (2011) de 240 a 300 kg/ha en 240 días y 31% respectivamente; con densidad de 0,7 bocachicos/m² en policultivo con tilapia, con y sin sustratos para perifiton, con área adicional de 67% y uso de ración comercial.

Cabe resaltar que en los estanques CS se obtuvo un 33% más de productividad, respecto a los estanques SS. Autores como Kadir *et al.* (2007); Milstein *et al.* (2008) y Pardo-Carrasco y Bru-Cordero (2014) sugieren que especies con hábitos como el bocachico mejoran la salud de los estanques

al remover los lodos del fondo, aprovechar toda la columna de agua y representar producciones adicionales de pescado que pueden ser utilizadas para autoconsumo y aportar a la seguridad alimentaria.

Desempeño del policultivo

Aunque es conocida la capacidad de la cachama como especie filtradora de fito y zooplancton (Contreras y Canchila 2012) y del bocachico como especie detritívora ramoneadora (Atencio-García *et al.* 2003; García *et al.* 2011), el estudio del sistema como un policultivo no mostró diferencias para ninguno de los parámetros estudiados. La conversión alimenticia para los dos tratamientos fue mayor a la reportada por García *et al.* (2011), quienes encontraron valores entre 1,9 y 2,27 para policultivo de tilapia nilótica y bocachico con y sin perifiton, alimentados con alimento comercial extruido y sin diferencias significativas. Cabe resaltar que en el presente estudio no se ofreció alimento balanceado comercial, sino una oferta de hojuelas fabricada localmente, considerada como dieta suplementaria, pero no completa, la cual pudo haber atendido parcialmente los requerimientos nutricionales de las especies, resultando en los valores mencionados. Por otro lado, se observó que la productividad promedio con el uso de sustratos fue un 11,5% mayor y con sobrevivencias similares. En este sentido, se torna fundamental lo mencionado por Kadir *et al.* (2006) quienes afirman que el policultivo con pequeñas especies nativas (small indigenous fishes) genera un impacto importante para la seguridad alimentaria, lo cual se torna aún más significativo si al realizar el policultivo incluyendo sustratos para fijación de perifiton se genera productividad adicional.

CONCLUSIONES

En las condiciones experimentales manejadas no se encontraron efectos significativos de los sustratos sobre los parámetros productivos de cachama híbrida y bocachico, al ser considerados por especie o como policultivo. Sin embargo, es importante considerar estudios adicionales que optimicen el tipo y manejo de sustratos, pues el uso de los mismos puede ser una alternativa viable para la producción de alimentos en SAAI en la comunidad de Jimaín.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el proyecto Consolidación de las Capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario del Departamento del Cesar, mediante el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías. También contó con el apoyo de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia mediante recursos de convocatorias de extensión solidaria. La investigación realizada no habría sido posible sin la participación de la comunidad y sus autoridades en las actividades experimentales.

REFERENCIAS

- Ahmed N, Ward JD, Saint CP. 2014. Can integrated aquaculture-agriculture (IAA) produce “more crop per drop.” Food Security. 6: 767–779.
- Amaidén MA, Gari EN. 2011. Perifiton en el mesohabitat de un arroyo serrano: dinámica estacional en relación a variables físico-químicas. Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica. 46(3–4): 235–250.
- Atencio-García VJ, Eduardo K, Wadnibar L, Narváez A. 2003. Manejo de la primera alimentación del bocachico (*Prochilodus magdalenae*). MVZ – Córdoba. 8(1): 254–260.

- Asaduzzaman M, Wahab MA, Verdegem MC, Benerjee S, Akter T, Hasan MM, Azim ME. 2009. Effects of addition of tilapia *Oreochromis niloticus* and substrates for periphyton developments on pond ecology and production in C/N-controlled freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* farming systems. *Aquaculture*. 287(3–4): 371–380. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.11.011>.
- Ayarza-Rengifo JA, Rodríguez-Veintemilla A, Ramírez-Cárdenas Y. 2014. Análisis comparativo de tres dietas comerciales del tipo extruido en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colosoma macropomum*) cultivados en estanques en el Centro de Investigaciones de Quistococha, Loreto, Perú. *Conoc. Amaz.* 5(1): 3–14.
- Azim ME, Wahab MA, Van Dam AA, Beveridge MC, Milstein A, Verdegem MC. 2001a. Optimization of fertilization rate for maximizing periphyton production on artificial substrates and the implications for periphyton-based aquaculture. *Aquaculture Research*. 32(9): 749–760. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00613.x>.
- Azim ME, Wahab MA, Van Dam AA, Beveridge MC, Verdegem MC. 2001b. The potential of periphyton-based culture of two indian major carps, rohu *Labeo rohita* (Hamilton) and gonia *Labeo gonius* (Linnaeus). *Aquaculture Research*. 32(3): 209–216. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00549.x>.
- Azim ME, Wahab MA, van Dam AA, Beveridge MCM, Huisman EA, Verdegem MCJ. 2001c. Optimization of stocking ratios of two Indian major carps, rohu (*Labeo rohita* Ham.) and catla (*Catla catla* Ham.) in a periphyton-based aquaculture system. *Aquaculture* 203, 33–49.
- Azim ME, Verdegem MC, Khatoun HY, Wahab MA. 2002a. A comparison of fertilization, feeding and three periphyton substrates for increasing fish production in freshwater pond aquaculture in Bangladesh. *Aquaculture*. 212: 227–243.
- Azim ME, Wahab MA, Verdegem MC, Van Dam AA, Van Rooij JM, Beveridge MC. 2002b. The effects of artificial substrates on freshwater pond productivity and water quality and the implications for periphyton-based aquaculture. *Aquatic Living Resources*. 15(4): 231–241. [http://doi.org/10.1016/S0990-7440\(02\)01179-8](http://doi.org/10.1016/S0990-7440(02)01179-8).
- Azim ME, Verdegem MC, Singh M, Van Dam AA, Beveridge MC. 2003. The effects of periphyton substrate and fish stocking density on water quality, phytoplankton, periphyton and fish growth. *Aquaculture Research*. 34(9): 685–695. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00867.x>.
- Béné C, Arthur R, Norbury H, Allison EH, Beveridge M, Bush S, Williams M. 2016. Contribution of Fisheries and Aquaculture to Food Security and Poverty Reduction: Assessing the Current Evidence. *World Development*. 79: 177–196. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.11.007>.
- Biswas G, Sundaray JK, Bhattacharyya SB, Shyne Anand PS, Ghoshal TK, Kailasam M. 2017. Influence of feeding, periphyton and compost application on the performances of striped grey mullet (*Mugil cephalus* L.) fingerlings in fertilized brackishwater ponds. *Aquaculture*. 481(4): 64–71. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.08.026>.
- Céspedes-Vargas E, Umaña-Villalobos G, Silva-Benavides AM. 2016. Tolerancia de diez especies de diatomeas (*Bacillariophyceae*) a los factores físico-químicos del agua en el Río Sarapiquí, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 64(1): 105–115. Disponible en <http://doi.org/10.15517/rbt.v64i1.18295>.
- Contreras H, Canchila E. 2012. Evaluación del rendimiento técnico en Cachama Blanca *Piaractus brachypomus* al sustituir Morera *Morus alba* y Falso Girasol *Tithonia diversifolia* en el alimento balanceado de ceiba. *Revista Citecsa*. 2: 1–12.
- Cruz-Velásquez Y, Kijora C, Vergara-Hernández W, Carsten Schulz. 2014. On-farm evaluation of Cachama blanca and Nile tilapia fed fermented aquatic plants in a polyculture. *Orinoquia suplemento*. 18(2): 269–277.
- Della Rosa P, Roux, J, Sánchez S, Ortiz J, Domitrovic H. 2014. Productividad del sábalo (*Prochilodus lineatus*) cultivado en estanques con diferentes tipos de fondo. *Revista Veterinaria*. 25(2): 126-130.
- Duran JC. 2019. Evaluación del uso de perifiton en Sistemas de Agro Acuicultura Integrada (SAAI) a pequeña escala en la Sierra Nevada de Santa

- Marta, Colombia. [Tesis de maestría]. [Bogotá, Colombia] Universidad Nacional de Colombia.
- Edwards P. 2015. Aquaculture environment interactions: Past, present and likely future trends. *Aquaculture*. 447: 2–14. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.001>.
- FAO. 2004. Agro-Acuicultura Integrada. Manual Básico. (Instituto Internacional para la Reconstrucción Rural, Ed.). Roma, Italia. Disponible en <http://www.fao.org/3/y1187s/y1187s00.htm>.
- FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5600s/y5600s00.pdf>.
- García F, Sabbag OJ, Kimpara JM, Romera DM, Sousa NS, Onaka EM, Ramos IP. 2017. Periphyton-based cage culture of Nile tilapia: An interesting model for small-scale farming. *Aquaculture*. 479: 838-844. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.07.024>.
- García JJ, Celis LM, Villalba EL, Mendoza C, Brú SB, Pardo SC. 2011. Evaluación del policultivo de bocachico *Prochilodus magdalenae* y tilapia *Oreochromis niloticus* utilizando superficies fijadoras de perifiton. *Rev. Med. Vet. Zoot*. 58: 71-83.
- Hanjra MA, Qureshi ME. 2010. Global water crisis and future food security in an era of climate change. *Food Policy*. 35(5): 365–377. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.05.006>.
- Jha S, Rai S, Shrestha M, Diana JS, Mandal RB, Egna H. 2018. Production of periphyton to enhance yield in polyculture ponds with carps and small indigenous species. *Aquaculture Reports*. 9: 74-81. <http://doi.org/10.1016/j.aqrep.2018.01.001>.
- Kadir A, Wahab MA, Milstein A, Hossain MA, Seraji MT. 2007. Effects of silver carp and the small indigenous fish mola *Amblypharyngodon mola* and punti *Puntius sophore* on fish polyculture production. *Aquacultural Engineering*. 273(20): 520-531. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.07.012>.
- Keshavanath P, Gangadhar B, Ramesh TJ, Van Rooij JM, Beveridge MC, Baird DJ, Van Dam AA. 2001. Use of artificial substrates to enhance production of freshwater herbivorous fish in pond culture. *Aquaculture Research*. 32(3): 189-197. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00544.x>.
- Kumar A, Pradhan PK, Das PC, Srivastava SM, Lal KK, Jena JK. 2018. Growth performance and compatibility of pacu, *Piaractus brachyomus* with Indian major carps in polyculture system. *Aquaculture*. 490: 236-239. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.02.052>.
- Milstein A, Peretz Y, Harpaz S. 2008. Culture of organic tilapia to market size in periphyton-based ponds with reduced feed inputs. *Aquaculture Research*, 40(1): 55-59. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.02062.x>.
- Moreno YM. 2013. Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente*. 16(3): 91-117.
- Murray FJ, Little DC. 2000. The nature of small-scale farmer managed irrigation systems in north west province, Sri Lanka and potential for aquaculture. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/11018604.pdf>.
- Pardo-Carrasco S, Bru-Cordero S. 2014. ¿Es posible disminuir la proteína en el alimento para peces en policultivo con perifiton. Orinoquia. [Internet]. [citado 2019 julio 20] 18(1): 35-42. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-37092014000100004&script=sci_abstract&tlng=es.
- Pomeroy LR, Williams PJ, Azam F, Hobbie JE. 2007. The Microbial Loop. *Oceanography*. 20(2): 28-33.
- Ramesh MR, Shankar KM, Mohan CV, Varghese TJ. 1999. Comparison of three plant substrates for enhancing carp growth through bacterial biofilm. *Aquacultural Engineering*. 19(2): 119-131. [http://doi.org/10.1016/S0144-8609\(98\)00046-6](http://doi.org/10.1016/S0144-8609(98)00046-6).
- Romero FL. 2015. Evaluación de tres tipos de alimento en el crecimiento preliminar de la “cachama blanca” (*Piaractus brachyomus*). *Revista Amazonica Ciencia y Tecnología*. 4: 217-234.
- Santhana KV, Pandey PK, Anand T, Bhuvaneshwari R, Kumar S. 2017. Effect of periphyton (aquamat) on water quality, nitrogen budget, microbial ecology, and growth parameters of

- Litopenaeus vannamei* in a semi-intensive culture system. *Aquaculture*. 479: 240-249. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.05.048>.
- [SAS] SAS Institute Inc. University Edition. Cary, NC, USA. (Citado 2019 agosto 15). Disponible en: https://www.sas.com/en_us/software/university-edition.html.
- Thompson FL, Abreu PC, Wasielesky W. 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture*. 203(3-4): 263-278. [http://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00642-1](http://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00642-1).
- Tortolero SA, Caverro BA, Brito JG, Soares CC, Silva JL, Barbosa HT, Keshavanath P. 2015. Periphyton-based polyculture of jaraqui, *Semaprochilodus insignis* (Schomburgk, 1841) and tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) with feed supplementation. *Journal of Aquaculture in the Tropics*. 30(3-4): 111-132.
- Uchoi R, Shyama S, Golandaj A, Sreenath VR, Yadav RP. 2015. Growth potential of pacu, *Piaractus Brachypomus* in different culture approach. *Res. J. Animal, Veterinary and Fishery Sci*. 3(6): 8-13.
- Uddin MS, Azim ME, Wahab MA, Verdegem MC. 2009. Effects of substrate addition and supplemental feeding on plankton composition and production in tilapia (*Oreochromis niloticus*) and freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture. *Aquaculture*. 297(1-4): 99-105. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.09.016>.
- Uddin MS, Farzana A, Fatema MK, Azim ME, Wahab MA, Verdegem MC. 2007. Technical evaluation of tilapia (*Oreochromis niloticus*) monoculture and tilapia-prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture in earthen ponds with or without substrates for periphyton development. *Aquaculture*. 269(1-4): 232-240. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.038>.
- Voltolina D, Audelo-Naranjo JM, Romero-Beltrán E, Pacheco-Marges M, López-Valenzuela L. 2013. Promoción del perifiton para el cultivo de camarón blanco: hacia una acuicultura ecológica. *Boletim Do Instituto de Pesca*. 39(2): 179-186.
- Vivekanand B, Kundan K. 2014. Biofilm in aquaculture production. *African Journal of Microbiology Research*. 8(13): 1434-1443. Disponible en <http://doi.org/10.5897/AJMR2013.6445>.

Article citation:

Durán-Izquierdo JC, Mindiola-Romo RJ, Wills-Franco GA, Pardo-Carrasco SC, Muñoz-Ramírez AP. 2020. Uso de perifiton en un sistema de policultivo en agro acuicultura integrada en la comunidad indígena de Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). [Periphyton-based polyculture in an integrated agri-aquaculture system at the indigenous community of Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)]. *Rev Med Vet Zoot*. 67(3): 262-275. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n3.93933](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n3.93933).

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 de 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	intra peritoneal
ml	mililitro	iv.	intravenoso
μl	microlitro		
m	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/matera, 10 frutos/rama. Uno de sus usos no lingüísticos es expresar los cocientes de magnitudes y unidades de medida: 80 km/h, 10 ml/min, 10°C/h.
- Uno de los usos no lingüísticos del punto (·) es indicar la multiplicación de dos cantidades, caso en que se coloca separado de estas y a media altura: 6 · 3 = 18; 2 · (x + y) = 30.
- El punto (.) se usa para separar los miles y la coma (,) se usa para separar decimales.
- Las unidades que se basan en nombres se usan en minúsculas: un siemens (con algunas excepciones como cuando el símbolo se deriva de un nombre propio: °C, grados Celsius).

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Autoría. Se considera autor a todo aquel que haya realizado una contribución directa y sustancial al contenido del manuscrito. Esta contribución debe incluir su participación en aspectos tales como la concepción del ensayo y del diseño experimental, la obtención de los datos crudos, el análisis de los datos y la interpretación de los resultados, la aplicación del modelo estadístico apropiado, la redacción del manuscrito y la investigación bibliográfica asociada. 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/remvez/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 numbered 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(LA): 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	intra-peritoneal
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/remevez/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_fmrvbzog@unal.edu.co o 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 sua significação estatística sempre que for possível), e as conclusões principais. Deverão destacar-se as observações e aspectos mais novos e relevantes do estudo.

As palavras-chave (máximo quatro) são termos para indexação do artigo nas bases de dados e os termos de busca de Internet. Estas devem identificar o conteúdo do artigo e devem colocar-se depois do resumo em seu correspondente idioma. Para selecionar as palavras-chave do documento, sugere-se consultar e usar os descritores do Tesouro agrícola multilíngue Agrovoc, criado pela FAO, 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. Parâ 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:

Cheeke 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:

- 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, grau 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.

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.

**ÍNDICE DE AUTORES REVISTA DE LA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA VOL. 67, 2020**

Autor	Artículo	Ubicación
Almanza-Ibarra K	Frecuencia de dirofilariosis en caninos de la localidad 3 de Cartagena, Bolívar (Colombia)	Nro. 3, pp. 253-261
Andrade-Becerra RJ	Prevalencia de trematodos y algunos factores de riesgo en vacas lecheras en Paipa, Boyacá (Colombia)	Nro. 3, pp. 205-218
Andrade-Becerra RJ	Detección de aflatoxina M1 en muestras de leche cruda de vacas en tanques de enfriamiento en Boyacá (Colombia)	Nro. 3, pp. 219-229
Arguelo JL	Efecto de gas de formalina sobre el recuento de mesófilos en nailon comercial destinado a procedimientos quirúrgicos	Nro. 1, pp. 33-41
Balvin DI	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)	Nro. 2, pp. 123-135
Britez CE	Efecto de gas de formalina sobre el recuento de mesófilos en nailon comercial destinado a procedimientos quirúrgicos	Nro. 1, pp. 33-41
Caballero MJ	Efecto de gas de formalina sobre el recuento de mesófilos en nailon comercial destinado a procedimientos quirúrgicos	Nro. 1, pp. 33-41
Cañate AS	Parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres cautivos en el Centro de Fauna de San Emigdio, Palmira (Colombia)	Nro. 3, pp. 230-238
Castañeda JA	Comparación de perfil lipídico por sexo y edad en una población de equinos en Caldas (Colombia).	Nro. 2, pp. 149-160
Castro LR	Molecular detection of Babesia canis vogeli and Hepatozoon canis in dogs in the department of Magdalena, Colombia.	Nro. 2, pp. 107-122
Cháves LC	Prevalencia del virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina en el departamento del Caquetá, Amazonia Colombiana	Nro. 1, pp. 9-16
Corredor JR	Efectos de la adición de probiótico Saccharomyces cerevisiae sobre histomorfología intestinal en pollos de engorde	Nro. 3, pp. 239-252
Cuadrado-Cano R	Frecuencia de dirofilariosis en caninos de la localidad 3 de Cartagena, Bolívar (Colombia)	Nro. 3, pp. 253-261
Delgado-López G	Mastocitoma felino. Reporte de caso	Nro. 2, pp. 171-184
Díaz, GJ	Editorial. Las revistas científicas “Open Access”: ¿una alternativa cuestionable?	Nro. 3, pp. 203-204

Autor	Artículo	Ubicación
Durán-Izquierdo JC	Uso de perifiton en un sistema de policultivo en agro acuicultura integrada en la comunidad indígena de Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)	Nro. 3, pp. 262-275
García MC	Prevalencia y hallazgos radiográficos en conejos, cuyos y chinchillas diagnosticados con maloclusión en el Hospital Veterinario de Especialidades en Fauna Silvestre y Etología Clínica de la UNAM, México	Nro. 1, pp. 17-32
Gómez FA	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)	Nro. 2, pp. 123-135
González R	Efecto de gas de formalina sobre el recuento de mesófilos en nailon comercial destinado a procedimientos quirúrgicos	Nro. 1, pp. 33-41
Guevara B	Calidad higiénico-sanitaria de dos sistemas de ordeño en fincas bovinas ubicadas en el sector Vuelta Larga, municipio Maturín, estado Monagas (Venezuela)	Nro. 1, pp. 60-71
Herrera P	Parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres cautivos en el Centro de Fauna de San Emigdio, Palmira (Colombia)	Nro. 3, pp. 230-238
Herrera W	Prevalencia del virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina en el departamento del Caquetá, Amazonia Colombiana	Nro. 1, pp. 9-16
Maldonado RI	Prevalencia y hallazgos radiográficos en conejos, cuyos y chinchillas diagnosticados con maloclusión en el Hospital Veterinario de Especialidades en Fauna Silvestre y Etología Clínica de la UNAM, México	Nro. 1, pp. 17-32
Martínez JR	Evaluación por gastroscopia simple y cromoendoscopia convencional de la superficie gastroesofágica y duodenal proximal del equino. Estudio piloto	Nro. 2, pp. 136-148
Mindiola-Romo RJ	Uso de perifiton en un sistema de policultivo en agro acuicultura integrada en la comunidad indígena de Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)	Nro. 3, pp. 262-275
Mira A	Evaluación por gastroscopia simple y cromoendoscopia convencional de la superficie gastroesofágica y duodenal proximal del equino. Estudio piloto	Nro. 2, pp. 136-148
Moreno-Babilonia C	Mastocitoma felino. Reporte de caso	Nro. 2, pp. 171-185
Motta-Delgado PA	Prevalencia del virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina en el departamento del Caquetá, Amazonia Colombiana	Nro. 1, pp. 9-16

Autor	Artículo	Ubicación
Muñoz AL	Prevalencia del virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina en el departamento del Caquetá, Amazonia Colombiana	Nro. 1, pp. 9-16
Muñoz-Ramírez AP	Uso de perifiton en un sistema de policultivo en agro acuicultura integrada en la comunidad indígena de Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)	Nro. 3, pp. 262-275
Ochoa JE	Efectos de la adición de probiótico <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sobre histomorfología intestinal en pollos de engorde	Nro. 3, pp. 239-252
Osorio JH	Comparación de perfil lipídico por sexo y edad en una población de equinos en Caldas (Colombia).	Nro. 2, pp. 149-158
Pardo-Carrasco SC	Uso de perifiton en un sistema de policultivo en agro acuicultura integrada en la comunidad indígena de Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)	Nro. 3, pp. 262-275
Pinilla-Pérez M	Frecuencia de dirofilariosis en caninos de la localidad 3 de Cartagena, Bolívar (Colombia)	Nro. 3, pp. 253-261
Polania R	Prevalencia del virus de la rinotraqueitis infecciosa bovina en el departamento del Caquetá, Amazonia Colombiana	Nro. 1, pp. 9-16
Pulecio SL	Efectos de la adición de probiótico <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sobre histomorfología intestinal en pollos de engorde	Nro. 3, pp. 239-252
Quenan YE	Comparación de perfil lipídico por sexo y edad en una población de equinos en Caldas (Colombia).	Nro. 2, pp. 149-159
Quevedo DM	Efectos de la adición de probiótico <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sobre histomorfología intestinal en pollos de engorde	Nro. 3, pp. 239-252
Ramírez-Merlano JA	Bromatological characteristics of fillet fish of <i>Leporinus agassizi</i> and <i>Leporinus fasciatus</i> (Pisces: Characidae) in its natural habitat	Nro. 2, pp. 159-170
Ramírez-Restrepo CA	Long term beef production in extensive cow-calf systems in the tropical savannas of eastern Colombia	Nro. 1, pp. 42-59
Rivas MC	Calidad higiénico-sanitaria de dos sistemas de ordeño en fincas bovinas ubicadas en el sector Vuelta Larga, municipio Maturín, estado Monagas (Venezuela)	Nro. 1, pp. 60-71
Ruiz JD	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)	Nro. 2, pp. 123-135

Autor	Artículo	Ubicación
Sánchez JL	Evaluación por gastroscopia simple y cromoendoscopia convencional de la superficie gastroesofágica y duodenal proximal del equino. Estudio piloto	Nro. 2, pp. 136-148
Santodomingo AM	Molecular detection of <i>Babesia canis vogeli</i> and <i>Hepatozoon canis</i> in dogs in the department of Magdalena, Colombia	Nro. 2, pp. 107-122
Sierra YD	Parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres cautivos en el Centro de Fauna de San Emigdio, Palmira (Colombia)	Nro. 3, pp. 230-238
Silva-Acuña R	Calidad higiénico-sanitaria de dos sistemas de ordeño en fincas bovinas ubicadas en el sector Vuelta Larga, municipio Maturín, estado Monagas (Venezuela)	Nro. 1, pp. 60-71
Sua-Cespedes CD	Bromatological characteristics of fillet fish of <i>Leporinus agassizi</i> and <i>Leporinus fasciatus</i> (Pisces: Characidae) in its natural habitat	Nro. 2, pp. 159-170
Tarazona-Manrique LE	Prevalencia de trematodos y algunos factores de riesgo en vacas lecheras en Paipa, Boyacá (Colombia)	Nro. 3, pp. 205-218
Tarazona-Manrique LE	Detección de aflatoxina M1 en muestras de leche cruda de vacas en tanques de enfriamiento en Boyacá (Colombia)	Nro. 3, pp. 219-229
Thomas RS	Molecular detection of <i>Babesia canis vogeli</i> and <i>Hepatozoon canis</i> in dogs in the department of Magdalena, Colombia	Nro. 2, pp. 107-122
Torrez-Tabares A	Bromatological characteristics of fillet fish of <i>Leporinus agassizi</i> and <i>Leporinus fasciatus</i> (Pisces: Characidae) in its natural habitat	Nro. 2, pp. 159-170
Vanegas J	Parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres cautivos en el Centro de Fauna de San Emigdio, Palmira (Colombia)	Nro. 3, pp. 230-238
Vargas-Abella JC	Prevalencia de trematodos y algunos factores de riesgo en vacas lecheras en Paipa, Boyacá (Colombia)	Nro. 3, pp. 205-218
Vargas-Abella JC	Detección de aflatoxina M1 en muestras de leche cruda de vacas en tanques de enfriamiento en Boyacá (Colombia)	Nro. 3, pp. 219-229
Velasco-Santamaria YM	Bromatological characteristics of fillet fish of <i>Leporinus agassizi</i> and <i>Leporinus fasciatus</i> (Pisces: Characidae) in its natural habitat	Nro. 2, pp. 159-170
Vélez-Parodi JV	Bromatological characteristics of fillet fish of <i>Leporinus agassizi</i> and <i>Leporinus fasciatus</i> (Pisces: Characidae) in its natural habitat	Nro. 2, pp. 159-170

Autor	Artículo	Ubicación
Vence N	Parásitos gastrointestinales en mamíferos silvestres cautivos en el Centro de Fauna de San Emigdio, Palmira (Colombia)	Nro. 3, pp. 230-238
Vera-Infanzón RR	Long term beef production in extensive cow-calf systems in the tropical savannas of eastern Colombia	Nro. 1, pp. 42-59
Villafañe-Ferrer L	Frecuencia de dirofilariosis en caninos de la localidad 3 de Cartagena, Bolívar (Colombia)	Nro. 3, pp. 253-261
Wills-Franco GA	Uso de perifiton en un sistema de policultivo en agro acuicultura integrada en la comunidad indígena de Jimaín, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia)	Nro. 3, pp. 262-275



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

© Universidad Nacional de Colombia, 2020