

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

ISSN-L: 0120-2952

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN, REPORTES DE CASO Y REVISIÓN

VOL. **70** N.º **1**

ENERO - ABRIL DE 2023



Fe de erratas:

Se generó un cambio en la paginación de la galerada final debido a que fue necesario incorporar la Tabla 4 del artículo *Fascioliasis, una zoonosis emergente en Perú y el mundo: factores asociados a la infección en niños de edad escolar con el identificador* <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n1.102384>

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



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Artículos de Investigación, Reportes de Caso y Revisión

Volumen 70 n.º 1, enero-abril de 2023

© UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA

Vol. 70 n.º 1, enero-abril de 2023

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

ISSN en línea: 2357-3813

DOI: 10.15446/rfmvz (CrossRef)

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

Correo electrónico: rev_fmzbog@unal.edu.co

Teléfono: 3165000 Ext. 15403 y 15331

Bogotá, D. C., Colombia

DECANA

Lucía Botero Espinosa

VICEDECANA

Gloria Amparo Casas Bedoya

DIRECTORA DE BIENESTAR

Myriam Acero Aguilar

DIRECTORA DEPARTAMENTO DE SALUD ANIMAL

Claudia Isabel Brieva Rico

DIRECTOR DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Miguel Ángel Landines Parra

DIRECTORA DE PROGRAMA DE POSGRADO

Ligia Mercedes Jiménez Robayo

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Jorge Luis Zambrano Varón

REPRESENTANTE DE LOS PROFESORES

Giovanni Vargas Hernández

SECRETARIO ACADÉMICO

Juan Sebastián Mora Cárdenas

EDITOR GENERAL

Sandra Milena Vásquez Mejía Universidad Nacional de Colombia. servasque@unal.edu.co

COMITÉ CIENTÍFICO Y EDITORIAL:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

COORDINADOR (A) EDITORIAL:

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

CORRECCIÓN DE ESTILO

Lina Rojas Camargo

MAQUETACIÓN

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

DERECHOS DE AUTOR Y COPYRIGHT

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

DOAJ
DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS
www.doaj.org

SciELO Colombia
www.scielo.org.co

SciELO
<https://scielo.org/>

redalyc.org
www.redalyc.org

latindex
catálogo
www.latindex.org

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

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

CAB ABSTRACTS
www.cabi.org

REDIB
www.redib.org

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

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

EBSCO
EBSCO Essentials

Contenido

Política editorial _____	7
--------------------------	---

Editorial

El valor y el precio de la publicación científica

<i>Miguel Ángel Landines Parra</i> _____	5
--	---

Artículos de investigación

Salud animal

Frecuencia de calicivirus en felinos con signos respiratorios en Medellín, Colombia (2020)

[Frequency of calicivirus in felines with respiratory signs in Medellin, Colombia (2020)]

<i>V. M. Molina, D. Pérez-Suárez, C. Pineda, I-L Jaramillo</i> _____	10
--	----

Effect of silymarin on oxidative damage in chicken liver cell membranes

[Efecto de la silimarina sobre el daño oxidativo en membranas celulares de hígado de pollo]

<i>M. B. Gavazza, M. E. Marmunti, A. Palacios</i> _____	20
---	----

Biochemical blood profile in water buffaloes: alterations related to natural infection by *Trypanosoma* spp.

[Perfil bioquímico do sangue em búfalos: alterações relacionadas à infecção natural por *Trypanosoma* spp.]

<i>I-L Jaramillo, J. C. Tobon, P. M. Agudelo, J. D. Ruiz</i> _____	30
--	----

Producción animal

Entre la incertidumbre de la liberación y otras formas de uso de la fauna silvestre

[Between the uncertainty of release and other forms of wildlife use]

<i>G. E. Estrada, C. A. Gómez y V. Sánchez</i> _____	45
--	----

Artículo de revisión

Salud animal

Impacto ecológico del insecticida fipronil: valoración de riesgos en humanos

[Ecological impact of fipronil insecticide: risk assessment in humans]

<i>D. A. Gómez-Beltrán, J. E. Pérez Montes, D. Villar</i> _____	65
---	----

Fascioliasis, una zoonosis emergente en Perú y el mundo: factores asociados a la infección en niños de edad escolar
 [Fascioliasis, an emerging zoonosis in Peru and the world: factors associated with infection in school-age children]
 A. Valderrama–Pomé _____ 85

Producción animal

Morfología, produção e potencialidades na nutrição animal da melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*): uma revisão
 [Morphology, production and potentialities of forage watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) for animal nutrition: A review]
 G. C. Gois, F. S. Campos, C. A. Araújo, G. G. L. Araújo, D. C. O. Carvalho _____ 111

Estudo metanalítico sobre a microbiologia da carne bovina moída no Brasil
 [Meta-analytical study on the microbiology of ground beef in Brazil]
 C.A. Araújo; J. J. S. Novaes, D. O. Lima, N. S. Santos, F. S. Campos, G. C. Gois, P. H. P. Borba _____ 129

Instrucciones para los autores y consideraciones éticas _____ 140

Instructions for authors and ethical considerations _____ 145

Instrucoes aos autores e consideracoes eticas _____ 149

INDEXACIÓN:

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

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

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

Política editorial

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

Periodicidad: cuatrimestral.

Arbitraje:

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

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

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

El valor y el precio de la publicación científica

Aunque la etimología de las palabras valor y precio es diferente, en ocasiones estas suelen asociarse por error a un mismo significado, situación que en varios escenarios resta importancia al valor de las cosas. En ese sentido, hoy, los resultados de investigación no necesariamente son valorados, a menos que sean publicados en revistas de reconocido prestigio, las cuales por lo general ponen un precio a la divulgación de dichos resultados, obtenidos en la mayoría de los casos con gran esfuerzo y dedicación de los investigadores. Ellos, a su vez, se ven obligados a entrar en ese sistema, en el cual se da más importancia a la publicación de su artículo o al impacto que su *paper* pueda tener, que al descubrimiento en sí, el cual podría dar solución a una problemática real de una población o comunidad que difícilmente tendrá acceso a la lectura del documento.

Aunado a lo anterior, con el surgimiento de las denominadas revistas “depredadoras”, la situación se torna, incluso, más grave, por cuanto de manera inescrupulosa estas se aprovechan del afán de algunos por aparecer allí, brindándoles “facilidades de publicar” —por supuesto, a cambio de un precio—, pero sin el rigor que demanda una publicación en una revista clasificada y reconocida. Por ello, tales publicaciones deberían carecer de valor, sus artículos no deberían ser citados, ni generar impacto en la comunidad académica. Sin embargo, no siempre es así; gracias a la falta de información y en ocasiones al facilismo, muchos autores las confunden con las revistas *open acces*, avaladas por la comunidad científica, y, en el afán de mejorar su visibilidad, su estatus laboral o académico, deciden publicar en las primeras.

En Colombia, donde, lamentablemente, muchas instituciones podrían estar expuestas a la corrupción, surge un nuevo ingrediente por el afán de publicar, centrado más en el precio que en el valor de los resultados: el decreto 1279 de 2002, el cual, entre otras cosas, asigna puntos salariales a los docentes universitarios por publicación de artículos, lo cual conduce a que en algunos casos muchos supuestos investigadores se lucren a costa de publicaciones que no deberían tener valor, pero que los benefician gracias a que sí tienen un precio. Aunque hay muchos casos, quizá el más conocido es el denunciado por el diario *La Nación*, en el cual advierten sobre la suplantación de la revista polaca *Sylwan*, cuyo portal original fue hackeado, y en el que profesores de una universidad colombiana pudieron publicar más de veinte artículos en un año, con el consiguiente ajuste salarial que ello implicó. Y cómo no mencionar a las denominadas “bodegas”, en las que a estudiantes de pregrado y posgrado se les pagaba para fabricar artículos (incluso con datos inventados) para su posterior publicación. Sin ir más allá, ¿qué decir de la denuncia pública llevada a cabo por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales al anterior ministro de Ciencia y Tecnología por plagio ante la reconocida editora Springer?

En conclusión, la pregunta sería: ¿para qué investigar? No tengo la respuesta. Solo sé que ciertamente somos unos pocos los privilegiados que podemos hacerlo. Entonces hagámoslo, pero hagámoslo para ampliar el conocimiento, obtener hallazgos importantes, solucionar problemas de la comunidad, forjar país. Ese es el verdadero valor de la publicación, ese, el que no tiene precio.

Miguel Ángel Landines Parra
Zootecnista. PhD. Profesor Asociado
Director del Departamento de Producción Animal
Universidad Nacional de Colombia

Frecuencia de calicivirus en felinos con signos respiratorios en Medellín, Colombia (2020)

V. M. Molina^{1*}, D. Pérez-Suárez², C. Pineda¹, I-L Jaramillo²

Recibido: 3/3/2022. Aprobado: 28/3/2022

RESUMEN

El calicivirus felino (CVF) es uno de los principales patógenos infectivos que causan la enfermedad del tracto respiratorio superior en gatos (ETRS). Es un virus de presentación común en gatos en condiciones de albergue o gatos con acceso al exterior, el cuadro clínico está asociado con sintomatología respiratoria, ulceraciones orales, secreción ocular y cojeras. El objetivo de este estudio fue determinar la frecuencia de calicivirus felino en animales con cuadro respiratorio en la ciudad de Medellín, Colombia, en 2020. Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal donde se incluyeron 64 gatos domésticos con sintomatología compatible con enfermedad del tracto respiratorio superior y úlceras orales para determinación de frecuencia de presentación de CVF, la distribución fue 36 hembras y 28 machos y la raza mestiza fue la más frecuente con 47 ejemplares, los cuales fueron vacunados con vacuna convencional cepa F9. Se realizaron hisopados conjuntivales y nasales para diagnóstico por reacción en cadena de la polimerasa (RCP) para detección de calicivirus felino, de los cuales 22 gatos resultaron positivos a caliciviosis felina, con una frecuencia del 34,3% de la muestra evaluada. El calicivirus felino es una enfermedad de alta frecuencia de presentación en los felinos domésticos con sintomatología respiratoria y con úlceras orales en Medellín, Colombia, inclusive en gatos vacunados con vacunas convencionales que contienen la cepa F9, lo que puede implicar que están circulando cepas que no responden a estas vacunas.

Palabras clave: calicivirus felino, conjuntivitis, RCP, úlcera oral.

Frequency of calicivirus in felines with respiratory signs in Medellin, Colombia (2020)

ABSTRACT

Feline calicivirus (FVC) is one of the main infectious pathogens causing upper respiratory tract disease in cats (URTD). It is a virus of common presentation in cats in shelter conditions or cats with access to the outside, the clinical picture is associated with respiratory symptoms, oral ulcerations, eye discharge, and lameness. To determine the frequency of feline calicivirus in animals with respiratory symptoms in Medellín, Colombia, in 2020, a descriptive cross-sectional study was carried out, including 64 domestic cats with signs

¹ Boehringer Ingelheim. Carrera 11 n.º 84^a-09. Piso 5. Edificio Amadeus. Bogotá, Colombia.

² TestMol. Carrera 45 D n.º 60-16. Medellín, Colombia.

* Correo electrónico: victor.molina@boehringer-ingelheim.com

compatible with upper respiratory tract disease and oral ulcers. For determination of the frequency of presentation of FVC, the distribution was 36 females and 28 males, and the mestizo race was the most frequent with 47 specimens, which were vaccinated with conventional vaccine strain F9. Conjunctival and nasal swabs were performed for diagnosis by polymerase chain reaction (PCR) to detect feline calicivirus, of which 22 cats were positive for feline calicivirosis, representing a frequency of 34.3% of the sample evaluated. Feline calicivirus is a disease with a high frequency in domestic felines with respiratory symptoms and oral ulcers in Medellín, Colombia, including cats vaccinated with conventional vaccines containing the F9 strain, which may imply that strains that do not respond to these vaccines are circulating.

Keywords: conjunctivitis, feline calicivirus, oral ulcer, PCR.

INTRODUCCIÓN

El calicivirus felino (CVF) es un virus altamente contagioso de distribución mundial (Radford *et al.* 2009) y uno de los principales patógenos asociados en la presentación de la enfermedad del tracto respiratorio superior (ETRS) en gatos, tigres, leones y otras especies de felinos, también conocida como el complejo respiratorio felino o gripe felina (Pesavento *et al.* 2008; Berger *et al.* 2015). El CVF pertenece a la familia Caliciviridae, del género *Vesivirus* (Radford *et al.* 2007; Pesavento *et al.* 2008; Pereira *et al.* 2018; Brunet *et al.* 2019). Posee una cápsula icosaédrica que varía entre 27-40 nm, es un virus ARN monocatenario, de polaridad positiva, por lo cual puede evolucionar rápidamente y tener una amplia variabilidad antigénica (Radford *et al.* 2009; Alfonso *et al.* 2017). Asimismo, es un virus desnudo, con un genoma pequeño (7.7 kb) que codifica tres marcos abiertos de lectura (ORF, por su sigla en inglés); el ORF1 codifica proteínas no estructurales, el ORF2 codifica para la proteína precursora de cápside o proteína mayor (VP1); y el ORF3 codifica la proteína VP2, una proteína estructural de menor tamaño (Di Martino *et al.* 2020). Al ser un virus ARN desnudo, el CVF posee una resistencia a una amplia

variedad de desinfectantes comunes y le permite permanecer más tiempo en el medio ambiente (Radford *et al.* 2009; Cohn 2011; Walter *et al.* 2020).

La transmisión del CVF ocurre de manera directa con un felino infectado o de manera indirecta con secreciones respiratorias, saliva, orina, aerosoles, alimentos, agua, vómito o materia fecal contaminados con el virus (Hurley *et al.* 2004). Una vez el gato entra en contacto con las partículas virales, se desarrolla una primera replicación en la orofaringe, con una posterior viremia que genera una enfermedad clínica dependiente de múltiples factores como edad, carga viral, virulencia o estatus inmunitario (Hurley *et al.* 2004; Cohn 2011; Di Martino *et al.* 2020). El CVF es más común en gatos jóvenes que se encuentran en condiciones de albergues o en colonias callejeras, respecto a felinos que no tienen contacto con otros animales de su misma especie (Radford *et al.* 2007; Radford *et al.* 2009; Cohn 2011; Pereira *et al.* 2018; Walter *et al.* 2020). Los síntomas que pueden presentar los animales infectados con CVF incluyen: descarga nasal serosa o mucopurulenta, sialorrea, estornudos, tos, descarga ocular, conjuntivitis, queratitis, fiebre, inapetencia, diarrea; también pueden

presentar úlceras a nivel de la lengua, encías, labios, mucosa oral y nariz de diferentes grados (Radford *et al.* 2007; Radford *et al.* 2009; Cohn 2011; Caringella *et al.* 2019). Estos síntomas son inespecíficos, ya que existen varios agentes que desarrollan la ETRS. Por otro lado, el síndrome de cojera se ha descrito en gatos infectados con calicivirus, en asociación con una vasculitis a nivel articular. Sin embargo, no se conoce claramente su patogenia (Addie *et al.* 2008; Radford *et al.* 2009; Cohn 2011; Berger *et al.* 2015; Hou *et al.* 2016; Pereira *et al.* 2018).

En cuanto al diagnóstico, hay que tener en cuenta que el calicivirus hace parte de la ETRS en gatos donde también se han definido por lo menos cuatro patógenos implicados: herpesvirus felino tipo 1 (FHV-1), *Mycoplasma felis*, *Chlamydomphila felis* y *Bordetella bronchiseptica* (Radford *et al.* 2009; Cohn 2011; Berger *et al.* 2015; Walter *et al.* 2020). La identificación de estos patógenos rara vez es realizada debido, principalmente, a las limitaciones económicas de los propietarios. No obstante, se pueden llevar a cabo hisopados conjuntivales, orales o nasales para la detección molecular mediante PCR para CVF, HVF-1 y *C. felis* (Walter *et al.* 2020).

Si bien el CVF se ha investigado en todo el mundo, en Colombia, de acuerdo con el conocimiento de los autores, no se ha descrito un estudio que brinde claridad frente a la frecuencia de presentación de calicivirus en el país. El objetivo de este estudio fue determinar la frecuencia de presentación del calicivirus felino en una población con sintomatología respiratoria en gatos de la ciudad de Medellín, Colombia, mediante detección viral por PCR, y de esta manera contribuir a un mayor conocimiento de la enfermedad en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo y localización de estudio

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal donde se incluyeron 64 gatos domésticos con sintomatología compatible con enfermedad del tracto respiratorio superior en el área urbana de la ciudad de Medellín, Antioquia, de enero a diciembre de 2020.

Población

Se seleccionaron, por conveniencia, 64 gatos procedentes de varias clínicas veterinarias de Medellín, de los cuales 36 eran hembras y 28 eran machos, de razas puras y mestizos, con edades que oscilaban entre 8 semanas y 5 años. Todos los gatos tenían la vacuna comercial que contenía la cepa F9, el 100% de los gatos estaba en casa (*indoor*); no se determinó el número de gatos por casa y solo se tuvo presente que estos evidenciaban sintomatología respiratoria (estornudos, descarga nasal, disnea (figura 1 a y b), lesiones oculares (conjuntivitis, descarga ocular, figura 1 c y d) o lesiones orales (úlceras orales, gingivales, palatinas, figura 1 e y f). Los gatos fueron muestreados por veterinarios en clínicas privadas y consultorios veterinarios en Medellín, Colombia, en 2020.

Comité de ética

Todas las muestras analizadas fueron tomadas por médicos veterinarios de la ciudad de Medellín, en clínicas particulares, en las cuales los propietarios firmaron consentimiento informado, pues se trata de un método diagnóstico de pacientes felinos con cuadro respiratorio, las muestras fueron hisopados nasales, orales y oculares de pacientes clínicamente enfermos; no se experimentó con ningún paciente. Se



FIGURA 1. Lesiones halladas en los gatos evaluados para detección de FCV en la ciudad de Medellín. (A y B) Sintomatología respiratoria. (C y D) Lesiones oculares. (E y F) Lesiones orales.

Fuente: elaboración propia.

siguieron los lineamientos de las leyes 576/2000, capítulo 5, artículo 76-82; capítulo 6, artículo 83 y 84/1989, sobre la experimentación animal, esta investigación

fue una descripción de diagnóstico de la presencia de calicivirus felino como agente responsable en Colombia de la enfermedad respiratoria felina.

Toma de muestras

El muestreo se realizó mediante hisopado conjuntival/oral para posterior diagnóstico de laboratorio, las muestras se enviaron al laboratorio de referencia TestMol, Medellín, Colombia, en medios de transporte con albumina, a temperatura 2-8 °C. Solo se evaluaron pacientes que presentaban sintomatología compatible con infección por calicivirus, pacientes con conjuntivitis, úlceras en cavidad oral o signos respiratorios como rinorrea.

Procesamiento de las muestras para extracción de ARN

Los hisopos conjuntivales/orales se colocaron en 500 µL de solución salina tamponada con fosfato (PBS) durante 5 min y se centrifugaron a 3.000 × g durante 10 min. El sobrenadante se pasó a través de un filtro estéril de 0,22 µm.

Extracción ARN

Las extracciones de ARN se realizaron de inmediato después de la recolección, usando un kit basado en columnas Pure Link Spin-ADN genómico (Invitrogen®). La transcripción inversa se realizó utilizando cebadores aleatorios (Invitrogen®) y la enzima Superscript III (Invitrogen®) de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Se procesaron 2 tipos de qPCR. Inicialmente una de 100pb, y a las muestras positivas se les montó una qPCR de 900 pb. En total se montaron 64 pruebas tamiz y 22 para la qPCR larga.

Amplificación del genoma

El ADNc se amplificó con los cebadores de PCR que se muestran en la tabla 1. La PCR se realizó en una mezcla de 50 µL que consta de 4 µL de ADNc molde, 2 µL de cebadores directos e inversos (10 mM),

25 µL de 2 × mezcla maestra Phanta Max y ddH₂O. Los ciclos de temperatura de la PCR fueron los siguientes: un ciclo de 95 °C durante 3 min, 35 ciclos de 94 °C durante 30 s, hibridación a 55 °C durante 30 s, y alargamiento a 72 °C durante 3 min, y un ciclo de 72 °C durante 10 minutos. Los productos de la PCR se visualizaron mediante electroforesis en gel de agarosa al 1% y tinción con M5 HiPure Gelred Plus (Me5 Technology Co., Ltd., Beijing, China). Las bandas se fotografiaron utilizando un sistema de documentación en gel SH-510 (Shenhua, Hangzhou, China).

Análisis estadístico

Se realizó una evaluación de frecuencia de calicivirus felino, tanto para las variables raza, sexo y edad, usando la siguiente fórmula (Walter *et al.* 2020):

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de gatos positivos a calicivirus}}{\text{Número total de gatos enfermos}} \times 100$$

RESULTADOS

La frecuencia de presentación de calicivirus felino para gatos con sintomatología respiratoria analizados en la ciudad de Medellín fue de 34,37% (22/64) (tabla 2). La edad promedio de felinos evaluados es de 1,80 años (1-2 años); de los cuales fueron positivos 22 individuos, con una edad promedio de 1,35 años (1-2 años).

Entre los gatos muestreados, 46 (71,8%) fueron mestizos, 9 (14%) eran de raza persa, 2 (3,21%) ruso azul, 2 (3,21%) siamés y 5 (7,8%) de diferentes razas con un individuo por cada una de ellas. De los gatos mestizos, el 46,87% fue positivo a CVF, con un porcentaje de positividad de 23,43% (15 felinos positivos de 64

muestreados), el mayor número de gatos positivos al virus (tabla 2).

La segunda raza que mostró mayor frecuencia fue la persa, con 3 felinos positivos a CVF (4,68%) de los 64 gatos evaluados; también la segunda raza más evaluada con 9/64. Luego continúan las razas ruso azul y siamés con un total de 2 individuos muestreados para CVF; los siamés tuvieron 1,56% de frecuencia de positividad al CVF (tabla 2).

En cuanto a la proporción por sexo, de los 64 gatos muestreados para diagnóstico

por PCR 28 fueron machos y 36 hembras, 56,3% y 43,8%, respectivamente. Los gatos positivos a CVF se distribuyeron así; 13 machos (59,1%) y 9 hembras (40,9%), con una proporción 1,4:1 (tabla 3).

Con respecto a la edad de los 64 gatos muestreados, el rango fue de 2 meses hasta los 8 años, con promedio de edad 1 año y 8 meses. La mayor proporción de gatos positivos tenía entre 1 y 2 años 9/22 (40,91%), seguido por gatos entre 2 y 6 meses de edad 7/22 (31,82%) (tabla 4).

TABLA 1. Cebadores usados para amplificación del genoma de FCV

Agentes evaluados (región genética)	Primer F	Primer R	Tamaño de amplificado
Virus Calicivirus-(Cápside)	AACCTGCGCTAACGTGCTTA	CAGTGACAATACACCCAGAAG	926 pb

Fuente: elaboración propia.

TABLA 2. Frecuencia de positividad según raza de felinos evaluados y total de individuos de la muestra

Raza	Frecuencia absoluta raza	+/-	Porcentaje del total de la población positiva
Azul ruso	2	0/2	0%
Mestizo	46	15/31	23,4%
Doméstico pelo corto (DPC)	1	0/1	0%
Esfinge	1	1/0	1,56%
Europeo pelo corto	1	1/0	1,56%
Himalayo	1	0/1	0%
Maine coon	1	1/0	1,56%
Persa	9	3/6	4,68%
Siamés	2	1/1	1,56%
Total	64	22/42	34,3%

Fuente: elaboración propia.

TABLA 3. Distribución respecto al sexo en gatos evaluados mediante RT-PCR para FCV

Sexo	Recuento	Distribución sexo	FCV PCR (+)	Porcentaje género positivos	Porcentaje del total de gatos
Hembra	36	56,3%	9	40,9%	14%
Macho	28	43,8%	13	59,1%	20,3%
Total	64	100%	22	100%	34,3%

Fuente: elaboración propia.

TABLA 4. Distribución de edad en los gatos positivos para FCV

Rango de edad	Frecuencia	Porcentaje
2- 6 meses	7	31,82%
7- 11 meses	1	4,55%
1- 2 años	9	40,91%
2- 5 años	5	22,73%
> 5 años	0	0
Total	22	100

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

El calicivirus felino es uno de los principales patógenos no zoonóticos asociados en la presentación de gingivoestomatitis crónica en gatos, y uno de los agentes causales de la ETRS. Conocer el estatus epidemiológico del CVF es importante para efectuar planes preventivos como la vacunación y evitar la exposición a gatos callejeros en zonas de alta prevalencia.

Este estudio es el primer reporte que evalúa la frecuencia de presentación de calicivirus felino en gatos con sintomatología respiratoria en Medellín, Colombia, usando PCR. Existen reportes de prevalencia en otros países, sin embargo, en Latinoamérica solo en Brasil se ha descrito la presentación de este virus a pesar de su alta frecuencia de diagnóstico en otros países. La prevalencia

en los diferentes países varía dependiendo de varios factores como el tipo de población de gatos, la técnica usada, el número de animales muestreados, el estatus vacunal, entre otros. La frecuencia de calicivirus evaluada en Medellín fue del 34,3%, lo que concuerda con lo reportado en otros estudios (2,6%–52,7%) (Harbour *et al.* 1991; Sykes *et al.* 2001; Henzel *et al.* 2012; Hou *et al.* 2016; Afonso *et al.* 2017; Pereira *et al.* 2018).

A pesar de que los propietarios de los gatos reportaron haberlos vacunado con la cepa comercial F9, el 100% de los felinos desarrolló un cuadro respiratorio y ocular de moderado a severo; el 34,3% se atribuyó a calicivirus felino, lo cual indica una inadecuada respuesta inmunitaria frente al agente de campo. Al ser un virus ARN

monocatenario de polaridad positiva, es altamente propenso a mutaciones que le pueden conferir una alta virulencia y por tanto la vacunación, al menos con la cepa F9, no resulta ser protectora ante el desarrollo de la ETRS (Hurley *et al.* 2004). El estatus vacunal de los gatos no impide que adquieran la enfermedad, desarrollen un cuadro clínico y tampoco que diseminen el virus (Radford *et al.* 2006). Dado lo anterior, es importante realizar una evaluación del estado inmunológico de los gatos que incluya la detección de más agentes infecciosos en gatos con sintomatología respiratoria en Colombia como Herpesvirus felino-1, *Mycoplasma* spp, *Chlamydomphila* spp, *Bordetella* spp, virus de la Influenza A y el reciente SARS-CoV-2, debido a que gatos que presentan ETRS usualmente cursan con más de un agente infeccioso o pueden tener una inadecuada respuesta inmunológica, algo que no se realizó en este estudio y otros países han desarrollado, lo que puede dar luz frente a las coinfecciones que generan las ETRS (Hernández Pinales 2020). Se hace importante instar en la secuenciación del genoma de los aislamientos de CVF para conocer cuáles son las variantes que circulan en el país y así implementar medidas preventivas con vacunaciones acordes con estas (Hernández Pinales 2020).

Los gatos menores a dos años representaron el 77,27% del total de felinos positivos a CVF (tabla 4), lo cual concuerda con descripciones previas de presentación de la enfermedad respecto a la edad (Binns *et al.* 2000; Beugnet *et al.* 2015; Becskei *et al.* 2016; Forster *et al.* 2021).

La principal raza evaluada fue la mestiza, no se puede asociar una presentación por raza, ya que el número de otras razas que presentaron sintomatología respiratoria fue limitado.

En este estudio se encontró una mayor presentación en gatos machos positivos a CVF (59,1%), frente a las hembras (40,9%), pese a que se evaluaron más hembras respecto a los machos, lo cual concuerda con otros estudios en los que gatos machos presentaron mayor frecuencia de CVF (Binns *et al.* 2000; Dinnage *et al.* 2009; Fernández *et al.* 2017).

Ninguno de los 64 gatos evaluados manifestó la forma sistémica virulenta de calicivirus (ESV- CVF) mediante cojeras, edema cutáneo o abortos, esto debido al número limitado de gatos muestreados, ya que no se contempló en los criterios de inclusión gatos con esa sintomatología, lo cual puede ser de interés para evaluar cómo lo han descrito otros investigadores (Radford *et al.* 2007; Caringella *et al.* 2019).

CONCLUSIONES

La calicivirosis felina es una enfermedad que viene incrementándose en Colombia, representa posiblemente más del 30% de las causas de cuadros respiratorios felinos y aunque existe vacunación para dicha enfermedad, la posible presencia de variantes europeas puede ser responsable de la presencia de la enfermedad incluso en gatos vacunados con cepas americanas (F9), por ende es importante determinar la genotipificación de las variantes en Colombia, para entender un poco más el comportamiento epidemiológico de CVF en el país.

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores agradecen a la compañía Boehringer Ingelheim por el apoyo en esta investigación, además a los más de 20 colegas que con su ayuda y muestreo en las clínicas de Medellín, Colombia, permitieron llegar a esta investigación.

CONFLICTO DE INTERÉS

Esta investigación fue desarrollada por Boehringer Ingelheim para determinar la presencia de calicivirus en Colombia, de modo que hay un interés por parte de los investigadores en conocer la frecuencia de este virus en Colombia, pues Boehringer Ingelheim produce vacunas contra este virus en felinos.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Esta investigación fue realizada bajo patrocinio de Boehringer Ingelheim, que financió el pago de los PCR de los felinos enfermos.

REFERENCIAS

Addie D, Poulet H, Golder MC, McDonald M, Brunet S, Thibault JC, Hosie MJ. 2008. Ability of antibodies to two new caliciviral vaccine strains to neutralise feline calicivirus isolates from the UK. *Vet Rec.* 163(12):355- 357. <https://doi.org/10.1136/vr.163.12.355>

Afonso MM, Pinchbeck GL, Smith SL, Daly JM, Gaskell RM, Dawson S, Radford AD. 2017. A multi-national European cross-sectional study of feline calicivirus epidemiology, diversity and vaccine cross-reactivity. *Vaccine.* 35(20):2753- 2760. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.03.030>

Becskei C, De Bock F, Illambas J, Mahabir SP, Farkas R, Six RH. 2016. Efficacy and safety of a novel oral isoxazoline, sarolaner (Simparica™) in the treatment of naturally occurring flea and tick infestations in dogs presented as veterinary patients in Europe. *Vet Parasitol.* 222:49- 55. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.02.007>

Berger A, Willi B, Meli ML, Boretti FS, Hartnack S, Dreyfus A, Lutz H, Hofmann-Lehmann R. 2015. Feline calicivirus and other respiratory pathogens in cats with Feline calicivirus-related symptoms and in clinically healthy cats in Switzerland. *BMC Vet Res.* 11(1):1- 12. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0595-2>

Beugnet F, Liebenberg J, Halos L. 2015. Comparative efficacy of two oral treatments for dogs containing either afoxolaner or fluralaner against *Rhipicephalus sanguineus sensu lato* and *Dermacentor reticulatus*. *Vet Parasitol.* 209(1- 2). <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.02.002>

Binns SH, Dawson S, Speakman AJ, Cuevas LE, Hart CA, Gaskell CJ, Morgan KL, Gaskell RM. 2000. A Study of Feline Upper Respiratory Tract Disease with Reference to Prevalence and Risk Factors for Infection with Feline Calicivirus and Feline Herpesvirus. *J Feline Med Surg.* 2(3):123- 133. <https://doi.org/10.1053/jfms.2000.0084>

Brunet S, Sigoillot-Claude C, Pialot D, Poulet H. 2019. Multiple correspondence analysis on amino acid properties within the variable region of the capsid protein shows differences between classical and virulent systemic feline calicivirus strains. *Viruses.* 11(12):1-13. <https://doi.org/10.3390/v11121090>

Caringella F, Elia G, Decaro N, Martella V, Lanave G, Varello K, Catella C, Diakoudi G, Carelli G, Colaianni ML *et al.* 2019. Feline calicivirus infection in cats with virulent systemic disease, Italy. *Res Vet Sci.* 124(October 2018):46-51. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.02.008>

Cohn LA. 2011. Feline Respiratory Disease Complex. *Vet Clin North Am-Small Anim Pract.* 41(6):1.273-1.289. <https://doi.org/10.1016/j.cvs.2011.07.006>

Di Martino B; Lanave G; Di Profio F; Melegari I; Marsilio F; Camero M; Catella C; Capozza P; Bányai K; Barrs VR; Buonavoglia C; Martella V. (2020). Identification of feline calicivirus in cats with enteritis. *Transbound Emerg Dis.* 67:2579-2588. <https://doi.org/10.1111/tbed.13605>

Dinnage JD, Scarlett JM, Richards JR. 2009. Descriptive epidemiology of feline upper respiratory tract disease in an animal shelter. *J Feline Med Surg.* 11(10):816-825. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.03.001>

Fernández M, Manzaniella EG, Lloret A, León M, Thibault J C. 2017. Prevalence of feline herpesvirus-1, feline calicivirus, *Chlamydia felis* and *Mycoplasma felis* DNA and associated risk factors in cats in Spain with upper respiratory tract disease, conjunctivitis and/or gingivostomatitis.

- J Feline Med Surg. 19(4):461- 469. <https://doi.org/10.1177/1098612X16634387>
- Forster S, Wiseman S, Snyder DE. 2021. Field study to investigate the effectiveness and safety of a novel orally administered combination drug product containing milbemycin oxime and lotilaner (Credelio® Plus) against natural flea and tick infestations on dogs presented as veterinary patients in Europe. *Parasites and Vectors*. 14(1):1-12. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04808-0>
- Harbour DA, Howard PE, Gaskell RM. 1991. Isolation of feline calicivirus and feline herpesvirus from domestic cats 1980 to 1989. *Vet Rec*. 128(4). <https://doi.org/10.1136/vr.128.4.77>
- Henzel A, Brum MCS, Lautert C, Martins M, Lovato LT, Weiblen R. 2012. Isolation and identification of feline calicivirus and feline herpesvirus in Southern Brazil. *Brazilian J Microbiol*. 43(2). <https://doi.org/10.1590/S1517-83822012000200017>
- Hernández Pinales LI. 2020. Complejo respiratorio felino: factores de riesgo y detección molecular de agentes infecciosos selectos en gatos del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. [tesis de maestría] Univ Auton Leon.
- Hou J, Sánchez-Vizcaino F, McGahie D, Lesbros C, Almeras T, Howarth D, O'Hara V, Dawson S, Radford AD. 2016. European molecular epidemiology and strain diversity of feline calicivirus. *Vet Rec*. 178(5):114-115. <https://doi.org/10.1136/vr.103446>
- Hurley KF; Pesavento PA; Perderson NC; Poland AM; Wilson E; Foley JE. (2004). An outbreak of virulent systemic feline calicivirus disease. *JAVMA*. 224(2):241-249. <https://doi.org/10.2460/javma.2004.224.241>
- Pereira J de J, Baumworcel N, Fioretti JM, Domingues CF, Moraes LF de, Marinho R dos SS, Vieira MCR, Pinto AMV, de Castro TX. 2018. Molecular characterization of feline calicivirus variants from multicat household and public animal shelter in Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian J Microbiol*. 49(4):777-784. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.01.003>
- Pesavento PA, Chang KO, Parker JSL. 2008. Molecular virology of feline calicivirus. *Vet Clin North Am-Small Anim Pract*. 38(4):775- 786. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2008.03.002>
- Radford AD, Addie D, Belák S, Boucraut-Baralon C, Egberink H, Frymus T, Gruffydd-Jones T, Hartmann K, Hosie MJ, Lloret A *et al*. 2009. Feline Calicivirus Infection: ABCD Guidelines on Prevention and Management. *J Feline Med Surg*. 11(7):556- 564. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.05.004>
- Radford AD, Coyne KP, Dawson S, Porter CJ, Gaskell RM. 2007. Feline calicivirus. *Vet Res*. 38(2):319-335. <https://doi.org/10.1051/vetres:2006056>
- Radford AD, Dawson S, Coyne KP, Porter CJ, Gaskell RM. 2006. The challenge for the next generation of feline calicivirus vaccines. *Vet Microbiol*. 117(1):14-18. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.04.004>
- Sykes JE, Allen JL, Studdert VP, Browning GF. 2001. Detection of feline calicivirus, feline herpesvirus 1, and *Chlamydia psittaci* mucosal swabs by multiplex RT-PCR/PCR. *Vet Microbiol*. 81(2):95-108. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(01\)00340-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(01)00340-6)
- Walter J, Foley P, Yason C, Vanderstichel R, Muckle A. 2020. Prevalence of feline herpesvirus-1, feline calicivirus, *Chlamydia felis*, and *Bordetella bronchiseptica* in a population of shelter cats on Prince Edward island. *Can J Vet Res*. 84(3):181-188. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7301681/pdf/cjvr_03_181.pdf

Forma de citación del artículo:

Molina VM, Pérez-Suárez D, Pineda C, I-L Jaramillo 2023. Frecuencia de calicivirus en felinos con signos respiratorios en Medellín, Colombia (2020). *Rev Med Vet Zoot*. 70(1):10-19. <https://doi.org/10.15446/rfmv.v70n1.100373>

Effect of silymarin on oxidative damage in chicken liver cell membranes

M. B. Gavazza¹ , M. E. Marmunti¹ , A. Palacios^{1*} 

Recibido: 21/4/2022. Aprobado: 31/5/2022

ABSTRACT

In living beings, antioxidants are of vital importance for protection against oxidative damage caused by reactive oxygen species. Silymarin (SM), a plant-derived flavonoid present in the fruits and seeds of milk thistle *Silybum marianum* (L.) Gaertn., has a recognized hepatoprotective effect. In this work, the *in vitro* silymarin antioxidant effect on non-enzymatic peroxidation (NEP) in chicken liver mitochondria and microsomes was studied. Oxidative stress in the organelles was induced by subjecting the samples (1 mg of protein) to an ascorbate-Fe²⁺-dependent prooxidant system at 37 °C. Oxidative damage was quantified by chemiluminescence (CL) using a Packard 1900 TR liquid scintillation counter (Meriden CT, USA). CL expressed as cpm (counts per minute) was read every 10 minutes to establish the course of peroxidation as a function of time. Likewise, the total cpm value (sum of the readings) was used to compare the inhibitory effect of SM using different concentrations corresponding to 6.25; 12.5, and 25 µg of the active ingredient (silymarin phosphatide) per mg of mitochondrial and microsomal protein. Controls were run simultaneously without the addition of ascorbate. Peroxidation inhibition was dependent on the concentration of SM in the incubation mixture. The results show that a protective effect on induced oxidative damage was found for all concentrations tested.

Keywords: silymarin, liver, chicken, chemiluminescence.

Efecto de la silimarina sobre el daño oxidativo en membranas celulares de hígado de pollo

RESUMEN

En los seres vivos, los antioxidantes son de vital importancia para la protección contra el daño oxidativo causado por las especies reactivas del oxígeno. La silimarina (SM), un flavonoide de origen vegetal presente en los frutos y semillas del cardo mariano *Silybum marianum* (L.) Gaertn., tiene un reconocido efecto hepatoprotector. En este trabajo se estudió el efecto antioxidante *in vitro* de la silimarina sobre la peroxidación no enzimática (PNE) en mitocondrias y microsomas de hígado de pollo. El estrés oxidativo en los orgánulos se indujo sometiendo las muestras (1 mg de proteína) a un sistema prooxidante dependiente de ascorbato-Fe²⁺ a 37 °C. El daño oxidativo se cuantificó por quimioluminiscencia (QL) utilizando un contador de centelleo líquido Packard 1900

¹ Cátedra de Bioquímica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, CC 296, 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

* Correo electrónico: apalacios@fcv.unlp.edu.ar

TR (Meriden CT, EE. UU.). QL expresado como cpm (recuentos por minuto) se leyó cada 10 minutos para establecer el curso de la peroxidación en función del tiempo. Asimismo, se usó el valor total de cpm (suma de las lecturas) para comparar el efecto inhibitorio de SM mediante diferentes concentraciones correspondientes a 6,25; 12,5 y 25 µg del ingrediente activo (fosfátido de silymarina) por mg de proteína mitocondrial y microsomal. Los controles se realizaron simultáneamente sin la adición de ascorbato. La inhibición de la peroxidación dependía de la concentración de SM en la mezcla de incubación. Los resultados muestran que para todas las concentraciones probadas se encontró un efecto protector sobre el daño oxidativo inducido

Palabras clave: silymarina, hígado, pollo, quimioluminiscencia.

INTRODUCTION

Antioxidants are substances that in minimal concentrations delay or cancel the oxidation of different organic substrates. In living beings, they are of vital importance for the protection against oxidative damage produced by reactive oxygen species (ROS)—also known as free radicals—and other degenerative alterations (Maleki *et al.* 2019). ROS are highly reactive molecules with an unpaired electron in the outermost orbital, which are constantly produced during the course of many reactions essential for aerobic life, such as electron transfer reactions in the mitochondrial respiratory chain and also in certain cytoplasmic reactions (Zhao *et al.* 2020). From the pathophysiological point of view, ROS are involved in numerous diseases and tissue injuries such as those that occur at the pulmonary, cardiac, gastrointestinal, blood, ocular, cerebral, and hepatic levels and those associated with aging processes. The excessive production of reactive oxygen species, particularly hydroxyl radicals, can alter membrane lipids with the subsequent production of lipid peroxides. Free radical-induced lipid peroxidation is a phenomenon that occurs in different alterations such as ischemia-reperfusion of tissues, chronic inflammation, the toxicity of certain drugs, etc. To counteract the

effects mentioned above, antioxidants participate at different levels within the oxidative sequence through one of the following mechanisms: 1. decreasing the oxygen concentration by interception of singlet oxygen; 2. preventing the initiation step, scavenging hydroxyl radicals; 3. by decomposition of lipid peroxides, catalyzed by metal ions; 4. decomposing primary products to components without radical function; 5. preventing the breaking of the substrate chains by hydrogen abstraction (Zeb 2020). Antioxidants also act as hydrogen and/or electron donors to radicals formed from unsaturated lipids, thus stabilizing the active molecule (He *et al.* 2017). Natural antioxidants include phenolic and polyphenolic compounds, chelators, enzymes, and antioxidant vitamins. Vegetables in particular provide a rich source of natural antioxidants including vitamins C, E, carotenoids, and phenolic compounds. These substances have a similar basic molecular structure in which there is at least one aromatic ring and one hydroxyl group, such as phenolic acids, flavonoids and isoflavonoids, hydrolyzable tannins, lignans, coumarins, stilbenes, flavanones, and oligomeric proanthocyanidins. These molecules act by different mechanisms, conferring an effective defense system against free radical

attacks in plants (Džugan *et al.* 2018; Van Hung 2016). In turn, the presence of antioxidants of plant origin in food prevents, among other alterations, cardiovascular problems, cancer, cataracts, etc. (Li *et al.* 2015). Among the organs susceptible to oxidative damage, the liver constantly faces the effects of ROS. It represents the largest gland in the body and has a central place in the metabolism of proteins, fats, and carbohydrates, it actively participates in the neutralization of potentially toxic substances (it synthesizes, among other compounds, glutathione) (Trefts *et al.* 2017), vitamin storage (regulates vitamin E levels), etc. In the case of poultry production, for example, the great advances in the genetic selection of production animals (greater growth speed and feed efficiency) must have been associated with increases in hepatic metabolic activity (Lambrecht *et al.* 2020). Birds raised in intensive production systems are subject to stress, a situation that promotes the production of free radicals. Broilers suffering from pulmonary hypertension syndrome or ascitic syndrome result in significant economic losses in world poultry farming and the presence of oxidative damage or reduction in the antioxidant capacity associated with these and other diseases has been documented (Xu *et al.* 2021). That is why in intensive poultry farming substances with antioxidant capacity are used. The hepatoprotective effect of SM in poultry farming is poorly understood, although it may be used as a cheap, nontoxic, and safe feed additive to manage liver-related disorders and to replace synthetic drugs in poultry diets (Saeed *et al.* 2019). SM was initially found in the mountains of the Mediterranean, Asia, and North Africa regions; however, today, it is grown in many parts of the world. SM

is a complex flavonoid isolated from the fruits and seeds of milk thistle (*Silybum marianum*) that contains a mixture of six flavonolignans (silybin, isosilybin, silychristin, isosilychristin, silydianin, and silimonin) and other flavonoids (taxifolin, quercetin, dihydrokaempferol, kaempferol, apigenin, naringin, eriodictyol, and chrysoeriol); among these, silybin is the principal active component (MacDonald-Ramos *et al.* 2021). Silibinin is used as an active ingredient in a wide spectrum of dietary supplements and has received much attention over the last decade as an herbal remedy (Rajnochová *et al.* 2016; Surai 2015). The objective of this work was to analyze the *in vitro* effect of SM on oxidative damage in mitochondrial and microsomal membranes of chicken liver. In order to know the benefits of plant antioxidants in broilers, different concentrations of SM (6.25, 12.5, and 25 µg/mL) obtained from a mother solution in sodium phosphate buffer (0.04 M, pH7.0) were used.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals

SM was obtained from Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA). Bovine serum albumin (BSA) (Fraction V) was obtained from Wako Pure Chemical Industries Ltd, Japan. L (+) ascorbic acid, butylene hydroxytoluene (BHT), and phenylmethyl-sulfoxide fluoride (PMSF) were obtained from Merck Laboratories. All other reagents and chemicals were analytical grade from Sigma.

Use of silymarin preparation

A stock solution was prepared with 10 mg of SM dissolved in 10 ml of distilled

water. Different dilutions of the SM (6.25, 12.5, and 25 $\mu\text{g}/\text{ml}$) obtained from the stock solution in sodium phosphate buffer (0.04 M, pH 7.0) were used.

Animals and preparation of mitochondria and microsomes

32-day-old Cobb chicks donated by Balnearios Patagónicos, Trelew, Argentina, were used for the study. Immediately after the arrival (one day of life) of the chicks at the experimental house, they were weighed (71.38 g). The birds were kept in boxes of 2 m², which were maintained with balanced feed and water *ad libitum*. The animals were sacrificed by cervical dislocation; the livers were removed, cut into small pieces, and washed repeatedly with a 0.15 M NaCl solution. The homogenate was prepared by adding 3 ml per gram of tissue of solution A (0.25 M sucrose; 10 mM Tris HCl buffer pH 7.4, 0.1 mM PMSF) in a potter Elvehjem homogenizer. The homogenate was centrifuged at 1,000 x g, the pellets were discarded, and the resulting supernatant was centrifuged at 20,000 x g for 10 min to obtain mitochondria. After centrifugation, 5 ml of the resulting supernatant was passed through a Sepharose 4 B column (1.6cm x 12 cm) equilibrated and diluted with 10 mM Tris-HCl buffer pH7.4 0.01% Na N₃. The microsomal fraction appeared in the void volume (12-20 ml) and the cytosol was discarded. All operations were performed at 4 °C and under dim light. The quality of this microsomal preparation is compositionally similar with respect to concentrations and activities of certain microsomal enzymes to that obtained by ultracentrifugation (Tangen *et al.* 1973). Mitochondria were obtained by the method described by Schneider and Hogeboom (1958).

The CICUAL (Institutional Committee for the Care and Use of Laboratory Animals) of the Faculty of Veterinary Sciences, UNLP, approved all the housing and experimentation procedures

Peroxidation of chicken liver mitochondria and microsomes

Chemiluminescence and peroxidation were initiated by adding ascorbate-Fe⁺⁺ to mitochondria and microsomes (1 mg protein) (ascorbate-Fe⁺⁺ group) (Wright *et al.* 1979). To carry out the experiments, three groups were established: 1. control group (only organelles), 2. ascorbate-Fe⁺⁺ group (organelles + inducer), and 3. SM group (organelles + inducer + SM). SM added mitochondria and microsomes (6.25, 12.5, and 25 μg -SM group) were incubated at 37 °C with 0.01 M phosphate buffer pH 7.4, 0.4 mM ascorbate, final volume 2 ml. The phosphate buffer is contaminated with enough iron to provide the necessary ferrous or ferric iron (final concentration in the incubation mixture was 2.15 μM) for peroxidation (Tadolini and Hakim 1996). Simultaneously, preparations were made with mitochondria and microsomes, which lacked ascorbate (control group). Light emission from the membranes was determined over a period of 120 min, chemiluminescence was recorded as cpm every 10 min, and the sum of the total chemiluminescence was used to calculate cpm/mg protein. Chemiluminescence was measured as counts per minute on a Packard 1900 TR liquid scintillation analyzer with chemiluminescence software.

Protein determination

Proteins were determined by the method of Lowry *et al.* (1951), using BSA as a standard.

Statistical analysis

Data were expressed as means \pm SD of thirty independent determinations. The statistical analysis used was the Student's t-test. The 0.05 level was selected as the point of least statistical significance. The statistical criterion of significance was selected at different p-values and was indicated in each case.

RESULTS

Light emission from chicken liver mitochondria during peroxidation

Incubation of chicken liver mitochondria in the presence of ascorbate-Fe⁺⁺ resulted in peroxidation of the membranes as shown by light emission (chemiluminescence) when the control and ascorbate-Fe⁺⁺ groups were compared. The values were 298.704 ± 9.72 in the control group, while 1617.68 ± 69.37 in the ascorbate-Fe⁺⁺

group, showing a significance value of $p < 0.0005$. After incubation of mitochondria in an ascorbate-Fe⁺⁺ system at 37 °C for 120 min in the presence of increasing amounts of SM (6.25, 12.5, and 25 μ g of SM) per mg of protein, the values of cpm caused by light emission were lower (concentration-dependent) in the SM group than in the ascorbate-Fe⁺⁺ group. The values were 1190.79 ± 104.19 with the addition of 6.25 μ g SM/mg protein; 705.41 ± 152.44 with the addition of 12.5 μ g of SM/mg protein and finally 244.9 ± 29.05 cpm with the addition of 25 μ g of SM/mg protein. The significance values were $p < 0.005$ with the 6.25 μ g SM/mg protein dose, while a significance value of $p < 0.0005$ was obtained for the 12.5 and 25 μ g SM/mg protein doses. Figure 1 shows the light emission of chicken liver mitochondria obtained from the control groups, ascorbate-Fe⁺⁺ and the SM group.

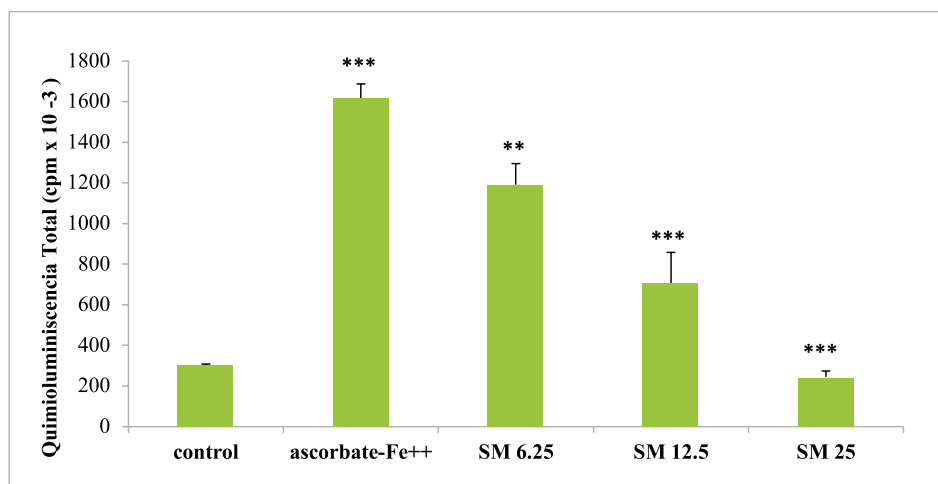


FIGURE 1. Light emission of chicken liver mitochondria during peroxidation with different concentrations of SM.

The results are expressed as the mean \pm S.D. of thirty independent experiments. The light emission values show highly significant (** $p < 0.005$) and highly significant (***) $p < 0.0005$) statistical differences between the compared groups.

Source: own elaboration.

Light emission from chicken liver microsomes during peroxidation

Incubation of chicken liver microsomes in the presence of ascorbate-Fe⁺⁺ resulted in peroxidation of the membranes as evidenced by light emission (chemiluminescence) when the control and ascorbate-Fe⁺⁺ groups were compared. The values were 347.58 ± 29.18 in the control group while in the ascorbate-Fe⁺⁺ group, it was 1440.56 ± 13.53, showing a significance value of $p < 0.0005$. After incubation of mitochondria in an ascorbate-Fe⁺⁺ system at 37 °C for 120 min in the presence of increasing amounts of SM (6.25, 12.5, and 25 µg of SM) per mg of protein, the values of cpm caused by light emission were lower (concentration-dependent) in the SM group than in the ascorbate-Fe⁺⁺ group.

The values were 1034.81 ± 56.13 with the addition of 6.25 µg SM/mg protein; 810.59 ± 20.96 with the addition of 12.5 µg SM/mg protein and finally 377.83 ± 41.91 cpm with the addition of 25 µg SM/mg protein. The significance values were $p < 0.05$ with the 6.25 dose, while for the 12.5 and 25 µg SM/mg protein doses a highly significant value corresponding to $p < 0.0005$ was obtained. Figure 2 shows the light emission of chicken liver microsomes obtained from the control groups, ascorbate-Fe⁺⁺ and the SM group.

Comparative percentage inhibition of light emission in chicken liver mitochondria and microsomes

After incubation of mitochondria and microsomes in an ascorbate-Fe⁺⁺ system

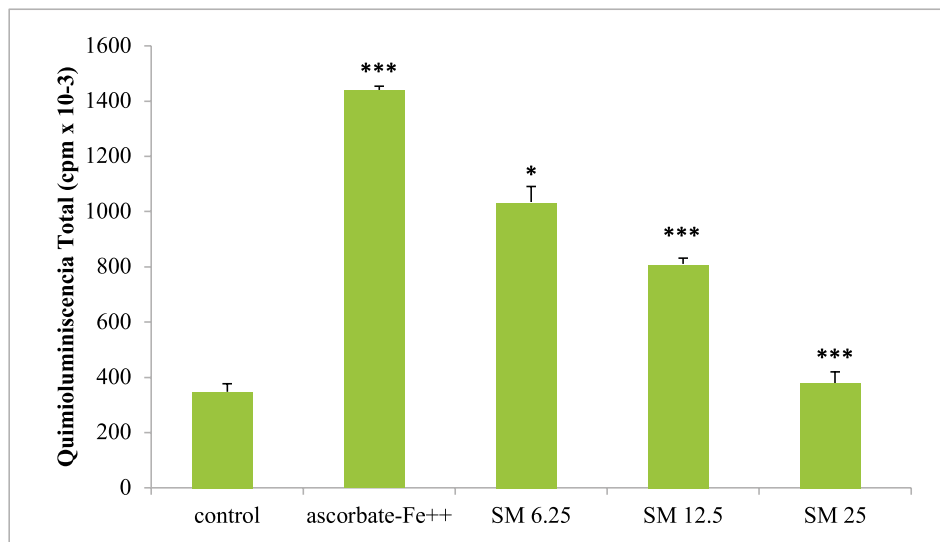


FIGURE 2. Light emission of chicken liver microsomes during peroxidation with different concentrations of SM.

The results are expressed as the mean ± S.D. of thirty independent experiments. The light emission values show statistically significant (* $p < 0.05$) and highly significant (***) $p < 0.0005$) differences between the compared groups. Source: own elaboration.

(120 min at 37°C), it was observed that the percentage cpm/mg of protein from light emission (chemiluminescence) was lower in liver mitochondria and microsomes from chicken with the addition of SM. Thus, the highest percentage of inhibition of peroxidation observed with the addition of SM was 84.86% in mitochondria and 73.77% in microsomes for the dose of 25µg of SM/mg of protein (figure 3).

DISCUSSION

During cellular respiration, univalent reduction of oxygen occurs (Oddone *et al.* 2019) and therefore most of the ROS formed under physiological conditions are different forms of oxygen radicals: superoxide anion, hydroxyls, and singlet oxygen. The balance between the generation of free radicals and their neutralization is controlled by complex mechanisms that include: a. the maintenance of the spatial separation between the sites of radical

production and the biomolecules vulnerable to them, b. the enzymatic mechanisms of radical trapping: superoxide dismutase, catalase, and glutathione peroxidase, and c. the presence of substances with antioxidant properties: vitamin C, vitamin E, and glutathione (Parcheta *et al.* 2021). If the protective mechanisms are altered and the rate of ROS generation exceeds the antioxidant capacity, the effects produced by these reactive molecules can have great pathophysiological significance (Di Meo and Venditti 2020) on different cellular components: proteins, nucleic acids, and lipids having studied with greater emphasis the attack of ROS caused on lipids, an effect that leads to lipoperoxidation: the oxidation of the α -methylene bonds of unsaturated fatty acids that results in the formation of lipoperoxides and hydroperoxides, and finally the fragmentation of the lipid molecule (Zhong *et al.* 2019). Due to the fact that biomembranes are rich in polyunsaturated fatty acids, these

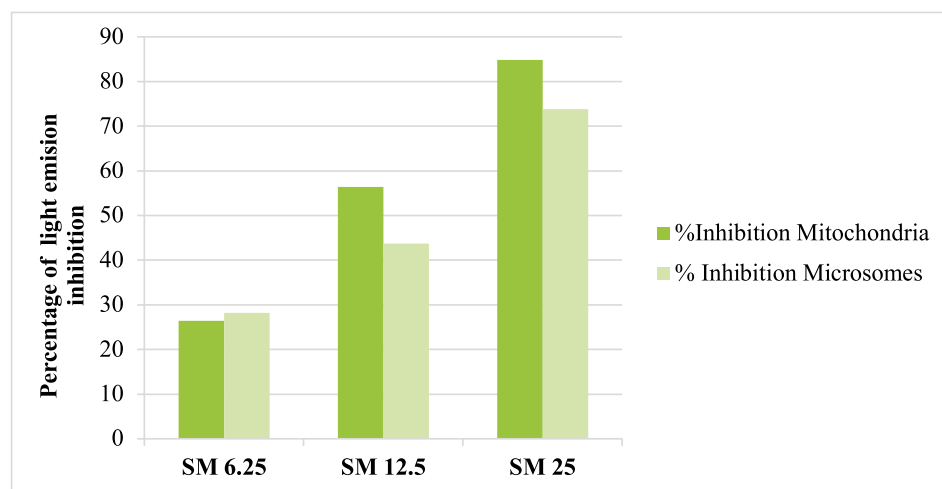


FIGURE 3. Percentage of inhibition of light emission in chicken liver mitochondria and microsomes by SM.

Source: own elaboration.

reactions lead to the disintegration of the membrane structures and ultimately irreversible cell damage (Lawrence 2021). ROS have also been associated with cellular aging: the theory of progressive membrane aging emphasizes the damage produced to membrane fatty acids in the following aspects: a. membrane fatty acids are found in the primary site of production of ROS (mitochondrial membrane) and are so close to them that no antioxidant defense system is capable of preventing their peroxidation; b. lipid peroxidation constitutes an autocatalytic chain reaction that, once started, will continue until it is eventually stopped by antioxidant mechanisms; c. many of the products of lipid peroxidation are themselves very reactive molecules and are therefore highly damaging agents on other molecules (Su *et al.* 2019). The aim of our study was to evaluate the protective *in vitro* effect of SM on chicken liver mitochondria and microsomes against peroxidation. *In vitro* peroxidation studies are useful to elucidate the possible mechanism of peroxide formation *in vivo* (Rauchová *et al.* 1993). Silymarin is used in humans in different liver disorders, particularly in chronic liver diseases, cirrhosis, and hepatocarcinoma, due to its antioxidant, anti-inflammatory, and antifibrotic power (Federico *et al.* 2017). Although considerable research has already been done to characterize changes in the structure, composition, and physical properties of membranes subjected to oxidation (Detaille *et al.* 2019; Gaschler and Stockwell 2017), it is important to know how biological compounds with properties antioxidants such as SM contribute to the protection of specialized membranes against the harmful effects produced by reactive oxygen species and other free

radicals in other species, such as broilers in this case (Armanini *et al.* 2021). In the present study, we have determined that both chicken liver mitochondria and microsomes with the addition of SM were protected against peroxidation compared to similar membranes obtained from the ascorbate-Fe⁺⁺ group, as shown by the results obtained by chemiluminescence. Our results are in agreement with previous work carried out with SM in rat kidney mitochondria and microsomes (Marmunti *et al.* 2016). Likewise, with the addition of the maximum dose of SM tested 25 µg/mg of protein, a higher percentage of peroxidation inhibition was observed in mitochondria than in microsomes in chicken liver. On the other hand, Saeed (2019) considers that the hepatoprotective effect of silymarin in poultry farming is poorly understood, but according to other authors it could provide a safe and cheap feed additive to promote growth performance and support liver function.

CONCLUSION

Our results are consistent with the hypothesis that SM can act as an antioxidant in cell membranes, showing greater protection in chicken liver mitochondria. However, further studies are needed to better evaluate these observations, in order to find an effective antioxidant dose in poultry.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This work was supported by the Secretariat of Science and Technology, National University of La Plata (Project 11/V276).

REFERENCES

- Armanini EH, Boiogo MM, De Oliveira Cécere BG, Oliveira PV, Teixeira CJS, Strapazzon JV, Bottari NB, Silva AD, Fracasso M, Vendruscolo RG, Wagner R, Da Gloria EM, Horn VW, Mendes RE, Baldissera MD, Vedovatto M, Da Silva AS. 2021. Protective effects of silymarin in broiler feed contaminated by mycotoxins: growth performance, meat antioxidant status, and fatty acid profiles. *Trop Anim Health Prod.* 53(4):442. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02873-2>
- Detaille D, Pasdois P, Sémont A, Dos Santos P, Diolèz P. 2019. An old medicine as a new drug to prevent mitochondrial complex I from producing oxygen radicals. *PLoS One.* 14(5):e0216385. eCollection 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216385>
- Di Meo S, Venditti P. 2020. Evolution of the knowledge of free radicals and other oxidants. *Oxid Med Cell Longev.* 2020:9829176. eCollection 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/9829176>
- Dżugan M, Tomczyk M, Sowa P, Grabek-Lejko D. 2018. Antioxidant activity as biomarker of honey variety. *Molecules.* 23(8):2069. <https://doi.org/10.3390/molecules23082069>
- Federico A, Dallio M, Loguerco C. 2017. Silymarin/Silybin and Chronic Liver Disease: A Marriage of Many Years. *Molecules.* 22(2):191. <https://doi.org/10.3390/molecules22020191>
- Gaschler MM, Stockwell BR. 2017. Lipid peroxidation in cell death. *Biochem Biophys Res Commun.* 482(3):419-425. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.10.086>
- He L, He T, Farrar S, Ji L, Liu T, Ma X. 2017. Antioxidants maintain cellular redox homeostasis by elimination of reactive oxygen species. *Cell Physiol Biochem.* 44(2):532-553. <https://doi.org/10.1159/000485089>
- Lambrecht J, Van Grunsven LA, Tacke F. 2020. Current and emerging pharmacotherapeutic interventions for the treatment of liver fibrosis. *Expert Opin Pharmacother.* 21(13):1637-1650. <https://doi.org/10.1080/14656566.2020.1774553>
- Lawrence GD. 2021. Perspective: The Saturated fat-unsaturated oil dilemma: relations of dietary fatty acids and serum cholesterol, atherosclerosis, inflammation, cancer, and all-cause mortality. *Adv Nutr.* 12(3):647-656. <https://doi.org/10.1093/advances/nmab013>
- Li S, Tan HY, Wang N, Zhang ZJ, Lao L, Wong CW, Feng Y. 2015. The role of oxidative stress and antioxidants in liver diseases. *Int J Mol Sci.* 16(11):26087-124. <https://doi.org/10.3390/ijms161125942>
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem.* 193(1):265-75. PMID: 14907713
- MacDonald-Ramos K, Michán L, Martínez-Ibarra A, Cerbón M. 2021. Silymarin is an ally against insulin resistance. A review. *Ann Hepatol.* 23:100255. <https://doi.org/10.1016/j.aohp.2020.08.072>
- Maleki SJ, Crespo JF, Cabanillas B. 2019. Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food Chem.* 299:125124. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124>
- Marmunti M, Gavazza M, Zeinsteger PA, Palacios A. 2016. Antioxidant Effect of Silymarin During Non-Enzymatic Peroxidation of Rat Kidney Microsomes and Mitochondria. *Biochem Mol Biol Lett.* 2(1):102. Disponible en: <https://www.tsijournals.com/articles/antioxidant-effect-of-silymarin-during-nonenzymatic-peroxidation-of-rat-kidney-microsomes-and-mitochondria.pdf>
- Oddone N, Pederzoli F, Duskey JT, De Benedictis CA, Grabrucker AM, Forni F, Angela Vandelli M, Ruozzi B, Tosi G. 2019. ROS responsive smart polymeric conjugate synthesis characterization and proof of concept study. *Int J Pharm.* 570:118655. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.118655>
- Parcheta M, Świsłocka R, Orzechowska S, Akimowicz M, Choińska R, Lewandowski W. 2021. Recent Developments in Effective Antioxidants: The Structure and Antioxidant Properties. *Materials (Basel).* 14(8):1984. <https://doi.org/10.3390/ma14081984>
- Rajnochová Svobodová A, Zálešák B, Biedermann D, Ulrichová J, Vostálová J. 2016. Phototoxic potential of silymarin and its bioactive components. *J Photochem Photobiol B.* 156:61-8. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.01.011>
- Rauchová H, Kalous M, Drahotka Z, Koudelová J, Mourek J. 1993. Lipid peroxidation in isolated membranes of cerebral cortex, heart, and kidney. *Physiol Res.* 42(5):323-7. PMID: 8130178.

- Disponibile en: http://www.biomed.cas.cz/physiolres/pdf/42/42_323.pdf
- Saeed M, Babazadeh D, Arif M, Arain MA, Bhutto ZA, Shar AH, Kakar MU, Manzoor R, Chao S. 2019. Silymarin: a potent hepatoprotective agent in poultry industry. *Worlds Poultry Sci J.* 73:483-492. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000538>
- Schneider WC, Hogeboom GH. 1951. Cytochemical studies of mammalian tissues; the isolation of cell components by differential centrifugation: a review. *Cancer Res.* 11(1):1-22. PMID: 14792549. Disponible en: <https://aacrjournals.org/cancerres/article/11/1/1/472487/Cytochemical-Studies-of-Mammalian-Tissues-The>
- Su LJ, Zhang JH, Gomez H, Murugan R, Hong X, Xu D, Jiang F, Peng ZY. 2019. Reactive oxygen species induced lipid peroxidation in apoptosis, autophagy, and ferroptosis. *Oxid Med Cell Longev.* 2019:5080843. <https://doi.org/10.1155/2019/5080843>
- Surai PF. 2015. Silymarin as a natural antioxidant: an overview of the current evidence and perspectives. *antioxidants.* Basel. 4(1):204-47. <https://doi.org/10.3390/antiox4010204>
- Tadolini B, Hakim G. 1996. The mechanism of iron (III) stimulation of lipid peroxidation. *Free Radic Res.* 25(3):221-7. <https://doi.org/10.3109/10715769609149047>
- Tangen O, Jonsson J, Orrenius S. 1973. Isolation of rat liver microsomes by gel filtration. *Anal Biochem.* 54:597-603. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(73\)90392-8](https://doi.org/10.1016/0003-2697(73)90392-8)
- Trefts E, Gannon M, Wasserman DH. 2017. The liver. *Curr Biol.* 27(21):R1147-R1151. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.09.019>
- Van Hung P. 2016. Phenolic compounds of cereals and their Antioxidant capacity. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 56(1):25-35. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.708909>
- Wright JR, Rumbaugh RC, Colby HD. 1979. The relationship between chemiluminescence and lipid peroxidation in rat hepatic microsomes. *Arch Biochem Biophys.* 192(2):344-51. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(79\)90102-4](https://doi.org/10.1016/0003-9861(79)90102-4)
- Xu T, Yue K, Zhang C, Tong X, Lin L, Cao Q, Huang S. 2021. Probiotics treatment of leg diseases in broiler chickens: a review. *Probiotics Antimicrob Proteins.* <https://doi.org/10.1007/s12602-021-09869-2>
- Zeb AJ. 2020. Concept, mechanism, and applications of phenolic antioxidants in foods. *J Food Biochem.* 44(9):e13394. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13394>
- Zhao H, Huang J, Li Y, Lv X, Zhou H, Wang H, Xu Y, Wang C, Wang J, Liu Z. 2020. ROS-scavenging hydrogel to promote healing of bacteria-infected diabetic wounds. *Biomaterials.* 258:120286. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2020.120286>
- Zhong S, Li L, Shen X, Li Q, Xu W, Wang X, Tao Y, Yin H. 2019. An update on lipid oxidation and inflammation in cardiovascular diseases. *Free Radic Biol Med.* 144:266-78. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2019.03.036>

Forma de citación del artículo:

Gavazza MB, Marmunti ME, Palacios A. 2023. Effect of silymarin on oxidative damage in chicken liver cell membranes. *Rev Med Vet Zoot.* 70(1):20-29. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n1.102246>

Biochemical blood profile in water buffaloes: alterations related to natural infection by *Trypanosoma* spp.

I-L Jaramillo^{1*} , J. C. Tobon² , P. M. Agudelo³ , J. D. Ruiz⁴ 

Recibido: 5/5/2022. Aprobado: 31/5/2022

ABSTRACT

Blood and biochemical profiles of animals can be used to evaluate the physiological state of an individual and relate it to that individual's health. In many countries, water buffaloes are currently evaluated using blood parameters from other bovine species. To accurately interpret the biochemical results from individual animals, species-specific reference ranges should be established. One hundred and twenty-eight water buffaloes, without clinical signs of disease and of different ages, were analyzed, and reference intervals were calculated (95% CI; $p < 0.05$). The data were analyzed according to three age groups (calves, young animals, and adults) and the infection status (infected or uninfected with *Trypanosoma* spp.). All the biochemical values of total serum proteins, aspartate aminotransferase, gamma globulin, urea nitrogen, calcium, and phosphorus were included; these are parameters that are generally affected by parasites or by infection with hemotropic agents. Natural infection with *Trypanosoma* spp. gave rise to differences ($p < 0.05$) in terms of increased calcium and decreased total protein, alkaline phosphatase, and aspartate aminotransferase. Thus, it can be inferred that the infection follows a chronic course in the affected animals, in this case, young animals or young animals. **Keywords:** blood parameters, *Bubalus bubalis*, blood chemistry, *Trypanosoma* spp., hemotropic microorganism.

Perfil bioquímico do sangue em búfalos: alterações relacionadas à infecção natural por *Trypanosoma* spp.

RESUMO

Introdução: Os perfis sanguíneos e bioquímicos de animais podem ser usados para avaliar o estado fisiológico de um indivíduo e relacioná-lo com a saúde desse indivíduo. Em muitos países, os búfalos são atualmente avaliados usando parâmetros sanguíneos de outras espécies bovinas. Para interpretar com precisão os resultados bioquímicos de animais individuais, os intervalos de referência específicos da espécie devem ser estabelecidos.

¹ Universidad CES, Escuela de Graduados y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Grupo de Ciencias Básicas, Grupo INCA-CES, Calle 10a n.º 22-04, Medellín, Colombia. Correo electrónico: lojadel2@gmail.com

² Empresa Colombiana de Productos Veterinarios (Vecol S.A.), Bogotá, Distrito Capital, Av. Dorado n.º 82-93, Bogotá, Colombia.

³ Universidad CES. Doctorado en Ciencias de la Salud, Escuela de Graduados, Grupo de Ciencias Básicas, Calle 10a n.º 22-04, Medellín, Colombia.

⁴ Universidad CES, investigador Grupo INCA-CES, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Calle 10a n.º 22-04, Medellín, Colombia.

Método: Foram analisados 128 búfalos, sem sinais clínicos da doença e de diferentes idades, e calculados os intervalos de referência (IC 95%; $p < 0,05$). Os dados foram analisados de acordo com três faixas etárias (bezerros, novilhos e adultos) e o estado de infecção (infectado ou não por *Trypanosoma* spp.). Todos os valores bioquímicos de proteínas séricas totais, aspartato aminotransferase, gamaglobulina, nitrogênio ureico, cálcio e fósforo foram incluídos; estes são parâmetros que geralmente são afetados por parasitas ou por infecção com agentes hemotrópicos. Resultados: A infecção natural por *Trypanosoma* spp. originaram diferenças ($p < 0,05$) em termos de aumento de cálcio e diminuição de proteína total, fosfatase alcalina e aspartato aminotransferase. Com isso, pode-se inferir que a infecção segue um curso crônico nos animais acometidos, neste caso, animais jovens ou novilhos.

Palavras-chave: parâmetros sanguíneos, *Bubalus bubalis*, química do sangue, *Trypanosoma* spp., microrganismo hemotrópico.

INTRODUCTION

Determination of blood and serum biochemical parameters of animals is essential for confirming clinical diagnoses and estimating the severity of diseases (Piccione 2010). Additionally, these parameters are commonly used as useful indicators of the health and nutritional status of individuals of many species. They therefore help in diagnosing metabolic diseases, managing infertility and resolving low productivity among farm animals (Abd Ellah *et al.* 2014). It is unequivocal that several factors such as age affect the metabolism and, therefore, the blood profile of animals (Çetin *et al.* 2014).

Nonetheless, we have not been able to find many studies investigating the blood composition of the water buffalo (*Bubalus bubalis*). It is known that the genetic makeup of these animals is unique and that it gives them the ability to graze freely at night, thus avoiding high daytime temperatures, and enabling them to manage the stress of temperature differences and sparsity of forage during droughts. When well-fed, buffaloes can produce twice as much milk as any other animal adapted to Latin America (Young *et al.* 2019).

Given the above, the present study was carried out to describe the alterations to hematological and blood chemistry parameters that are present in animals naturally infected with *Trypanosoma* spp., and to assess their variation at different ages and physiological stages.

The buffalo population in Latin America is estimated to be approximately 3,800,000 (Almaguer Pérez 2017). In Colombia, it has grown remarkably, reaching a current number of around 338,567 animals in 2019 (Instituto Colombiano Agropecuario 2022). Water buffaloes are hardy animals that adapt very easily to geographical conditions that are difficult for cattle. Despite their phenotypic resemblance to cattle, they are genetically closer to sheep and goats than to cattle (Young *et al.* 2019). They are economically important due to their multipurpose production capacities, providing meat, milk, and work in areas where modernization is of limited use to agricultural production (Cruz 2007).

Buffaloes are widely distributed in the tropics of the Americas and on the Asian and African continents. They are susceptible to high temperatures and high

rates of solar radiation due to the dark coloration of their skin. These factors give rise to decreased production, and in some reports, these have been found to be associated with alterations at hematological, physiological, reproductive, biochemical, and oxidative levels (Pandey *et al.* 2015).

Blood parameters are frequently used tools for diagnosing different pathological conditions that affect buffaloes. Because of the anatomical similarity between buffaloes and cattle, laboratories in different Latin American countries routinely use the ranges established for cattle. However, this is not recommendable, given the variations in erythrocyte, platelet, leukocyte, and hemoglobin levels, and in agglomerated cell volume, that have been reported by some authors (Çetin *et al.* 2014; Hilali *et al.* 2006; Martini *et al.* 2019). To analyze the blood parameters of naturally infected buffaloes, tropical conditions in South America need to be evaluated, considering the animals' ages and the environmental and geographical conditions (Abd Ellah *et al.* 2014; Torres–Chable *et al.* 2017). The growth in the buffalo population has not been accompanied by any notable growth in research on these animals.

Hemotropic microorganisms such as *Trypanosoma* spp. affect many animals, including buffaloes, and parasites of this genus are transmitted through vectors such as *Tabanus* and *Stomoxys*, among others (Desquesnes *et al.* 2013). The diseases caused by these microorganisms are characterized as acute in young animals and pregnant females, which can die in only a few weeks. However, the form of these diseases in endemic areas is characterized as chronic, causing anemia and renal and liver platelet disorders, which result in

animals that present poor body condition, cachexia, and death due to multiorgan damage (Birhanu *et al.* 2015; Desquesnes *et al.* 2013; Hilali *et al.* 2006).

The objective of this study was to determine the blood chemistry values in buffaloes (*Bubalus bubalis*) of different ages that were naturally infected with hemotropic microorganisms such as *Trypanosoma* spp.

MATERIALS AND METHODS

Ethics committee approval

The present study was approved by the ethics committee of CES University, Colombia, in 2018, before the beginning of the study.

Study design and area

The study area was located between the latitudes of 7.971111 and 8.09583 degrees, and between the longitudes of 75.400278 and 75.5075 degrees. The average altitude was 20 meters above sea level (masl) and the maximum was 150 masl. The average annual temperature was 27 °C and the annual precipitation ranged from 1500 to 2000 mm, distributed bimodally, generally from April to May and from October to November. All the animals lived under the same environmental conditions.

The choice of the study area was based on the Colombian population of water buffaloes. According to the latest livestock census of 2019, the buffalo population in Colombia is around 338,567 animals. Most of the buffaloes in Colombia are found in the departments of Cordoba (25.5%) and Antioquia (16.1%) (Instituto Colombiano Agropecuario 2022). Those areas with the greatest concentrations of buffaloes in Colombia were chosen.

Reference population

A local census was taken in Cordoba and Antioquia, where the largest populations are located, and the total was found to be 55,307 animals. The sample size was calculated from this study population, using the methodology for estimating the global point frequency of a disease in large populations, with a confidence level of 95%, an expected proportion of 50%, and an expected absolute error of 3%. Through this, a sample size of 1068 animals, adjusted to 1225, was obtained. From this sample, a subsample calculation was performed on the total population of 1225 animals with a confidence level of 95%, an expected standard deviation of 30%, and absolute precision of 5%, thereby obtaining a sample size of 125 animals, adjusted to 128.

Fifty-one farms participated in this study, by signing an authorization for the ethics committee. The samples were taken over a period of about eight months. Animals were randomly included according to age and group. All animals that showed lethargy, gestational status, low body condition, and/or externally visible lesions, or that had been treated with antibiotics or antiparasitic in the last three months, were excluded. Blood samples were collected from 128 animals, with a mean age of four years (range: 1-16 years). All these animals were currently vaccinated and dewormed and none of them showed signs of disease during the month before and after blood withdrawal.

Preanalytical procedures

Blood samples of 7 mL were collected aseptically with homogenization, from the coccygeal vein, using vacutainer tubes.

Some tubes contained the anticoagulant ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and others did not have anticoagulants (BD Vacutainer Systems, Preanalytical Solutions, Plymouth, UK). Sample collections were done using an 18-gauge needle and holder. After collection, the blood samples were inverted eight to ten times, refrigerated, and transported to the laboratory of the Colombian Institute of Tropical Medicine (ICMT), located in Envigado, Antioquia, Colombia. When the tubes arrived, the samples were left at room temperature and then analyzed.

Analytical procedure

To visualize hemotropic microorganisms through standard methods (Palmer *et al.* 2015), all samples were immediately processed for evaluation by means of blood smears. All tubes showing coagulation, hemolysis, lipemia, or jaundice were excluded.

Biochemical blood analysis

From the samples in the tubes without anticoagulant, the serum was separated at 3,000 rpm for 10 minutes, and then 500 µl of sample from each animal was deposited in the automated analyzer A15 (Biosystems®). This automated analyzer integrates biochemistry and turbidimetry reagents, with management software that makes it possible to control the samples in relation to the reagents. It enables measurement of the parameters of the basic chemical profile of kidney and liver function such as phosphorus, calcium, alkaline phosphatase (ALP), aspartate aminotransferase (AST), creatinine (CRE), blood urea nitrogen (BUN) and gamma-glutamyl-transferase (GGT). These parameters were chosen

in accordance with the literature, which shows the most important biochemical values for making veterinary diagnoses, in order to demonstrate the functioning of the main organs in the animal (Barger and MacNeill 2015).

To visualize hemotropic microorganisms, a blood smear was made using a drop of blood from the EDTA tube, which was stained with Hemacolor® (15) and then observed under a 100x microscope by two independent laboratory bacteriological observers. Both observers were blinded to the results (Walker *et al.* 1990).

Statistical analysis

The RIs were determined in accordance with the American Society for Veterinary Clinical Pathology (ASVCP) guidelines (sample size: > 50) (Friedrichs *et al.* 2012). The Kolmogorov–Smirnov test was used to evaluate the normal distribution of values with $p < 0.05$ (reference value advisor). The Dixon and Tukey test ($3 \times \text{IQR}$, $1.5 \times \text{IQR}$) was used to identify outliers and suspicious outliers (reference value advisor). The 95% reference intervals were calculated by eliminating the top and bottom 2.5% of the range for each hematological parameter, to give the 2.5 and 97.5 percentiles. The 90% confidence interval (CI) was calculated for each reference limit to determine whether its precision was sufficient for clinical use. The analysis was performed using untransformed data. The correlation analysis was performed using the Student's t-test (Student 1908) and Levene's test (Gastwirth *et al.* 2009). A significant value of $p < 0.05$ was taken.

The values obtained in this project were tabulated in a database made in

Excel software and were analyzed using the IBM SPSS V.22 statistical software.

RESULTS

Description of the population and study area

The animals were randomly included according to age and group. All animals showing lethargy, gestational status, low body condition, and/or externally visible lesions, or that had been treated with antibiotics or antiparasitics in the last three months, were excluded. One hundred and twenty-eight animals were included in the study, of which 75.8% (97/128) were female and 24.2% (31/128) were male; 50% (64/128) were young animals, 19.5% (25/128) were calves and 4.7% (6/128) were adults.

Blood biochemistry

The blood biochemistry results are presented in tables 1, 2, and 3. Table 1 shows the RI for the entire population included in the study. Table 2 shows RIs according to age group. Table 3 shows the results from *Trypanosoma* spp.-positive animals. Blood smear of positive animals is shown in figure 1 with red blood cell alteration descriptions on table 4. Normal ranges used in cattle are shown as a normal way to analyze biochemistry parameters in water buffalos in Colombia.

Calcium, phosphorus, and creatinine values were similar between ages and cattle ranges, showing uniformity between standard deviation and means. Ureic nitrogen showed lower ranges, approximately half compared to cattle values, we have not found significant differences between ages.

TABLE 1. Blood biochemical parameters of the total buffalo population

Reference intervals for the total population, Kolmogorov-Smirnov normality test

Measurements		Descriptive statistics							RI computation						
Analytes	Conventional units	SI units	Initial no.	Extreme values withdrawn	Final no.	Meanb	SDb	Median	Min	Max	Normality test p-value ^{b,c}	Symmetry p-value ^{b,d}	Distributions	LRL of RIg	URL of RIg
Calcium	mg/dL	mmol/L	128	22	106	9.3	2.15	9.38	3.63	15.42	0.063	-0.154	G	4.201	13.7738
Phosphorus	mg/dL	mmol/L	128	10	118	7.3693	1.92	7.36	2.21	12.13	0.2	0.032	G	3.5185	11.198
Ureic nitrogen	mg/dL	mmol/L	128	19	109	14.9	6.02	14.2	6.6	6.775	0.08	0.77	G	6.775	30.375
Creatinine	mg/dL	μmol/L	128	1	127	1.655	0.44396	1.63	0.58	2.89	0.2	0.115	G	0.854	2.614
AST	U/L	U/L	127	9	118	109.34	33.498	110	16	204	0.2	0.059	G	32.75	187.2
GGT	U/L	U/L	118	16	102	20.01	7.672	19	8	42	0.035	0.411	NG	8	35.43
Alkaline phosphatase	U/L	U/L	128	36	92	123.46	51.177	112.5	60	256	0	0.953	NG	61	251.1

Descriptive statistics and RIs for blood chemical analytes. SD, standard deviation; G, Gaussian; NG, non-Gaussian; Max, maximum; Min, minimum; LRL, lower referral limit; and URL, upper referral limit. Confidence intervals were calculated for each RI, as recommended by Petitclerc and Solberg (1987). Source: own elaboration.

TABLE 2. Blood biochemical parameters of the population according to age

Reference intervals for the adult population, Kolmogorov-Smirnov normality test

Measurements		Descriptive statistics							RI computation						
Analytes	Conventional units	SI units	Initial no.	Extreme values withdrawn	Final no.	Meanb	SDb	Median	Min	Max	Normality test p-value ^{b,c}	Symmetry p-value ^{b,d}	Distributions	LRL of RIg	URL of RIg
Calcium	mg/dL	mmol/L	128	22	106	9.26	1.99	9.36	4.12	13.36	0.063	-0.154	G	5.64	13.19
Phosphorus	mg/dL	mmol/L	128	10	118	7.38	1.88	7.4	2.21	11.1	0.2	0.032	G	4.64	10.45
Ureic nitrogen	mg/dL	mmol/L	128	19	109	16.15	5.46	15.5	8	33.5	0.08	0.77	G	9.6	28.2
Creatinine	mg/dL	μmol/L	128	1	127	1.72	0.39	1.73	0.92	2.47	0.2	0.115	G	0.84	2.65
AST	U/L	U/L	127	9	118	107	24	110	45	155	0.2	0.059	G	55	144
GGT	U/L	U/L	118	16	102	20	7	19	8	36	0.035	0.411	NG	8	33
Alkaline phosphatase	U/L	U/L	128	36	92	117	43	114	60	214	0	0.953	NG	64	202

Reference intervals for young/reared population, Kolmogorov-Smirnov normality test

Descriptive statistics											RI computation					
Measurements	Analytes	Conventional units	SI units	Initial no.	Extreme values withdrawn	Final no.	Meanb	SDb	Median	Min	Max	Normality test p-valueb,c	Symmetry p-valueb,d	Distributione	LRL of RIg	URL of RIg
	Calcium	mg/dL	mmol/L	128	22	106	8.95	2.55	8.73	3.63	15.42	0.063	-0.154	G	4.28	13.4
	Phosphorus	mg/dL	mmol/L	128	10	118	7.45	2.06	7.27	3.55	12.13	0.2	0.032	G	4.3	11.18
	Ureic nitrogen	mg/dL	mmol/L	128	19	109	14.8	6.13	13.9	6.8	31.2	0.08	0.77	G	7.14	26.4
	Creatinine	mg/dL	µmol/L	128	1	127	1.58	0.45	1.58	0.92	2.17	0.2	0.115	G	0.58	2.89
	AST	U/L	U/L	127	9	118	113	36	111	16	205	0.2	0.059	G	67	187
	GGT	U/L	U/L	118	16	102	21	8	21	9	42	0.035	0.411	NG	10	32
	Alkaline phosphatase	U/L	U/L	128	36	92	123	51	109	61	255	0	0.953	NG	69	237

Reference intervals for steers, Kolmogorov-Smirnov normality test

Descriptive statistics											RI computation					
Measurements	Analytes	Conventional units	SI units	Initial no.	Extreme values withdrawn	Final no.	Meanb	SDb	Median	Min	Max	Normality test p-valueb,c	Symmetry p-valueb,d	Distributione	LRL of RIg	URL of RIg
	Calcium	mg/dL	mmol/L	128	22	106	9.96	1.45	10.13	5.79	12.99	0.063	-0.154	G	7.9	12.06
	Phosphorus	mg/dL	mmol/L	128	10	118	7.19	1.75	7.53	2.29	10.13	0.2	0.032	G	4.66	9.13
	Ureic nitrogen	mg/dL	mmol/L	128	19	109	13.1	6.44	9.3	6.6	26.7	0.08	0.77	G	6.7	21.6
	Creatinine	mg/dL	µmol/L	128	1	127	1.71	0.49	1.61	0.94	2.71	0.2	0.115	G	0.97	2.45
	AST	U/L	U/L	127	9	118	107	43	110	23	204	0.2	0.059	G	33	176
	GGT	U/L	U/L	118	16	102	18	8	15	8	35	0.035	0.411	NG	9	34
	Alkaline phosphatase	U/L	U/L	128	36	92	132	62	122	61	256	0	0.953	NG	62	243

Descriptive statistics and RI for blood chemical analytes. SD, standard deviation; G, Gaussian; NG, non-Gaussian; Max, maximum; Min, minimum; LRL, lower referral limit; and URL, upper referral limit. Confidence intervals were calculated for each RI, as recommended by PetitClerc and Solberg (1987). Source: own elaboration.

TABLE 3. Biochemical blood parameters of the buffalo population, according to age, compared with the standard evaluation values from the A15 Biosystems® equipment

Reference intervals for the total population			Standards			
Measurements		RI computation		Values in cattle		
Analyte	Conventional units	SI units	LRL of RI ^a	URL of RI ^a	LRL of RI ^a	URL of RI ^a
Calcium	mg/dL	mmol/L	4.201	13.7738	7.9	10
Phosphorus	mg/dL	mmol/L	3.5185	11.198	4.6	9
Ureic nitrogen	mg/dL	mmol/L	6.775	30.375	21.4	55.6
Creatinine	mg/dL	µmol/L	0.854	2.614	0.5	1.1
AST	U/L	U/L	32.75	187.2	48	100
GGT	U/L	U/L	8	35.43	20	48
Alkaline phosphatase	U/L	U/L	61	251.1	29	99

LRL, lower referral limit; and URL, upper referral limit, for both species.

Source: own elaboration.

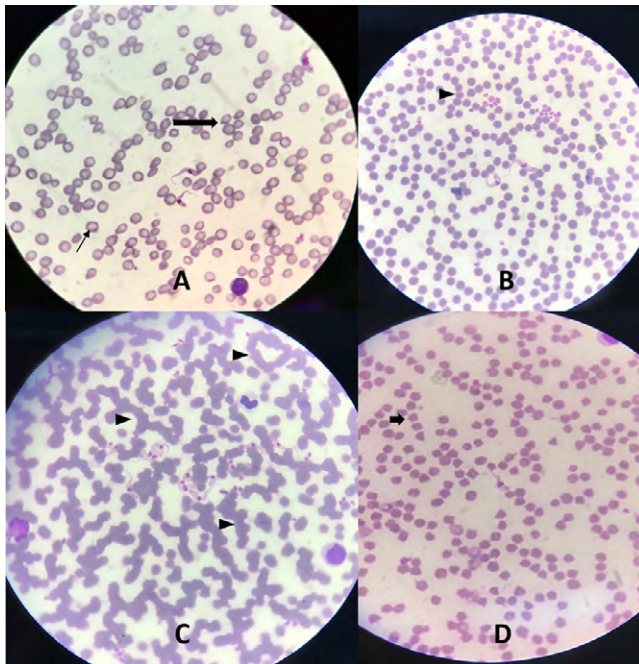


FIGURE 1. Blood smear representation of positive animals. A. Arrow showing red blood cells with hypochromia, abnormal forms. *Trypanosoma* spp. presence B. Rouleaux formation and *Trypanosoma* sp. C. Arrow showing rouleau formation and *Trypanosoma* sp. clotted. D. Arrow schistocytes and *Trypanosoma* sp.

Source: own elaboration.

The aspartate aminotransferase (AST) values changed notably between ages. Adults generally presented a lower range of 55 (U/L), compared with young/reared animals that presented a range of 67 (U/L). Calves, on the other hand, had a level of 33 (U/L). Regarding the upper range, there was a large range of 187 (U/L) among young/reared animals, followed by calves with 176 (U/L) and adults with 144 (U/L). General population of the study shown higher RI, compared with cattle RI.

GGT values show no differences according to age and cattle, PA shows a higher range compared to cattle values. The upper range increase in almost all the population of the study until 251 mg/dL, and in cattle normal range is until 99 mg/dL. According to the values used in cattle for PA, we have seen differences in the upper range going to 243 mg/dL in young animals. In cattle, the normal range is 20 to 48 mg/dL, but in this study, we found 61 to 251.1 mg/dl, howing a big difference.

Results from blood smears and capillary concentration

This test detected that 18% (23/128) were positive for *Trypanosoma* spp. without clinical signs. All tests were negative for other hemotropic organisms. Among the female buffaloes tested, 52.17% (12/23) were positive, and among the males, 47.82% (11/23). The age group that was most frequently positive was young/reared animals with 69.56% (16/23), then calves with 17.39% (4/23), followed by adult female buffaloes 26.1% (6/23), and bulls 4.3% (1/23).

A significant difference ($p > 0.05$) between the sexes was found regarding

positivity to *Trypanosoma* spp. Males contracted the disease more naturally. There was no relationship between age group and infection in this research.

Changes to biochemical parameters in buffaloes naturally infected with *Trypanosoma* spp.

A statistically significant relationship ($p < 0.05$) was found regarding the blood calcium levels in infected animals. These levels were found to be increased in infected animals, with a mean of 18.06 versus a mean of 9.05 in healthy animals. For alkaline phosphatase, higher values were found in animals that were positive for the infection, compared with the rest of the population. For alkaline phosphatase, a mean of 86.8 was found in infected animals, compared with 12.2 in healthy animals. For GGT, a mean of 14.43 was found, compared with 20.2 overall. However, GGT values were observed not to be lower than the lower end of the ranges for the total population analyzed and cattle values

For UN values and ranges, we have seen an evident increase in the ranges and mean compared with not infected animals of the study.

The distribution in relation to the rest of the population can be seen in figure 2. For calcium, not only there was an increase in the mean shown, but also the ranges stood out from the upper end of the ranges for the total population, as seen in figure 3. Total proteins showed a decreasing trend with infection by *Trypanosoma* spp., compared with the uninfected population, data not included in tables.

There was no statistically significant relationship between the presence of the infectious agent and the other analytes evaluated.

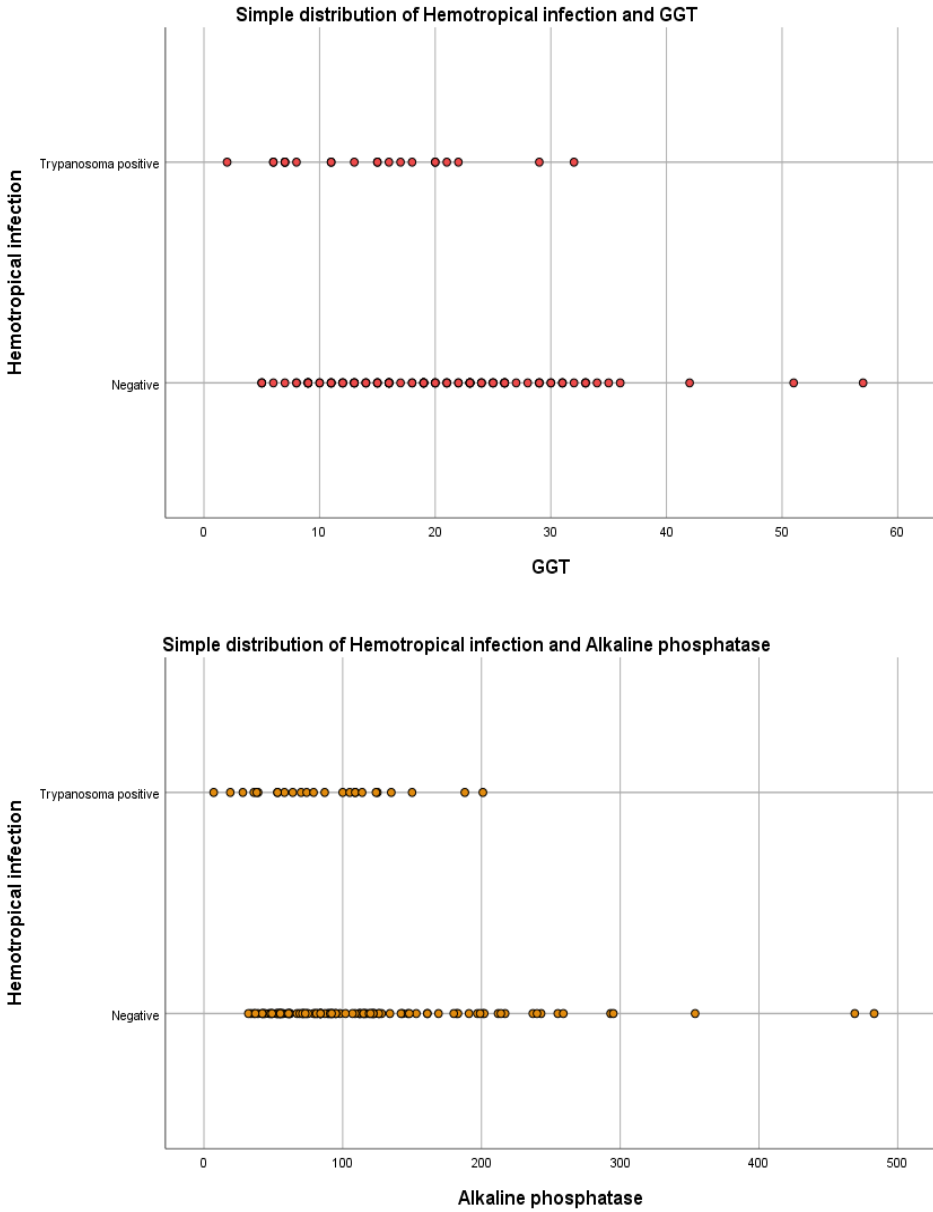


FIGURE 2. Displacement of the analytes alkaline phosphatase (ALP) and gamma-glutamyl transpeptidase (GGT) in the population infected by *Trypanosoma* spp. Note that although the values do not decrease in relation to the range of the general population, the location of the cases is observed to be among the lower values.

Source: own elaboration.

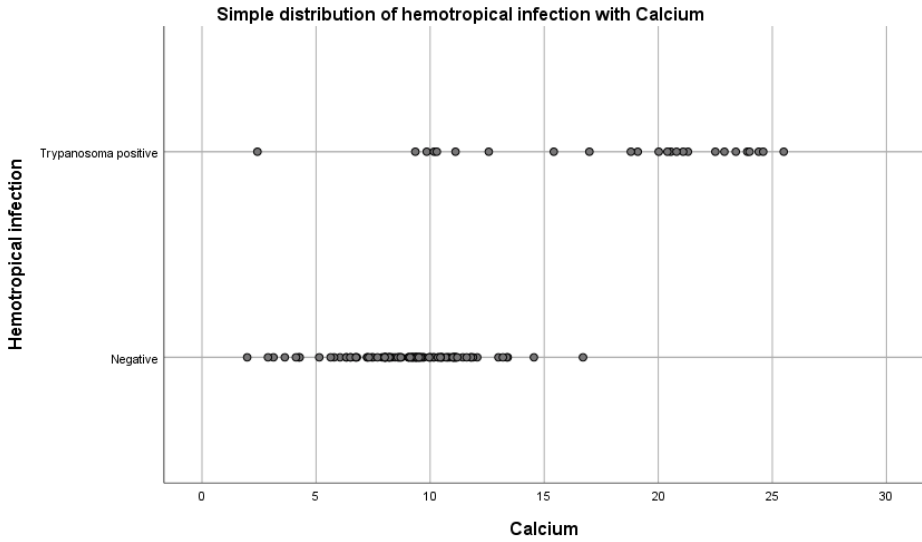


FIGURE 3. Simple distribution diagram. Distribution of calcium findings in blood in animals naturally infected by *Trypanosoma* spp. It can be seen that animals with positivity generally had a shift to the right, through which an increase in analyte values was demonstrated.

Source: own elaboration.

DISCUSSION

To our knowledge, the present study was one of the attempts to establish RIs for blood biochemistry analytes in water buffalo (*Bubalus bubalis*) in South America, done in accordance with the recently published ASVCP QALS committee guidelines for the determination of RIs in veterinary species (Arnold *et al.* 2019), in comparison with the different ranges used in cattle.

Overall, the data gave us a unique opportunity to make comparisons between the naturally infected animals and the results of healthy animals. Variations between data sets were minimized by comparing ages and natural infection with *Trypanosoma* spp. For the RI analysis, animals that were positive for *Trypanosoma* spp. were analyzed through blood smears. The

stages of lactation or gestation could not be compared all the animals in gestation were excluded. The data of this study give the possibility to see some differences according to Buffalo species and cattle.

Most of the previous textbooks and studies reporting on RIs in water buffaloes in South America have not specified the biological, clinical, and geographical characteristics for establishing RIs.

The need for buffalo-specific RIs is increasingly discussed within veterinary medicine. In several countries, values taken from cattle are routinely used for analyzing the physiological and health status of water buffaloes. However, in our study, we found several differences according to the species: most of the parameters had a wider range than in cattle, as shown in table 3. All these values for buffaloes were

compared with the parameters given by the A15 Biosystems® analyzer, which is used for cattle. Among the animals in the study, 50% were young animals and 25% were Mediterranean buffalo. The rest of the animals were crosses and mixtures of age groups.

Within tables 1 and 2, calcium and phosphorus showed uniformity of results between sexes and ages and also similar to the values found in cattle. Similar to what was evaluated by (Abd Ellah *et al.* 2014; Hilali *et al.* 2006), where they found values of 9.7-12.4 mg/dL and in our study of 4-13 mg/dL showing a slight decrease in the lower range but the upper is comparable.

In the case of creatinine, the values were much higher than those reported in the literature for cattle with a range between 0.8-2.6 mg/dL, this result is highly similar to that found by (Abd Ellah *et al.* 2014; Amle *et al.* 2014), where they show ranges of 1-2 mg/dL. dL in the study population in South Africa, but compared to that of cattle, which ranges from 0.5-1.1 mg/dL in healthy animals, it is relatively high. Urea nitrogen presented lower ranges than those reported in cattle and a greater amplitude in the measurement range with units of 21.4-55.6 mg/dL and a standard deviation of 6.4, although this deviation decreased a little in adult animals.

AST values were lower than those described in cattle. But they are comparable to those found by (Abd Ellah *et al.* 2014; Fidelis Junior *et al.* 2016), where they show a range of 78-132 mg/dL. Consistent with the findings in the present study, but reinforcing the difference with those described in livestock ranging from 48-100 mg/dL. Regarding GGT, in general, it presented uniformity and correlation with the values reported in

cattle. Also reported in the same buffalo hematology articles.

Trypanosomiasis is caused by the genus *Trypanosoma* spp. It is a vector-borne disease that commonly affects water buffaloes and cattle in tropical and subtropical regions. Although buffaloes that showed signs of disease, or had evidence of parasitic infections, were omitted from our study, natural infections were present and were usually asymptomatic. Furthermore, parasitemia is not always visible on blood smears examined under a microscope (Desquesnes *et al.* 2013). Therefore, a subset of the animals in our sample population may have had *Trypanosoma* spp. infection. The differences in the state of infection due to *Trypanosoma* spp. could be another reason why the blood biochemistry values reported in our study differed from those of other studies. This could also explain the differences observed between the farms used in our study.

In alkaline phosphatase, differences are observed with the established ranges in cattle, extreme data were found up to 243 mg/dl without any sign of disease, and these high data were found mainly in young animals. The study data is 61-251.1 mg/dL and those reported in cattle are 29-99 mg/dL. Marking a remarkable difference between the species. However, relating studies of the species we find that higher data are found within the species than those reported with ranges of 0-488 mg/dL (Abd Ellah *et al.* 2014)

Regarding the alterations found in animals naturally infected by *Trypanosoma* sp. We found a very marked increase in urea nitrogen. Comparing with the rest of the evaluated population. Although it is a little more related to the ranges managed in cattle, it is convenient to review the physiological process of the

infection that can lead to the alteration and increase of the enzyme, similar conditions were found in infection by *T. congolense* in buffaloes (Reddy *et al.* 1988). In turn, changes in the decrease of AST and GGT were evident with respect to the general population. Similar to what (Fidelis Junior *et al.* 2016), reports, where the experimental infection in cattle with *Trypanosoma vivax* shows a significant decrease in both enzymes.

According to these findings, it should be considered to separate the ranges of blood biochemistry between the species of buffalo and cattle, since in certain analytes they present a constant difference in the studies and it must be taken into account to evaluate the degree of real alteration that they may present in the veterinary clinic. In addition, it is necessary to review physiological changes related to infection by *Trypanosoma* sp. and urea nitrogen, as a possible marker of infection.

CONCLUSIONS

In summary, we measured the blood biochemical variables of healthy water buffaloes on various farms according to their age and presence or absence of natural infection with *Trypanosoma* spp., and provided RIs and various other statistical data for each variable. It should be considered to separate the ranges of blood biochemistry between the species of buffalo and cattle. In addition, it is necessary to review physiological changes related to infection by *Trypanosoma* sp. and urea nitrogen, as possible markers of infection.

The information obtained in this study will be particularly useful for veterinarians and others involved in buffalo production.

CONFLICT OF INTEREST

We declare that the authors do not have a conflict of interest.

FUNDING

This research received financial support received from Colciencia-Minciencias (National Doctorate Call 757), CES University, and Vecol®.

REFERENCES

- Abd Ellah MR, Hamed MI, Ibrahim DR and Rateb HZ. 2014. Serum biochemical and hematological reference intervals for water buffalo (*Bubalus bubalis*) heifers. Journal of the South African Veterinary Association. 85(1):7. Available in: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-91282014000100001
- Adewoyin AS and Nwogoh B. 2014. Peripheral blood film. A review. Annals of Ibadan Postgraduate Medicine. 12(2):71-79. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25960697/>
- Almaguer-Pérez Y. 2007. El búfalo, una opción de la ganadería. REDVET. 81-23. Available in: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612734014.pdf>
- Amle M, Patodkar V, Department of Veterinary Physiology, KNP College of Veterinary Science, Shirval, Satara, Maharashtra, India, Shelar R and Birade H. 2014. Serum Biochemical Levels of Repeat Breeder Cross Bred Cows under Rural Condition of Satara District of Maharashtra. International Journal of Advanced Veterinary Science and Technology. 3(1):109-113. <https://doi.org/10.23953/cloud.ijavst.193>
- Arnold JE, Camus MS, Freeman KP, Giori L, Hooijberg EH, Jeffery U, Korchia J, Meindel MJ, Moore AR, Sisson SC, Vap LM and Cook JR. 2019. ASVCP Guidelines: Principles of Quality Assurance and Standards for Veterinary Clinical Pathology (version 3.0): Developed by the American Society for Veterinary Clinical Pathology's (ASVCP) Quality Assurance and Laboratory Standards (QALS) Committee.




- Veterinary Clinical Pathology. 48(4):542-618. <https://doi.org/10.1111/vcp.12810>
- Barger AM and MacNeill AL. 2015. Clinical pathology and laboratory techniques for veterinary technicians. Available in: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119421351>
- Birhanu H, Fikru R, Said M, Kidane W, Gebrehiwot T, Hagos A, Alemu T, Dawit T, Berkvens D, Goddeeris BM y Büscher P. 2015. Epidemiology of *Trypanosoma evansi* and *Trypanosoma vivax* in domestic animals from selected districts of Tigray and Afar regions, Northern Ethiopia. Parasites & Vectors: 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0818-1>
- Çetin N, Bekyürek T and Çetin E. 2014. Effects of sex, pregnancy and season on some hematological and biochemical blood values in angora rabbits. Scandinavian Journal of Laboratory Animal Sciences. 36:155-162. <https://doi.org/10.23675/SJLAS.V36I2.180>
- Cruz LC. 2007. Trends in buffalo production in Asia. Italian Journal of Animal Science. 6(sup2):9-24. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.9>
- Desquesnes M, Holzmüller P, Lai DH, Dargantes A, Lun ZR and Jittaplaong S. 2013. *Trypanosoma evansi* and Surra: A Review and Perspectives on Origin, History, Distribution, Taxonomy, Morphology, Hosts, and Pathogenic Effects. BioMed Research International. 1-22. <https://doi.org/10.1155/2013/194176>
- Fidelis Junior OL, Sampaio PH, Machado RZ, André MR, Marques LC and Cadioli FA. 2016. Evaluation of clinical signs, parasitemia, hematologic and biochemical changes in cattle experimentally infected with *Trypanosoma vivax*. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária. 25(1):69-81. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612016013>
- Friedrichs KR, Harr KE, Freeman KP, Szladovits B, Walton R M, Barnhart KF and Blanco-Chávez J. 2012. ASVCP reference interval guidelines: Determination of de novo reference intervals in veterinary species and other related topics. Veterinary Clinical Pathology. 41(4):441-453. <https://doi.org/10.1111/vcp.12006>
- Gastwirth JL, Gel YR and Miao W. 2009. The Impact of Levene's Test of Equality of Variances on Statistical Theory and Practice. Statistical Science. 24(3). <https://doi.org/10.1214/09-STS301>
- Hilali M, Abdel-Gawad A, Nassar A Abdel-Wahab A. 2006. Hematological and biochemical changes in water buffalo calves (*Bubalus bubalis*) infected with *Trypanosoma evansi*. Veterinary Parasitology. 139(1-3):237-243. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.02.013>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2022. Censo bufalino en Colombia. Censo pecuario. Available in: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
- Martini V, Bernardi S, Russo V, Guccione J, Comazzi S and Roperto S. 2019. Blood lymphocyte subpopulations in healthy water buffaloes (*Bubalus bubalis*, Mediterranean lineage): Reference intervals and influence of age and reproductive history. Veterinary Immunology and Immunopathology. 211:58-63. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2019.04.007>
- Palmer L, Briggs C, McFadden S, Zini G, Burthem J, Rozenberg G, Proytcheva M Machin SJ. 2015. ICSH recommendations for the standardization of nomenclature and grading of peripheral blood cell morphological features. International Journal of Laboratory Hematology. 37(3):287-303. <https://doi.org/10.1111/ijlh.12327>
- Pandey V, Nigam R, Jaiswal AK, Sudan V, Singh RK and Yadav PK. 2015. Haemato-biochemical and oxidative status of buffaloes naturally infected with *Trypanosoma evansi*. Veterinary Parasitology. 212(3-4):118-122. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.07.025>
- Piccione G. 2010. Reference values for some haematological, haematochemical, and electrophoretic parameters in the Girgentana goat. Turk J Vet Anim Sci. 34:197-204. <https://doi.org/10.3906/vet-0902-1>
- Reddy GR, More T, Sharma SP and Singh LN. 1988. The oxidant defense system in water-buffaloes (*Babalus bubalis*) experimentally infected with *Anaplasma marginate*. Veterinary Parasitology. 27(3-4):245-249. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(88\)90039-8](https://doi.org/10.1016/0304-4017(88)90039-8)
- Student. (1908). The Probable Error of a Mean. *Biometrika*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.2307/2331554>

- Torres–Chable OM, Ojeda–Robertos NE, Chay–Canul AJ, Peralta–Torres JA, Luna–Palomera C, Brindis–Vázquez N, Blitvich BJ, Machain–Williams C, García–Rejon JE, Baak–Baak CM, Dorman KS and Alegría–López MA. 2017. Hematologic RIs for healthy water buffaloes (*Bubalus bubalis*) in Southern Mexico. *Veterinary Clinical Pathology*. 46(3):436-441. <https://doi.org/10.1111/vcp.12508>
- Walker HK, Hall WD and Hurst JW (Eds.). 1990. *Clinical methods: The history, physical, and laboratory examinations* (3rd ed). Butterworths.
- Young R, Lefevre L, Bush SJ, Joshi A, Singh SH, Jadhav SK, Dhanikachalam V, Lisowski ZM, Iamartino D, Summers KM, Williams J L, Archibald AL, Gokhale S, Kumar S and Hume DA. 2019. A Gene Expression Atlas of the Domestic Water Buffalo (*Bubalus bubalis*). *Frontiers in Genetics*. 10: 668. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00668>
- Young R, Lefevre L, Bush SJ, Joshi A, Singh SH, Jadhav SK, Dhanikachalam V, Lisowski

Forma de citación del artículo:

Jaramillo I-L, Tobon JC, Agudelo PM, Ruiz JD. 2023. Biochemical blood profile in water buffaloes: alterations related to natural infection by *Trypanosoma* spp. *Rev Med Vet Zoot*. 70(1):30-44. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n1.102493>

Entre la incertidumbre de la liberación y otras formas de uso de la fauna silvestre

G. E. Estrada^{1*} , C. A. Gómez²  y V. Sánchez³ 

Recibido: 1/7/2022. Aprobado: 9/8/2022

RESUMEN

Con el proyecto que fundamenta este artículo se desarrolló un análisis detallado del destino final de animales silvestres por parte la autoridad ambiental, con enfoque en los procesos de liberación en los departamentos amazónicos del Amazonas, Caquetá y Putumayo, entre 2019 y 2021, para proponer alternativas efectivas de abordaje y manejo de la situación. Los datos fueron directamente requeridos a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía (Corpoamazonía), y a partir de estos se desarrolló manejo estadístico para posteriormente interpretar los resultados obtenidos a la luz de la literatura académica publicada sobre el tema y la normatividad vigente relacionada. Como producto de la investigación, se identifica que la principal proveniencia de especímenes se establece en la entrega voluntaria (65,59%), seguido del rescate o traslado (27,87%), y decomiso, incautación, aprehensión o medida preventiva (3,96%). Como su principal destino final se identificó la liberación (45,21%). Del total de liberaciones entre 2019 y 2021, solo en 50 (4,09% de los casos), se consignó algún tipo de indicación del lugar o la ubicación específica donde se llevó a cabo, sin mención del procedimiento de caracterización del hábitat o genética del espécimen, o seguimiento posliberación, por lo que resulta necesario potenciar otras formas de uso de la fauna silvestre que permitan reducir el margen de incertidumbre.

Palabras clave: animales silvestres, liberación, zootecnia, translocación, seguridad alimentaria.

Between the uncertainty of release and other forms of wildlife use

ABSTRACT

Alongside the project that supports this article, we developed a detailed analysis of the final destination of wild animals by the environmental authority, with a focus on the

¹ Médica veterinaria zootecnista, PhD en bioética. Universidad de la Amazonía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Medicina Veterinaria Zootecnia. Grupo de Investigación en Fauna Silvestre. Florencia, Caquetá, Colombia.

Correo electrónico: g.estrada@udla.edu.co

² Contador público, magíster en gestión y evaluación de proyectos. Corporación Unificada Nacional de Educación Superior (CUN). Universidad de la Amazonía, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas. Florencia, Caquetá, Colombia.

Correo electrónico: car.gomez@udla.edu.co

³ Ingeniera agroecóloga, PhD en antropología. Universidad de la Amazonía, Facultad de Ingenierías, Programa Agroecología. Grupo de Investigación en Agroecología y Desarrollo Rural (GIADER) Florencia, Caquetá, Colombia.

Correo electrónico: ve.sanchez@udla.edu.co

release processes in the Amazonian departments of Amazonas, Caquetá, and Putumayo, between 2019 to 2021, in order to propose effective alternatives for approaching and managing the situation. The data was directly requested from the Corporation for the Sustainable Development of the South of the Amazon (Corpoamazonía), and they were handled with statistical management to interpret the results obtained according to the academic literature published on the subject and current related regulations. As a result of the investigation, the primary origin of the specimens was identified as voluntary surrender, in 65.59% of the cases; followed by rescue or transfer, in 27.87%; and confiscation, seizure, apprehension, or preventive measure in 3.96%. As their main final destination, release was identified in 45,21% of the cases. Of the total number of releases between 2019 and 2021, only 50 (4.09% of the cases) included some type of indication of the place or specific location where the release took place, with no mention of the habitat or genetic characterization procedure of the specimen, or postrelease follow-up, it is, therefore, necessary to promote other forms of wildlife use that reduce the margin of uncertainty.

Keywords: wild animals, release, wild animal husbandry, translocation, food security.

INTRODUCCIÓN

Según el registro de especies de fauna silvestre a nivel mundial, Colombia ocupa el primer lugar en aves, segundo en anfibios, tercero en reptiles y sexto en mamíferos, con un total de 520 especies de mamíferos, 16 de mamíferos marinos, 849 de anfibios, 743 de reptiles y 1.999 de aves en bosques andinos y del pacífico (Gómez *et al.* 2021).

Desafortunadamente, dadas las condiciones económicas, culturales y productivas del país, debido a la presión antrópica sobre las especies silvestres para su aprovechamiento, principalmente ilegal, y sobre sus ecosistemas en el marco de la ampliación de la frontera agropecuaria, entre otras prácticas, de manera continua se genera un elevado número de animales silvestre extraídos u obligados a migrar de los ambientes naturales, que se ve reflejado en las tasas de recepción en los centros de manejo legalmente establecidos, en los que para 2021, según diversos medios

de comunicación nacional, asociaciones e investigadores, se registró un aumento de entre el 19% y el 21% (Polanía 2022; Pinto 2022; Valencia 2022; El Espectador 2021; Semana 2021).

Esta presión sobre los animales y, en general, sobre los ecosistemas, acentúa sus efectos en áreas de alta diversidad biológica e importancia climática como la Amazonía, cuya función reguladora del ciclo del agua implica una mayor relevancia mundial, ya que constituye un elemento estabilizador tanto de este recurso como del clima, además de albergar una alta biodiversidad, pues se calcula que una de cada cinco especies de mamíferos, peces, aves y árboles del mundo vive en la Amazonía, razón por la cual cumple además un papel vital en el balance energético global, siendo adicionalmente el principal reservorio de carbono (Boulton *et al.* 2022; OTCA 2021).

La Amazonía colombiana, así como la zona Caribe y Pacífica, los Llanos y el

altiplano sur, se ubica en lo que diversos autores reconocen como la periferia, que, a pesar de ser única en términos de biogeografía, concentra los mayores índices de pobreza y violencia del territorio nacional, propiciando sistemas de aprovechamiento principalmente extractivistas, con instituciones políticas clientelistas y poca e inefectiva presencia estatal, con lo que se sugiere que los lineamientos normativos diseñados para la protección de los recursos naturales y el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas no surten mayores efectos (Ortiz 2020; Hein *et al.* 2020; Gordon *et al.* 2020).

La abundante biodiversidad de la Amazonía colombiana, en el marco de contextos sociales, políticos y culturales que facilitan su inadecuado y/o ilegal aprovechamiento, supone un elevado número de especímenes de fauna silvestre anualmente recibidos por las autoridades ambientales de la zona, producto de la entrega voluntaria, el decomiso o el rescate. Para la definición de su destino, el marco normativo nacional contemplado, entre otros, en la Ley 1333 de 2009 del Congreso de la República y en la Resolución 2064 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, establece doce posibles figuras, que son, para especímenes vivos: liberación inmediata o en semicautiverio, remisión a centros de rescate o centros de atención y valoración (CAV), centros de atención, valoración y rehabilitación (CAVR), zoológicos, red de amigos de la fauna, zoológicos, tenedores de fauna silvestre, reexportación, hogares de paso y la eutanasia; y para especímenes no vivos, como cadáveres, pieles, carne, huevos, etc.: museos, colecciones de historia natural o destrucción, incineración y/o inutilización (Estrada-Cely *et al.* 2019).

Tradicionalmente, cuando un espécimen vivo es recibido en un centro de manejo, el ideal de destino en la perspectiva social es su liberación o reintroducción en ambientes naturales, por lo que tal proceso suele ser muy divulgado, como lo ha demostrado el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022), que en su página web oficial publicó que en el marco del Plan Nacional de Liberación presentado por el Sistema Nacional Ambiental (SINA), durante 2021, las 33 corporaciones autónomas regionales (CAR) del país, liberaron 12.968 individuos pertenecientes a 395 especies de fauna silvestre; lo cual resulta preocupante cuando tales cifras se analizan a la luz de las evidencias de la poca inversión estatal para el manejo, la rehabilitación y el seguimiento posliberación de animales silvestres (Restrepo y Pulgarín 2017), o que en estudios previos se ha comprobado que en la mayoría de las liberaciones no se realizan procesos de seguimiento, con lo que se desconoce el destino de los animales liberados o su impacto sobre los ecosistemas y las poblaciones nativas en las que fueron introducidos (Choperena y Mancera 2018).

En la actualidad, el tema de los riesgos derivados del inadecuado manejo de los animales silvestres resulta coyuntural ante la pandemia del SARS-CoV-2, coronavirus causante de Covid-19, que corresponde a un agente zoonótico, es decir, que puede ser compartido entre animales y humanos, contando principalmente con un reservorio silvestre (Cortés 2021; Na Ayudhya y Kuiken 2021); si bien, el reservorio natural identificado para la pandemia mencionada no obedece a una especie de distribución nacional, sí corresponde a un animal silvestre, lo cual prende las alarmas no solo por las dificultades derivadas de

su manejo *in situ*, sino además porque alrededor del 60% de las enfermedades infecciosas emergentes son principalmente zoonosis, muchas de ellas en el marco de procesos infecciosos en los que se encuentran involucrados animales silvestres (PNUMA, 2020). Esto se suma a la consideración de la posibilidad de transmitir enfermedades propias de los humanos a los animales con los que se relacionan, en el marco de las denominadas antropozoonosis (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y Presidencia de Argentina 2021).

Según Jairo Hernández, subdirector de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y Protección Social, existe correlación entre el desequilibrio de los ecosistemas y la aparición de este tipo de enfermedades, por lo que la actual pandemia causada por Covid-19 obliga a repensar el desarrollo económico de los pueblos para necesariamente empezar a disminuir la presión sobre los recursos naturales (Ministerio de Salud 2021).

A partir de todo lo anterior, se establecen algunos de los riesgos de la desafortunada elección de la liberación como destino final de animales silvestres en Colombia, práctica socialmente aceptada y con frecuencia establecida por las autoridades ambientales a lo largo del territorio, de la que se podrían derivar no solo peligros para los animales y los ecosistemas en que son introducidos, sino además el desconocimiento de los problemas de fondo que propician el aprovechamiento ilegal de la fauna silvestre en Colombia, y particularmente en la región amazónica, como lo referente a la seguridad alimentaria, pues se ha calculado que la mayor proporción proteínica de los requerimientos diarios de los pobladores rurales de la cuenca amazónica es satisfecha

por la carne y otros productos derivados de los animales silvestres (FAO y PNUMA 2020), además de aportar de manera significativa a la economía familiar (Shoobridge 2019) y constituir un variado grupo de servicios ecosistémicos y culturales para estas comunidades (Estrada 2018; Rico y Moreno 2018; Cox *et al.* 2019; InSight Crime e Instituto Igarapé 2021), razón por la que el presente artículo desarrolla un estudio detallado de la liberación de animales silvestres por parte de autoridad ambiental en los departamentos amazónicos del Amazonas, Caquetá y Putumayo, entre 2019 y 2021, y así proponer el análisis de alternativas efectivas de abordaje y manejo de la situación que permitan incluir efectivamente el contexto en que se desarrolla la problemática.

METODOLOGÍA

Ubicación geográfica

Los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo conforman el territorio de jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía (Corpoamazonía) y presentan en su conjunto una figura rectangular enmarcada por los paralelos 03°00'N 04°15'S y los meridianos 069°25'W 077°15'W (Corpoamazonía 2022) (figura 1), con una extensión total aproximada de 223.515 km², que corresponde a cerca del 19,6% del territorio nacional. Su departamento más grande es el Amazonas, con 109.665 km² (Ministerio de Comercio 2022a), seguido del Caquetá, con 88.965 km² (Ministerio de Comercio 2022b), y por último el Putumayo con 24.885 km² (Ministerio de Comercio 2022c).



FIGURA 1. Ubicación geográfica de los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo en el territorio colombiano.

Fuente: elaboración propia.

Levantamiento y análisis de los datos y la información

Los datos sobre recepción y destino de los especímenes fueron directamente requeridos a Corpoamazonía con la indicación de ser utilizados con fines académicos e investigativos, información que, una vez obtenida, se revisó y organizó por departamento, especie, procedencia y destino, para lo que resultó necesaria la agrupación de términos que permitiera la lectura efectiva de los datos, sobre los cuales se desarrolló análisis estadístico descriptivo con el fin de identificar porcentajes de registro por departamento, destino final de los animales, porcentaje de liberaciones y su relación con los registros de ingresos.

Una vez analizados los datos, se realizó su estudio interpretativo a la luz de la literatura académica publicada sobre el tema y de la normatividad relacionada, actualmente vigente. Para la localización de los documentos bibliográficos, se definieron inicialmente los términos guía o palabras clave, que fueron validados en tesauros especializados y consultados en español e inglés mediante el uso de variadas fuentes documentales y buscadores como: Google, Google Académico, Scielo, Dialnet, Scielo, Science Direct y Elsevier, y medios de divulgación de información científica, gubernamental o periodística, procurando la selección de información publicada desde 2017 en adelante. Para la normatividad relacionada, se verificó previamente y, en cada caso, su adecuado proceso de sanción, promulgación y vigencia.

Definición temporal de la investigación

Si bien en principio se desarrolló un análisis general de los datos colectados para el periodo 2006 a 2021, la investigación se

focalizó entre 2019 y 2021, debido a la crisis sanitaria derivada de la pandemia del Covid-19 y algunas alteraciones sociales y productivas del orden nacional, principalmente originadas por esta, que aumentaron la brecha en la desigualdad social (Ministerio de Salud 2021), pero que además, por corresponder a una patología de tipo zoonótica (Bonilla *et al.* 2021), con un reservorio silvestre, se ha constituido en un nuevo desafío para la conservación de la fauna silvestre (Orozco 2020), y no solamente para esta patología en particular, sino para todas aquellas de este tipo, que se facilitan en el marco del tráfico y la inadecuada manipulación y aprovechamiento de los animales silvestre (Monsalve *et al.* 2019; Semana 2020).

Implicaciones éticas y bioéticas

Ya que el estudio no se desarrolló sobre especímenes vivos o personas, no hubo necesidad de permisos o avales por parte de un comité de ética o bioética, así como tampoco se requirió de compromisos de confidencialidad de la información o consentimientos para acceder a esta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tráfico de fauna silvestre en Amazonas, Caquetá y Putumayo

De manera general, durante los últimos 16 años (entre 2006 y 2021), para los tres departamentos se han registrado 8.936 ingresos, en un 90,04% de los casos de especímenes vivos, de los que se ha liberado el 41,30%.

Entre 2019 y 2020, Corpoamazonía consignó el ingreso a sus registros de 2.497 especímenes, siendo el departamento del Caquetá el de mayor número, con 1.140

especímenes, que corresponde a un 45,65% del total, seguido del departamento del Putumayo, con 985, 39,44% del total, y el departamento del Amazonas, con 372, 14,89% del total.

Durante el periodo anteriormente señalado, el ingreso de especímenes se incrementó en un 25,75%, y entre 2020 y 2021, en un 6,71%, donde 2021 tuvo el mayor número de registros. La tendencia en el crecimiento para este último periodo se ubicó cerca de 15 puntos porcentuales por debajo de la media nacional, que registró un aumento del 21% en especímenes de fauna recepcionada en los centros de atención y valoración, pasando de 31.477 animales durante 2020 a 38.140 en 2021 (Polanía 2022; Pinto 2022).

De manera general, entre 2019 y 2021, el 65,59% de los especímenes recepcionados por la autoridad ambiental en Amazonas, Caquetá y Putumayo provino de la entrega voluntaria, con 1.638 registros, seguido del rescate o traslado en el 27,87% de los casos (696 registros) y decomiso, incautación, aprehensión o medida preventiva en el 3,96% (99 registros). Para 64 registros, que corresponden a un 2,56% del total, no se indicó procedencia.

La discusión a mayor profundidad, tanto de proveniencia como de destino final de los especímenes a disposición de las autoridades ambientales, es compleja debido a la escasa información científica actualizada disponible, y poca (en muchos casos nula) documentación y publicación de los casos.

El principal destino final de los especímenes fue la liberación (45,21% de los casos), seguido de su continuación en cautiverio en el CAV o alguna de las figuras de la red de amigos de la fauna o tenedores de fauna silvestre permanente o en custodia temporal (30,71%), deceso, muerte o eutanasia del animal (12,37%), destrucción o incineración (6,13%), sin registro de datos (4,41%), donación (0,84%) y fuga (0,32%) (tabla 1).

Del registro de destrucción, resulta alarmante que 97 de los 153 especímenes para los que se indicó habían sido recibidos como animales vivos, por lo que quizás el dato correspondió a un error en la información o al deceso de los especímenes previo a la indicación de su destino.

Sobre el destino identificado como donación, preocupa su ausencia de direccionamiento hacia alguna de las

TABLA 1. Destino final de los especímenes por año

Año	Destino								Total
	Liberación	Cautiverio	Fuga	Deceso	Eutanasia	Destrucción	Donación	Sd*	
2019	264	320	2	0	0	103	2	4	695
2020	407	194	2	131	2	33	3	102	874
2021	458	253	4	172	4	17	16	4	928
Total	1.129	767	8	303	6	153	21	110	2.497

Sd*: sin dato de destino

Fuente: elaboración propia.

figuras legalmente establecidas; de estos, los 16 casos reportados para 2021 correspondieron a especímenes vivos (3 primates, 11 loras y 2 guacharacas), y los 5 reportados entre 2019 y 2020, a carne de boruga, babilla o caimán. Con los primeros, los especímenes vivos, se establece incertidumbre sobre su paradero, legalidad de su tenencia y estado de bienestar; y sobre los segundos, la carne, sobre la población que hubiera podido aprovecharla en desconocimiento de las condiciones de inocuidad del producto.

Las liberaciones entre 2020 y 2021 registraron un aumento del 12,53%, cerca de 31 puntos porcentuales por debajo de la tendencia nacional, que presentó un incremento del 44% (Polanía 2022; Pinto 2022). Del total de liberaciones entre 2019 y 2021, solo en 50 de estas (4,09% de los casos) se consignó algún tipo de indicación del lugar o la ubicación específica donde el proceso se llevó a cabo, sin mención del procedimiento de caracterización del hábitat o genética del espécimen, o seguimiento posliberación, que se confirma con los registros indicados para su destino provisional en la Unidad de Apoyo Hogar de Paso para Fauna Silvestre de la Universidad de la Amazonía, desde donde fueron extraídos 289 especímenes para su liberación, sin procesos previos de caracterización genética o el establecimiento de pruebas de laboratorio especializadas para el diagnóstico de enfermedades de alto riesgo, según la especie. En todos los casos de incertidumbre debió primar el principio de precaución.

Con este tipo de prácticas se mantienen las graves deficiencias reportadas por diversos autores, entre los que se cuentan a Choperena y Mancera (2018), quienes indicaron que en la mayoría de liberaciones realizadas en el país no se realiza

seguimiento ni monitoreo de los animales, además de la ausencia de la publicación de los resultados, lo cual imposibilita evaluar su éxito o las repercusiones, ya que, por ejemplo, solo en el 0,74% de los casos estudiados por los autores anteriormente citados (5 de 672), se realizó la evaluación genética de los animales.

Por su parte, Restrepo y Pulgarín (2017) han señalado que la alta recepción de animales en los centros de manejo genera presión sobre su rápida disposición final, en cuyos procesos de liberación se obvia el análisis de procedencia geográfica específica de los animales, a pesar de resultar frecuente que en un gran número de casos los animales hubieran sido transportados lejos de su zona de captura.

Cualquier movimiento de organismos vivos de un lugar y su liberación en otro mediante intervención humana se conoce como translocación (Paloma *et al.* 2018), y sus efectos adversos pueden resultar mucho más numerosos y marcados que sus beneficios, cuando, por ejemplo, los sitios de liberación no han sido adecuadamente elegidos y estudiados, o no se realiza monitoreo para confirmar su efectividad; y no puede, bajo ningún circunstancia, ser provocada por la oferta de animales, es decir, en respuesta a un elevado volumen de animales sobre los que se debe definir un destino (Doley *et al.* 2022; Bradley *et al.* 2021; Mengak 2018).

Según los datos analizados, las 16 especies identificadas con el mayor número de especímenes liberados en uno o más de los años de investigación, fueron *Boa constrictor* (boa), *Didelphis marsupialis* (chucha o zarigüeya), *Iguana iguana* (iguana), *Chelonoidis denticulata* (morrocoy de patas amarillas), *Epicrates cenchria* (boa arcoíris), *Mesoclemmys gibba* (tortuga hedionda), *Podocnemis unifilis* (taricaya o charapa

gigante), *Podocnemis expansa* (charapa), *Tamandua tetradactyla* (oso hormiguero), *Caiman crocodilus* (caimán de anteojos o babilla), *Paleosuchus trigonatus* (caimán postruso o cachirre), *Kinosternon scorpiodes* (tortuga estuche), *Porphyrio martinica* (tingua azul), *Bradypus variegatus* (perezoso de tres dedos), *Butorides striata* (garcita azulada o garcita estriada) y *Megascops choliba* (lechuza o cuturrucutú común). En total, estas especies acogieron al 60,2% de los especímenes liberados, y al 46,29% de los especímenes recepcionados (tabla 2); y en el caso específico de la iguana, se ubica además como la tercera especie más traficada del país (InSight Crime e Insituto Igarapé 2021).

Marco normativo nacional de la liberación de fauna silvestre

Para los procesos de liberación, repoblación o reintroducción de animales silvestres en ambientes naturales, la Resolución 2064 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial ha establecido dos figuras específicas: 1. La liberación de fauna silvestre nativa, contemplada en el Artículo 12, y 2. La liberación en semicautiverio, en el Artículo 21.

Liberación

Para el caso de la liberación, tanto de especies amenazadas como no amenazadas, el Anexo 9 de la Resolución anteriormente citada establece la necesaria remisión

TABLA 2. Número de especímenes recibidos y liberados por año de las especies más frecuentemente identificadas

Especie	2019		2020		2021		Total	
	R	L	R	L	R	L	R	L
<i>Boa constrictor</i>	37	26	47	39	59	55	143	120
<i>Didelphis marsupialis</i>	49	11	128	55	110	41	287	107
<i>Chelonoidis denticulata</i>	40	28	47	32	44	36	131	96
<i>Iguana iguana</i>	13	9	25	8	48	38	86	55
<i>Epicrates cenchria</i>	10	10	15	15	23	23	48	48
<i>Mesoclemmys gibba</i>	12	7	25	20	28	20	65	47
<i>Podocnemis unifilis</i>	21	17	12	9	10	10	43	36
<i>Podocnemis expansa</i>	25	25	16	5	5	1	46	31
<i>Tamandua tetradactyla</i>	11	9	24	9	21	11	56	29
<i>Caiman crocodilus</i>	16	8	12	9	12	11	40	28
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	0	0	15	14	14	11	29	25
<i>Kinosternon scorpiodes</i>	10	6	13	6	20	12	43	24
<i>Porphyrio martinica</i>	10	3	12	7	17	13	39	23
<i>Bradypus variegatus</i>	5	4	8	8	11	11	24	23
<i>Butoroides striata</i>	13	1	8	5	19	15	40	21
<i>Megascops choliba</i>	10	4	8	6	18	12	36	22
Total			1156				735	

R: recepcionados. L: liberados.

Fuente: elaboración propia.

del espécimen a uno de los Centros de Atención, Valoración y Rehabilitación (CAVR), cuyos requerimientos previos para traslado se encuentran claramente establecidos (tabla 3).

Una vez ingresado el espécimen al CAVR, se decidirá sobre su liberación, en cuyo caso se deberá establecer monitoreo posliberación y documentar el proceso; la norma no establece excepciones de ningún tipo para este aspecto. Los especímenes valorados como no aptos para liberación deberán ser devueltos al CAR para la aplicación de protocolos para su reubicación en cautiverio y/o eutanasia.

Adicionalmente, los párrafos 1 y 2 del Artículo son claros al indicar que esta alternativa se aplica siempre y cuando sea posible determinar que los especímenes objeto de liberación y el ecosistema en el cual serán liberados no sufran un daño o impacto mayor que el beneficio que pueda presentar su liberación y que las actividades de liberación deben ser adelantadas solamente por las autoridades ambientales competentes, atendiendo, además, a lo dispuesto en el capítulo I sobre repoblación de fauna silvestre, del Decreto 1608 de 1978 del Ministerio de Agricultura, en cuyo artículo 131, ratificado por el Artículo 2.2.1.12.3

TABLA 3. Requisitos previos para el traslado de especímenes a CAVR, según Resolución 2064 de 2010

Especies amenazadas	Especies no amenazadas
<p>Se tiene certeza de su origen geográfico con aplicación de herramientas genéticas de identificación taxonómica hasta el nivel más detallado de subespecie.</p>	<p>Existen motivos que justifiquen un esfuerzo de liberación como:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La especie presenta problemas de extinción a nivel local por motivos no relacionados con la pérdida en disponibilidad o calidad de hábitat, lo cual le otorga un valor de conservación para poblaciones locales de una región geográfica determinada. 2. La especie puede ser empleada como especie sombrilla para la conservación de otras especies de menor sentido de apropiación e incluso hábitats. 3. Existe el presupuesto, compromiso y material humano para asumir el proceso de liberación.
<p>Existe línea de base de información sobre el hábitat (calidad y condiciones que aseguren la sobrevivencia de la especie a liberar) o hay fondos y mecanismos para construirla.</p> <p>Hay hábitat disponible que permita el restablecimiento de la especie o población liberada.</p> <p>De cumplir con solo dos de los anteriores, incluida su categoría de amenaza, el espécimen debe ser mantenido en un Centro de Atención y Valoración (CAV) y aplicar protocolos para reubicación en cautiverio y/o eutanasia.</p>	<p>Existe línea de base de información sobre el hábitat (calidad y condiciones que aseguren la sobrevivencia de la especie a liberar) o hay fondos y mecanismos para construirla.</p> <p>Hay hábitat disponible que permita el restablecimiento de la especie o población liberada y/o no cumple con los motivos de justificación para un esfuerzo de liberación.</p>

Fuente: elaboración propia

del Decreto 1076 de 2015, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se establece que, para los casos de repoblación faunística, la entidad administradora de los recursos naturales deberá realizar un plan de repoblamiento que contemple los aspectos específicos sobre el área, la especie, el espécimen, el responsable y las medidas profilácticas que se tomarán antes de la repoblación, entre otros.

Liberación en semicautiverio

Según lo determina el Artículo 21 de la Resolución 2064 de 2010, el *semicautiverio* es una alternativa de disposición final muy excepcional que solo aplica en los casos de especímenes de especies silvestres nativas provenientes de poblaciones naturales establecidas en espacios urbanos (plazas, parques, etc.) de pueblos o ciudades en los que:

1. El ejemplar no presenta incertidumbre taxonómica alguna.
2. El ejemplar hubiera sido valorado dentro del CAV y se confirma que no representa un riesgo para la salud de la población natural presente en el sitio de la liberación.
3. El sitio de liberación cuenta con los recursos de alimento y refugio suficientes para asegurar la supervivencia del ejemplar liberado a largo plazo y/o cuenta con programas de suplementación de alimento y refugio.
4. El impacto de la liberación del ejemplar sobre el bienestar del ser humano (riesgos de ataque o zoonóticos) es comprobado como mínimo.
5. Se tiene certeza de que hace parte de la población por suplementar o proviene del área geográfica donde se ubica el sitio de potencial liberación.

En conjunto, el proceso establecido debe asegurar el bienestar y la sobrevivencia

del espécimen, para lo que la autoridad ambiental que ordene esta medida deberá celebrar un convenio con las personas naturales o jurídicas interesadas en participar en el proceso, cumpliendo para este propósito la totalidad de normatividad relacionada, y velando, en todo momento, por el buen estado de los animales mediante visitas de control a partir de las cuales se podrán determinar las medidas que deban ser adoptadas en procura del bienestar de los especímenes. La norma establece que las especies exóticas y las especies nativas consideradas peligrosas, no serán objeto de esta medida, así como tampoco especímenes con incertidumbre taxonómica.

A pesar de lo claramente determinado por la normatividad nacional, son las mismas autoridades ambientales quienes propician liberaciones sin el cumplimiento de requisitos, lo cual resulta en prácticas imprudentes y temerarias cuyos efectos sobre los especímenes, las poblaciones y los ecosistemas se desconocen. El resarcimiento de las fallas y los problemas derivados del proceso no solo requiere de una fuerte inversión estatal, pues se ha demostrado que en el funcionamiento de los pocos centros de manejo de fauna silvestre del país depende en gran medida del voluntariado de estudiantes y profesionales, con limitada posibilidad de pruebas de laboratorio, imágenes y exámenes post mórtem con histopatología, entre otros (Castro *et al.* 2022); sino además un mayor interés de las comunidades científicas por aspectos fundamentales como la identificación detallada del tamaño y la estructura genética de las poblaciones de vida silvestre, que permita el establecimiento efectivo de estrategias de conservación, especialmente para aquellas especies sobre las que se realiza una mayor presión antrópica (Yang *et al.* 2019).

Sobre este aspecto en particular se ha indicado que, a pesar del creciente uso de tecnologías de punta en genómica y bioinformática en varios campos de las ciencias biológicas alrededor del mundo, Colombia se ha quedado atrás en la inclusión de estos enfoques en los estudios de biodiversidad, pues menos del 5% de las especies registradas para el país cuenta actualmente con datos de genotipificación (Noreña *et al.* 2018). De lo anterior resulta evidente que, aunque Corpomazonía lograra identificar el punto exacto de liberación de los 1.129 especímenes liberados entre 2019 y 2021, la información científica que debió haber sido utilizada como base para la elección de este destino no se encuentra aún disponible.

Un factor importante para tener en cuenta en los procesos de liberación, y previos requerimientos de rehabilitación para muchos de los casos, son los tiempos e inversiones requeridas, pues en los pocos casos documentados y publicados se ha calculado, por ejemplo, que, según cifras del Área Metropolitana de Medellín, en esta región se invierten cerca de 2.000 millones de pesos colombianos al año para rehabilitar y reubicar los especímenes incautados (Rico y Moreno 2018); o que según expertos como Robinson Poches, citado por Estrada (2020), en un cálculo global de rehabilitación y seguimiento de un espécimen de loro, por citar un caso, se requiere una inversión de entre 30 y 50 millones de pesos colombianos.

La problemática no solo supone el adecuado manejo posdecomiso, rescate o entrega voluntaria de los especímenes de la fauna silvestre y la aplicación de la normatividad, sino también de un análisis real del contexto en que se desarrolla la práctica de uso y aprovechamiento ilegal de este recurso natural, pues, a pesar de la gravedad de la situación, aún no se cuenta con información suficiente

para identificar con claridad la demanda sociocultural que subyacen a las redes de tráfico (Arroyave *et al.* 2020).

Situaciones del contexto y las formas de aprovechamiento alternativo de fauna silvestre

En el área de estudio, que corresponde a los departamentos amazónicos de Amazonas, Caquetá y Putumayo bajo la jurisdicción de Corpoamazonía, se produce de manera continua la combinación de aspectos como alta biodiversidad y también altos índices de pobreza y violencia, en el marco de sistemas económicos capitalistas que complejizan la dinámica (Dexter e Ingalls 2020).

Según el Dane (2019), para 2019, Amazonas, con el 35,6%; Caquetá, con el 25,7%; y Putumayo, con el 25,4%, se ubicaron por encima de la media nacional en el índice de pobreza multidimensional que se estableció en el 17%, lo que supone un número importante de necesidades básicas comprometidas. Esta situación genera la obligación de incentivar el desarrollo económico de los departamentos, cuyos sistemas productivos se basan en actividades primarias como la agricultura, la ganadería y la minería principalmente, para las que se ha señalado una relación directa entre la degradación del medio ambiente y el aumento del nivel de ingresos (Valencia 2018).

Con el fin de garantizar adecuadas condiciones de sobrevivencia, las comunidades humanas con escasos recursos económicos, pero que habitan zonas de abundante diversidad biológica, deben necesariamente hacer uso de los recursos naturales, entre los que se destacan los relacionados con satisfactores de los requerimientos alimenticios; es por esto que la caza de animales silvestres se ha establecido y desarrollado en el marco de procesos de seguridad alimentaria, poco

documentados y abordados de manera desarticulada (Vargas 2014).

De manera general, se calcula que entre el 60% y el 80% de las necesidades de proteína diarias de las comunidades rurales de la cuenca amazónica son satisfechas por carne de monte o de animales silvestre (FAO y PNUMA 2020). Para las economías locales, este tipo de carne contribuye tanto a completar los requerimientos nutricionales como a la economía familiar, además de permitir la diversificación de la dieta (Shoobridge 2019). En diversas poblaciones de la Amazonía central, se ha calculado que un consumo medio de carne de monte por persona año equivaldría, en términos monetarios, a la producción de madera y de peces en la región, por lo que se hace fundamental la integración de esta actividad en la economía formal y el desarrollo activo de políticas que garanticen la comercialización de las especies más abundantes o estables, restringiendo el de las más sensibles (El Bizri *et al.* 2019)

Si bien el uso de los animales silvestres se ha analizado principalmente desde propósitos alimenticios, también constituyen un variado grupo de servicios ecosistémicos y culturales, con beneficios psicológicos, económicos, educativos y recreativos, al servir de animales de compañía, producción, guías de caza, con fines medicinales y experimentales, entre otros (Estrada 2018; Rico y Moreno 2018; Cox *et al.* 2019; InSight Crime e Instituto Igarapé 2021). Sin embargo, según Estrada *et al.* (2019), el valor de algunos especímenes de especies silvestres en los mercados negros de la región resulta insignificante en comparación con los valores en los mercados legales e ilegales, nacionales e internacionales de estas especies, o los calculados en las tasas compensatorias establecidas por el Decreto 1272 de 2016

del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable; sin contar lo anterior con la cuantificación del impacto ambiental y demás efectos derivados de la extracción de los especímenes de su ambiente natural, con lo que se ratifica su necesidad de inclusión en economía formal.

En razón a la ausencia actual de sistemas de aprovechamiento de animales silvestres legalmente establecidos en el área de estudio, el origen de los especímenes recepcionados por la autoridad ambiental se ubica necesariamente en su sustracción directa de los ambientes naturales, con efectos incalculables en términos del bienestar de los animales y de los ecosistemas de los que fueron extraídos, además de la probabilidad de daños directos e indirectos a las poblaciones humanas, no solo en términos punitivos, sino de tránsito de enfermedades. Pero, de manera paradójica, esta problemática se ve agravada por prácticas frecuentemente establecidas por las autoridades ambientales, como la liberación de animales sin cumplir con los requisitos determinados para tal fin.

Paradójicamente, para un gran número de las especies más frecuente liberadas en Amazonas, Caquetá y Putumayo, se han establecido de manera legal en el país zoocriaderos como mecanismos de aprovechamiento, como ocurre con la *Iguana iguana* (iguana), *Boa constrictor* (boa) y *Caiman crocodilus* (caimán de anteojos o babilla) (Resolución 02087 2020; Resolución 2264 2016), *Chelonoidis denticulata* (morrocoy de patas amarillas) (ANLA 2018) y los avances desarrollados para el establecimiento en zoocría de *Didelphis marsupialis* (chucha o zarigüeya) por la Universidad Nacional sede Palmira (2021), por contar algunos ejemplos.

La existencia histórica nacional de zoocriaderos constituye una evidencia comprobada

del impacto económico positivo y la posibilidad de establecer un comercio sostenible para estas especies, además de sus beneficios para los ecosistemas derivados de las tasas de repoblamiento que por ley se imponen para los zocriaderos comerciales o de los producidos a partir de los zocriaderos de cría y conservación, así como los relacionados con la seguridad alimentaria por parte tanto de los zocriaderos comerciales como de los de subsistencia, y fundamenta la necesidad de establecer, sobre la fauna silvestre, no solo prohibiciones para su uso, sino mecanismos contextuales efectivos de aprovechamiento, en consideración a que el mercado de especies silvestres en Colombia genera una oportunidad para las regiones y comunidades en las que las prácticas tradicionales de aprovechamiento se realizan de manera frecuentemente ilegal (Valencia 2018).

En el marco internacional existe un número importante de experiencias favorables del establecimiento de la zocría con beneficios para la conservación de especies y la prevención del delito contra los animales, como las desarrolladas en Vietnam, que indicaron que la cría de animales silvestres aporta beneficios económicos significativos, incluso muchas veces mayores a los aportados por algunas de las especies de producción convencional, e incluso la producción agrícola, y evita el agotamiento de los recursos naturales (Nguyen y Dinh 2020).

Desde un enfoque muy generalista de los riesgos de liberar poblaciones de animales silvestres de una especie bajo algún referente de incertidumbre frente a los de promover y establecer sistemas de zocría sobre estas mismas, podría indicarse, además de todo lo planteado anteriormente, que la segunda resulta mucho más confiable al considerar por ejemplo que la Ley 611 de 2000 del Congreso de la República establece la obligatoriedad de acompañamiento por parte

de veterinarios, biólogos y otros tipos de profesionales a este tipo de proyectos, con lo que se podría garantizar seguimientos clínicos y conductuales para los animales cuyo manejo se facilita en estados de cautividad. Adicionalmente, al constituir una empresa privada, los requerimientos para su funcionamiento no dependerán de los escasos recursos estatales, superando con esto el obstáculo más importante para el adecuado manejo de los animales posdecomiso, el económico.

Es importante resaltar que, sobre el más apetecido producto derivado de la zocría, la carne, se ha confirmado que no constituye un riesgo para la salud humana, si se cumplen sistemas rigurosos de sacrificio de los animales y preparación de sus productos derivados (Gómez 2020).

En consideración de lo anterior, actualmente se cuenta con directrices para el desarrollo de estos procesos de manera adecuada, como las consignadas en las Resoluciones 3009 de 2010 del Ministerio de la Protección Social, para el orden *Crocodylia*, 705 de 2015 del Instituto Colombiano Agropecuario, para la zocría en general, y 562 de 2016 del Ministerio de Salud y Protección Social, para *chigüiro*; entre otras.

Adicionalmente, en el marco de los procesos de desarrollo y reforma agraria en el país, desde 1995 y hasta la fecha con el Acuerdo 171 de 2021 de la Agencia Nacional de Tierras (ANT), se ha establecido la posibilidad de aprovechamiento en zocría en el marco de la titulación de predios baldíos, lo cual supone su histórica consideración como una alternativa productiva para los trabajadores agrarios menos favorecidos del país.

El establecimiento de la zocría como estrategia efectiva de manejo alternativo de la fauna silvestre en los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo, y en general, en todo el territorio nacional,

demanda la urgente superación de las principales limitantes identificadas que corresponden al excesivo número de documentos y trámites, en el marco además del requerimiento de procesos costosos como los estudios de impacto ambiental (Estrada *et al.* 2019). Sobre este último, se hace necesaria la voluntad política para la promulgación de leyes para la eliminación, o al menos, la suspensión transitoria de este tipo de requisitos, que faciliten el acceso y fomenten la práctica, como la que en la actualidad se encuentra en desarrollo, únicamente para zootecnia de fauna silvestre nativa de las clases insecta, chilopoda y arachnida (Cámara de Representantes 2021).

CONCLUSIONES

Durante 2020 y 2021 se han registrado los mayores volúmenes de liberación de fauna silvestre de los últimos 16 años en los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo, lo cual resulta conflictivo, pues a pesar de lo claramente establecido en la normatividad nacional, son las mismas autoridades ambientales quienes propician prácticas imprudentes y temerarias, como la liberación de estos especímenes silvestres en ambientes naturales sin el cumplimiento de los requisitos, así como su seguimiento, con lo que resulta imposible la cuantificación real de sus efectos positivos y negativos sobre los animales y su entorno, generando por tanto un completo velo de incertidumbre, cuando debió haber primado el principio de precaución.

Para un gran número de las especies más frecuente liberadas en los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo, se han establecido legalmente en el país zootecnia como mecanismos de aprovechamiento, sobre los que, además de

las ventajas de las experiencias previas, se cuenta con evidencias comprobadas de su impacto, beneficios para los ecosistemas y referentes de seguridad alimentaria.

Para la real posibilidad de establecimiento de zootecnia en los contextos económicos y culturales de los pobladores de los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo, o cualquier otra forma de uso de los animales silvestres que atienda a la realidad del contexto en que se realiza su tráfico e ilegal aprovechamiento, se requiere del inicio inmediato de procesos de promulgación, capacitación y la voluntad política para facilitar la apropiación y aplicación de los condicionantes normativamente establecidos, así como la disminución en su costo o su erradicación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores expresamos la ausencia de cualquier tipo de conflicto de interés durante el desarrollo de la investigación y la elaboración del manuscrito de artículo como producto.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

En su totalidad, los gastos en que se incurrió para el desarrollo de la investigación fueron asumidos de manera exclusiva por los autores, sin financiación estatal o privada de algún tipo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la disponibilidad de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía (Corpoamazonía) para la remisión de los datos, así como del equipo de trabajo de la Unidad de Apoyo Hogar de Paso para Fauna Silvestre de la Universidad de la Amazonía.

REFERENCIAS

- Arroyave F, Petersen A, Jenkins J y Hurtado R. 2020. Multiplex networks reveal geographic constraints on illicit wildlife trafficking. *Appl Netw Sci* 5(5-20). <https://doi.org/10.1007/s41109-020-00262-6>
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). 2018. Zocriaderos con seguimiento en mayo. Disponible en: https://www.anla.gov.co/01_anla/noticias/1195-zocriaderos-con-seguimiento-en-mayo
- Boulton C, Lenton T y Boers N. 2022. Pronounced loss of Amazon rainforest resilience since the early 2000s. *Nat. Clim. Chang.* 12:271-278. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01287-8>
- Bonilla D, Villamil W, Rabaan A y Rodríguez A. 2020. Una nueva zoonosis viral de preocupación global: COVID-19, enfermedad por coronavirus 2019. *IATREIA.* 33(2):107-110. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.85>
- Bradley H, Tomlinson S, Craig M, Cross A y Bateman P. 2021. Mitigation translocation as a management tool. *Conservation Biology.* <https://doi.org/10.1111/cobi.13667>
- Cortés M. 2021. COVID-19: importancia de estar alerta ante las zoonosis. *Revista de la Facultad de Medicina Humana.* 21(1):151-156. <https://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v21i1.3451>
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía (Corpoamazonía). 2022. La Región del Sur de la Amazonía Colombiana. Disponible en: [de https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/ordenamiento-ambiental/nuestra-jurisdccion](https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/ordenamiento-ambiental/nuestra-jurisdccion)
- Castro A, Brieva C y Witte C. 2022. Implications of wildlife trafficking on the health and conservation efforts of an endangered turtle species in Colombia. *Conservation Science and Practice.* 4(3): e595. <https://doi.org/10.1111/csp2.595>
- Cámara de Representantes. 2021. Informe de ponencia para primer debate cámara al proyecto de ley 530 de 2021 cámara, “Por medio de la cual se adoptan medidas para fomentar la zootría de ejemplares de fauna silvestre nativa de las clases Insecta, Chilopoda y Arachnida, y se dictan otras disposiciones”. Disponible en: [https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2021-05/Ponencia%20Primer%20Debate%20PL.530.2021C%202021.05.11%20\(CHILOPODA%20MARIPOSAS\)_0.pdf](https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2021-05/Ponencia%20Primer%20Debate%20PL.530.2021C%202021.05.11%20(CHILOPODA%20MARIPOSAS)_0.pdf)
- Cox R, Nol P, Ellis K y Palmer M. 2019. Research with Agricultural Animals and Wildlife. *ILAR Journal.* 60(1): 66- 73. <https://doi.org/10.1093/ilar/ilz006>
- Choperena M y Mancera N. 2018 W. Evaluación de procesos de seguimiento y monitoreo post-liberación de fauna silvestre rehabilitada en Colombia. *Luna Azul.* 46(1):181-209. <https://doi.org/10.17151/luaz.2018.46.11>
- Chaves M, Ramírez W, Santamaría M, Andrade G, Solano C y Aranguren S, editores. 2021. Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y el Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35942/RTD-Instituto%20Humboldt.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dexter K e Ingalls M. 2022. Sowing peace: violence and agrobiodiversity in the Colombian Amazon. *Geoforum.* 128:251-262. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.11.008>
- Decreto 1608 de 1978. Ministerio de Agricultura. Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre. 30 de julio de 1978. D.O. No. 35.084. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8241#:~:text=El%20presente%20decreto%20desarrolla%20el,recurso%20y%20con%20sus%20productos>
- Decreto 1076 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. 26 de mayo de 2015. D.O. No. 49.523. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

- Decreto 1272 de 2016. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por el cual se adiciona un capítulo al Título IX de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones. 3 de agosto de 2016. D.O. No. 49.954. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=74494>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane). 2019. La información del Dane en la toma de decisiones regionales. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/201211-Info-Dane-Florencia-Caqueta.pdf>
- Doley Ch, Pellow B, Bell S, Reynolds D, Silcock J, Commander L y Oio M. 2022. Threatened Plant Translocation for Mitigation: Improving Data Accessibility Using Existing Legislative Frameworks. An Australian Case Study. *Front. Conserv. Sci* (1-12). <https://doi.org/10.3389/fcsc.2021.789448>
- Estrada G, Guzmán M y Parra J. 2019. Estado actual de la fauna silvestre posdecomiso en el departamento del Caquetá, Colombia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 14(3):64-85. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.3.6>
- Estrada G. 2018. Discusiones bioéticas entre primates: análisis del impacto del humano en el mono ardilla. Bogotá: Universidad El Bosque, Departamento de Bioética. Disponible en: <https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/3272/9789587391084.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- El Espectador. 10 de septiembre de 2021. En 2021 aumentó el número de fauna silvestre incautada y rescatada del tráfico. Disponible en: <https://www.elespectador.com/ambiente/en-2021-aumento-el-numero-de-fauna-silvestre-incautada-y-rescatada-del-trafico/>
- El Bizri H, Morcatty T, Valsecchi J, Mayor P, Ribeiro J, Vasconcelos C, Oliveira J, Furtado K, Ferreira U, Miranda C, Silva C, Lopes V, Lopes G, Florindo C, Chagas R, Nijman V y Fa J. 2019. Urban wild meat consumption and trade in central Amazonia. *Conservation Biology*. 34: 438-448. <https://doi.org/10.1111/cobi.13420>
- FAO—Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2020 . El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- Gordon E, Restrepo S, Henao A, Zuluaga D y Dolan-Evans E. 2020. Power, poverty and peacebuilding: the violence that sustains inequalities and undermines peace in Colombia. *Conflict, Security & Development*. 20(6): 697-721. <https://doi.org/10.1080/14678802.2020.1848119>
- Gómez S, Chaves M, Ramírez W, Santamaría M, Andrade G, Solano C y Aranguren S (editores). 2021. Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y el Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania. Disponible en: https://www.besnet.world/wp-content/uploads/2021/12/DOCUMENTO_TECNICO_compressed_compressed-2-compressed.pdf
- Gómez J. 2020. Consumo de fauna silvestre en tiempos del COVID-19 ¿Prohibir o regular? Stockholm Environment Institute. Disponible en: <https://www.sei.org/featured/consumo-de-fauna-silvestre-en-tiempos-del-covid-19-prohibir-o-regular/>
- Hein J, Del Cairo C, Gallego D, Gutiérrez TV, Vélez JS y Rodríguez de Francisco JC. 2020. A political ecology of green territorialization: frontier expansion and conservation in the Colombian Amazon. *DIE ERDE Journal of the Geographical Society of Berlin*. 151(1): 37-57. <https://doi.org/10.12854/erde-2020-456>
- InSight Crime e Instituto Igarapé. 2021) Las raíces de los delitos ambientales en la Amazonía colombiana. Disponible en: <https://insightcrime.org/wp-content/uploads/2021/11/InSightCrime-Igarape-ESP-21-11-01.pdf>

- Ley 1333 de 2009. Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones. 21 de julio de 2009. D.O. No. 47.417. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36879>
- Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. 22 de diciembre de 1993. D.O. No. 41.146. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Ley 611 de 2000. Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática. 17 de agosto de 2000. D.O. No. 44.144. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9019#:~:text=La%20presente%20ley%20tiene%20por,ciclo%20cerrado%20y%20abierto>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2022. En Colombia se liberaron 12.968 individuos de fauna silvestre en 2021. Disponible en: [https://www.minambiente.gov.co/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/en-colombia-se-liberaron-12-968-individuos-de-fauna-silvestre-en-2021/#:~:text=En%202021%2C%20las%2033%20Corporaciones,Sistema%20Nacional%20Ambiental%20\(SINA\)](https://www.minambiente.gov.co/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/en-colombia-se-liberaron-12-968-individuos-de-fauna-silvestre-en-2021/#:~:text=En%202021%2C%20las%2033%20Corporaciones,Sistema%20Nacional%20Ambiental%20(SINA))
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y Presidencia de Argentina. 2021. COVID-19 manejo de fauna silvestre: lineamientos para investigación científica, comercialización, translocación, reintroducción, liberación, rescate y operativos de decomisos. Disponible en <https://covid19-evidence.paho.org/handle/20.500.12663/2574>
- Ministerio de Salud. 2021. Relación de la humanidad con la naturaleza, una de las lecciones del Covid-19. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Relacion-de-la-humanidad-con-la-naturaleza-una-de-las-lecciones-del-covid-19.aspx>
- Ministerio de Comercio. 2022a. Perfil económico: departamento del Amazonas. Disponible en: <https://www.mincit.gov.co/getattachment/d590ef5-9b03-4943-9255-929554b8f45b/Amazonas>
- Ministerio de Comercio. 2022b. Perfil económico: departamento del Caquetá. Disponible en: <https://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=5f834ed5-8943-4317-897d-9b047844ceb2>
- Ministerio de Comercio. 2022c. Perfil económico: departamento del Putumayo. Disponible en: <https://www.mincit.gov.co/getattachment/35f426f4-7a95-4dd7-8b8a-f7d7b7919906/Putumayo.aspx>
- Monsalve S, Mattar S y González M. 2019. Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. Rev. MVZ Córdoba. 14(2): 1762-1773. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682009000200014#:~:text=Las%20zoonosis%20determinan%20una%20gran,la%20p%C3%A9rida%20de%20diversidad%20gen%C3%A9tica
- Mengak M. 2018 . Wildlife translocation. U S Department of Agriculture Animal & Plant Health Inspection Service Wildlife Services. Disponible en: https://www.aphis.usda.gov/wildlife_damage/reports/Wildlife%20Damage%20Management%20Technical%20Series/Wildlife-Translocation-WDM-Technical-Series.pdf
- Na Ayudhya S y Kuiken T. 2021. Reverse Zoonosis of Covid-19: Lessons From the 2009 Influenza Pandemic. Veterinary Pathology. 58(2):234-242. <https://doi.org/10.1177/0300985820979843>
- Noreña A, González A, Mosquera J, Botero K y Cristancho M. 2018. Colombia, an unknown genetic diversity in the era of Big Data. BMC Genomics. 19(Suppl 8):61-99. <https://doi.org/10.1186/s12864-018-5194-8>
- Nguyen D y Dinh T. 2020. Legal framework for wildlife farming benefits species conservation and preventing wildlife crimes in Vietnam. E3S Web of Conferences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017503025>
- Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA). 2021. Proyecto Cuenca Amazónica–Implementación del Programa de Acciones Estratégicas en la Cuenca del río Amazonas considerando la Variabilidad y el Cambio Climático. Disponible en: <http://otca.org/>

- [wp-content/uploads/2021/09/Proyecto_CuencaAmazonica.pdf](#)
- Ortiz D. 2020. La pobreza y desigualdad en las regiones en Colombia. Supuestos. Disponible en: <https://revistasupuestos.com/opinion?offset=1589302428511>
- Orozco M. 2020. Sars Cov 2: un nuevo desafío para la conservación de la fauna silvestre. Revista Azara. 8(3):41-47. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/129109>
- Polanía J. 2022. Asocars – Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible. Disponible en: <https://www.asocars.org/mascotismo-sanciones-y-banco-genetico-el-dialogo-urgente-para-frenar-el-trafico-de-fauna-corporaciones-autonomas-regionales/>
- Pinto K. 2022. Qué es el mascotismo, una práctica que incentiva el comercio ilegal de fauna silvestre. Agronegocios. Disponible en: <https://www.agronegocios.co/mascotas/que-es-el-mascotismo-una-practica-que-incentiva-el-comercio-ilegal-de-fauna-silvestre-3352847>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2020. Prevenir próximas pandemias. Zoonosis: cómo romper la cadena de transmisión. Disponible en: <https://www.unep.org/es/resources/report/preventing-future-zoonotic-disease-outbreaks-protecting-environment-animals-and>
- Paloma R, Gatica A y Ríos J. 2018. Las translocaciones como herramienta de conservación para las tortugas terrestres en México. *Revista Bio Ciencias*. Disponible en: http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/332/pdf_1
- Resolución 2064 de 2010. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se reglamentan las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de Fauna y Flora Terrestre y Acuática y se dictan otras disposiciones. 21 de octubre de 2010. D.O. No. 47.874. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-2064-de-2010/>
- Resolución 1172 de 2004. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. Por la cual se establece el sistema nacional de identificación y registro de los especímenes de fauna silvestre en condiciones ex situ. 7 de octubre de 2004. D.O. No. 45.698. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-1172-de-2004/#:~:text=Octubre%207%20de%202004%2C%20%20%20%20ABPor,Silvestre%20en%20condiciones%20Ex%20Situ>
- Resolución 02087 de 2020. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Por la cual se otorga cupo de aprovechamiento para la especie *Caiman crocodilus fuscus* (babilla) y se adoptan otras determinaciones. Disponible en: <https://vlex.com.co/vid/resolucion-n-02087-gaceta-873836978>
- Resolución 2264 de 2016. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Por la cual se efectúa control y seguimiento ambiental. Disponible en: <https://www.anla.gov.co/notificaciones/images/02-avisos/25102016-auto-2264-zoocriadero-los-caribbean-reptiles-international-ltda.pdf>
- Resoluciones 3009 de 2010. Ministerio de la Protección Social. Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne proveniente del orden Crocodylia destinada para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte, almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación. 4 de agosto de 2010. D.O. No. 47.798. Disponible en: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/col97081.pdf>
- Resolución 705 de 2015. Instituto Colombiano Agropecuario. Por medio de la cual se establecen las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria que deben cumplir los predios dedicados a la zootecnia y los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la actividad de caza comercial de especies nativas o exóticas, cuya caza comercial haya sido autorizada por la autoridad ambiental competente, y cuyo destino final sea el consumo humano. 5 de marzo de 2015. D.O. No. 49.448. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/41069113-8737-47a3-ba88-0e393cb11a82/2015R705.aspx>
- Resolución 562 de 2016. Ministerio de Salud y Protección Social. Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), destinada para el

- consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte, almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación. 25 de febrero de 2016. D.O. No. 49.798. Disponible en: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/col157703.pdf>
- Resolución 171 de 2021. Agencia Nacional de Tierras. Por el cual se deroga el Acuerdo 14 de 1995 expedido por la Junta Directiva del Incora, se deroga parcialmente el Acuerdo 8 de 2016 del Consejo Directivo de la ANT y se fijan las excepciones a la Unidad Agrícola Familiar en la titulación de terrenos baldíos de la Nación. 20 de agosto de 2021. D.O. No. 51.777. Disponible en: <https://www.ant.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/171.pdf>
- Restrepo D y Pulgarín P. 2017. Dinámicas de los loros en cautiverio en Colombia: tráfico, mortalidad y liberación. *Ornitología Colombiana*. 16:1-23. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/323831433_Dinamicas_de_los_loros_en_cautiverio_en_Colombia_trafico_mortalidad_y_liberacion
- Rico G y Moreno J. 2018. Manejo de la Fauna Silvestre en Bogotá. Alcaldía de Bogotá. Disponible en: https://www.animalesbog.gov.co/sites/default/files/10_MANEJO_%20FAUNA_SILVESTRE%20_%20BOGOT%C3%81_2018.pdf
- Semana. 10 de septiembre de 2022. Las CAR han recibido este año más de 22.400 animales producto del tráfico de fauna. Disponible en: <https://www.semana.com/sostenible/medio-ambiente/articulo/las-car-han-recibido-este-ano-mas-de-22400-animales-producto-del-trafico-de-fauna/202146/>
- Semana. 9 septiembre de 2021. Tráfico de fauna silvestre, principal detonante de enfermedades zoonóticas. Disponible en: [trafico-de-fauna-silvestre-detonante-de-enfermedades-zoonoticas-i-colombia-hoy/54956/](https://www.semana.com/impacto/articulo/trafico-de-fauna-silvestre-detonante-de-enfermedades-zoonoticas-i-colombia-hoy/54956/)
- Shoobridge D. 2019. The hunting market—the market hunt: wild meat in tropical forests. *Scientia Agropecuaria*. 10(3):433-448. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.15>
- Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. 2021. Zarigüeyas protegidas engordan más rápido. Disponible en: <https://www.palmira.unal.edu.co/index.php/noticias/unnoticias/207-zarigüeyas-protegidas-engordan-mas-rapido>
- Valencia D. 4 de abril de 2022. Liberaciones de fauna silvestre aumentaron un 44% durante 2021. Caracol Radio. Disponible en: https://caracol.com.co/radio/2022/04/05/nacional/1649110490_015547.html
- Villamil H. 2021. El posacuerdo, “Detonante ambiental en Colombia”. *Academia & Derecho*. 21:221- 248. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/academia/article/view/8070>
- Valencia C. 2018. Fauna silvestre en Colombia: entre la ilegalidad y las oportunidades del comercio internacional en la CITES. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*. (55): 128–145. Disponible en: <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/1000>
- Vargas N. 2014 . Consumo de carne de monte en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Página oficial. Disponible en: <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2014/cap2/203/>
- Yang J, Zhu G, Jiang J, Xiang C, Gao F y Bao W. 2019. Non-invasive genetic analysis indicates low population connectivity in vulnerable Chinese gorals: concerns for segregated population management. *Zoological Research*. 40: 439-448. <https://dx.doi.org/10.24272%2Fj.issn.2095-8137.2019.058>

Forma de citación del artículo:

Estrada GE, Gómez CA y Sánchez V. 2023. Entre la incertidumbre de la liberación y otras formas de uso de la fauna silvestre. *Rev Med Vet Zoot*. 70(1):45-64 <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n1.103452>

Impacto ecológico del insecticida fipronil: valoración de riesgos en humanos

D. A. Gómez-Beltrán¹ ; J. E. Pérez Montes² , D. Villar^{1*} 

Recibido: 23/3/2022. Aprobado: 06/06/2022

RESUMEN

El fipronil es uno de los pesticidas más importantes usados en agricultura y animales domésticos. A concentraciones muy bajas para el control de especies destino, también es tóxico para especies no destino, incluyendo a las abejas y numerosos macroinvertebrados acuáticos y terrestres. Estudios de laboratorio y campo han demostrado que tanto el fipronil, como sus productos de degradación, a concentraciones medioambientales observadas son suficientes para poner en peligro numerosos taxones de la comunidad acuática, incluidos los peces. En esta revisión se describen estudios de ecotoxicología cuyo impacto en especies no destino ha sido clave para que la Unión Europea prohibiese el fipronil para uso agrícola en 2013 y Estados Unidos lo haya restringido en muchos cultivos y actualmente lo esté revisando para renovar los distintos registros. En Colombia se siguen registrando al menos 60 productos a base de fipronil y desde agosto de 2021 se prohíbe su uso en plantaciones de aguacate, café, cítricos y pasifloras. En 2017, a raíz de la contaminación de huevos con fipronil en Europa, la Agencia Europea para la Seguridad de Alimentos publicó varios estudios sobre el riesgo para la salud humana que podía tener el consumo de huevos y carne de pollos con residuos de fipronil. La conclusión fue que la ingesta de fipronil a las concentraciones detectadas en huevos y carne no superaba niveles esperados que produjesen efectos adversos para la salud.

Palabras clave: aves, Colombia, fipronil, invertebrados terrestres, mamíferos, pesticida.

Ecological impact of fipronil insecticide: risk assessment in humans

ABSTRACT

Fipronil is one of the most important pesticides used in agriculture and domestic animals. At very low concentrations used for controlling target species, it is also toxic to non-target species including bees and numerous aquatic and terrestrial macroinvertebrates. Laboratory and field studies have shown that both fipronil, and its degradation products, at relevant environmental concentrations are sufficient to endanger numerous taxa in the aquatic community, including fish. In this review, ecotoxicology studies are described that show significant impact on non-target species that have been instrumental to ban fipronil for agriculture in the European Union since 2013 and restricting many uses

¹ Grupo CIBAV, Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

² Facultad de Ciencias Agrarias, carrera 75 n.º 65-87, Ciudadela Robledo, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

* Autor de correspondencia. Correo electrónico: david.villar@udea.edu.co

in the United States. In Colombia, at least 60 fipronil-based products continue to be registered and since August 2021 its use has been prohibited in avocado, coffee, citrus and ornamental flower plantations. In 2017, following the widespread contamination of eggs with fipronil across Europe, the European Food Safety Authority (EFSA) conducted several risk assessments for the consumption of eggs and chicken meat contaminated with fipronil residues. The conclusion was that the consumption of fipronil at the concentrations detected in eggs and meat did not exceed levels expected to pose health hazard for humans.

Keywords: fipronil, Colombia, pesticide, terrestrial invertebrates, mammals and birds.

INTRODUCCIÓN

El fipronil se ha venido usando como componente en una amplia gama de productos pesticidas para la agricultura y animales domésticos. Si bien se sintetizó por primera vez en 1987 por la compañía Bayer, no fue registrado para uso en Estados Unidos hasta 1996. Para finales de 1997, el fipronil estaba registrado para usos no agrícolas en 63 países, y para usos agrícolas, en 52 países (Tingle *et al.* 2003). Tiene un amplio espectro de acción que incluye especies como: hormigas, escarabajos, cucarachas, pulgas, garrapatas, moscas y otros insectos. En general, el fipronil es extremadamente tóxico para las larvas de la mayoría de mosquitos con CL_{50s} de menos de 1 ppb y que incluye a los principales vectores de enfermedades en humanos de los géneros *Aedes*, *Anopheles* y *Culex* (Ali *et al.* 1998; Gunasekara *et al.* 2007). De igual manera, los metabolitos del fipronil también son extremadamente tóxicos. El problema es que, a concentraciones muy bajas usadas para el control de especies destino, también es tóxico para especies no destino, que incluyen a las abejas e insectos de los órdenes *Coleoptera*, *Hymenoptera* y *Diptera*. En el mundo están disminuyendo de forma dramática las poblaciones de abejas y se ha demostrado que exposiciones al fipronil, a tan solo concentraciones residuales que quedan en el polen y néctar

de plantas tratadas, resultan ser letales para las abejas (Holder *et al.* 2018). A diferencia de otros pesticidas, el fipronil en las abejas se bioacumula con exposiciones repetidas hasta llegar a alcanzar dosis letales en cuestión de días. Esto hizo que en 2013 la Unión Europea restringiera su uso agrícola (solo para invernaderos), debido al riesgo que representaba para las abejas, y aparte prohibió su uso en animales de producción (Commission Implementing Regulation of the EU 2013). Aunque es ligeramente tóxico para mamíferos y aves acuáticas, es altamente tóxico para aves de caza (perdiz, codorniz y faisán), peces y macroinvertebrados. Si bien la mayoría de los estudios se han concentrado en el impacto del fipronil en el filo Artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos), también es tóxico para otros taxones en los filos Moluscos y Cnidaria (figura 1).

En el medio ambiente, el fipronil se degrada por reacciones de oxidación, reducción, hidrólisis y fotólisis, dando lugar a 4 metabolitos principales: fipronil-sulfona, fipronil-sulfuro, fipronil-amida, y fipronil desulfínilo (figura 2). La fotólisis (reacción con la luz UV) da lugar al fipronil-desulfínilo, la degradación a amida ocurre por hidrólisis, la oxidación a fipronil-sulfona ocurre en ambientes aerobios y la reducción a fipronil-sulfuro se da en sedimentos o suelos anaerobios.

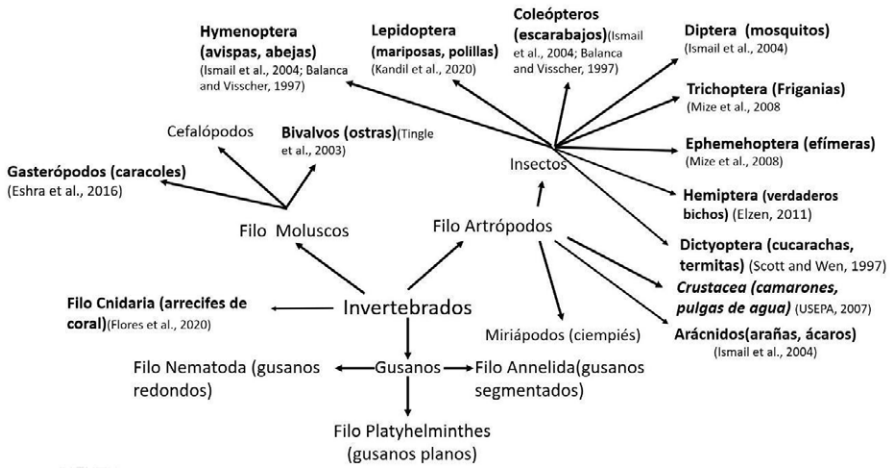


FIGURA 1. Los taxones en negrita tienen numerosas especies que son sensibles al fipronil. Fuente: elaboración propia.

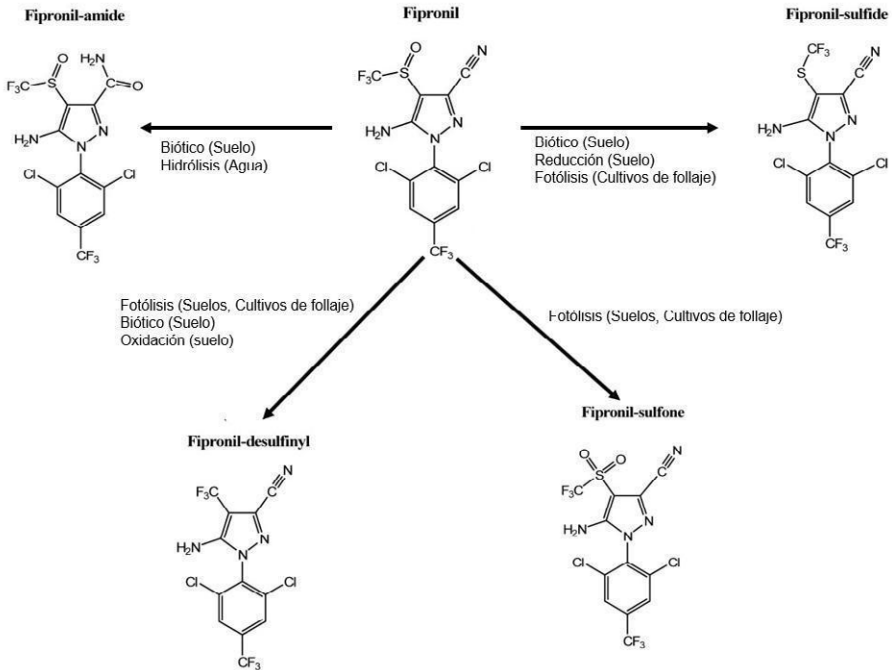


FIGURA 2. Degradación del fipronil a fipronil-sulfuro, fipronil-desulfinilo y fipronil-sulfona por reacciones de oxidación, reducción, fotólisis, hidrólisis. Entre paréntesis se muestra el medio en que se espera que la reacción ocurra.

Fuente: Gunasekara *et al.* 2007.

En suelos, el principal metabolito es el fipronil-sulfuro (reducción), mientras que en agua es el fipronil-desulfínilo (fotólisis). La toxicidad de los productos de degradación para muchos macroinvertebrados es mayor que la del propio fipronil. Por ejemplo, el fipronil-sulfona es 3,3 veces más tóxico para el pez de agallas azules y 6,6 veces más tóxico para invertebrados acuáticos (US EPA 1996). Además, dichos subproductos tienen un coeficiente de adsorción al carbono orgánico (Koc) mayor que la del propio fipronil, por lo que se tienden a acumular en el sedimento a concentraciones superiores que el propio fipronil, e incluso cuando el fipronil ya es indetectable (USGS, 2003).

En general, la persistencia del fipronil en el medio ambiente es baja (<16 días) a moderada (16 a 59 días) y depende mucho de qué procesos degradativos predominen. En suelos persiste más que en agua, si bien eso depende de las condiciones físico-químicas de ambos. Por ejemplo, en agua expuesta a radiación solar se degrada en cuestión de horas, mientras que en ausencia de luz puede persistir varios meses (Tingle *et al.* 2003). En sedimentos acuáticos y condiciones anaerobias, la vida media es de 116 días (US EPA 1999). La clasificación con base en su persistencia en suelo es alta de acuerdo con el Soil Survey and Land Research Centre (SSLRC) del Reino Unido y oscila entre 18 y 117 días a 10° C y entre 61 y 246 días a 22°C (ACP, 1999). Su adsorción al suelo también es baja (Koc < 1.000) a moderada (Koc = 1.000–10.000), según el tipo de suelo y la cantidad de materia orgánica. Aunque es poco soluble en agua (≈ 2 mg/L), se ha detectado en aguas residuales municipales a concentraciones de entre 39 y 110 ng/L (=0,039-0,110 ppb), sin que el tratamiento por la planta

recicladora sea capaz de reducir apenas las concentraciones en agua (Weston y Lidy 2014). De igual manera, tanto el fipronil como los productos de degradación, fipronil-sulfona y fipronil-desulfínilo se han detectado en arroyos urbanos a concentraciones medias de 21,2, 10,2 ng/L y 5,1 ng/L, respectivamente (Weston y Lidy 2014). En cuanto al uso de fipronil en plantaciones de arroz, se ha visto que contamina el agua de drenajes con concentraciones muy superiores a las urbanas, con valores entre 0,8 y 5,2 ppb de la molécula intacta; aparte, fue posible detectar los 3 productos de degradación mencionados tanto en el sedimento como en el agua (USGS 2003). Estos niveles son superiores a los establecidos por la EPA como concentraciones crónicas seguras (0,01 ppb = 10 ng/L) para la vida acuática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para valorar los impactos del fipronil en vertebrados e invertebrados, se hizo una revisión de la literatura usando Google Scholar y los términos vertebrados, mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces. Se seleccionó principalmente artículos científicos de revisión e hizo un seguimiento de las publicaciones referenciadas. Para efectos de exposiciones agudas, se registraron la Concentración Efectiva 50 (CE₅₀) o Concentración Letal 50 (CL₅₀). Para exposiciones crónicas, se registraron los efectos subletales, que pueden impactar las poblaciones a través de cambios de comportamiento, menor supervivencia, reproducción, o crecimiento y desarrollo. De acuerdo con los requerimientos de la Agencia de Protección Medioambiental americana (EPA) para el proceso de aprobación de registros, se seleccionó

dos especies de aves (*Colinus virginianus* y *Anas platyrhynchos*) y dos especies de peces (*Oncorhynchus mykiss* y *Oreochromis niloticus*) para determinar los riesgos para cada clase de vertebrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Toxicidad para mamíferos y aves

La US EPA desarrolló una clasificación de toxicidad aguda basándose en la DL_{50} y la CL_{50} (US EPA 2004 y 2012). El fipronil es considerado como moderadamente tóxico para mamíferos con base en su toxicidad aguda (tabla 1) (Jackson *et al.* 2009). Los estudios que han investigado la toxicidad oral del fipronil en animales de laboratorio son parte de los estudios necesarios para determinar el riesgo de presentarse efectos tóxicos en humanos, si bien debido al “escándalo de los huevos” que hubo en Europa en 2017, se hicieron evaluaciones de riesgos específicas para humanos, como se describe posteriormente. La sensibilidad de los insectos y otros artrópodos al fipronil es de 700 a 1.300 veces mayor que en ratas. Esto parece ser debido a una mayor selectividad por los receptores del GABA de los insectos y a que los vertebrados no tienen canales de cloro acoplados al receptor de glutamato del GABA (Zhao *et al.* 2004). A pesar de su toxicidad aguda moderada en mamíferos, se presentan efectos subletales a dosis mucho más bajas que las DL_{50} y que pueden afectar la reproducción, crecimiento y desarrollo, o el comportamiento, y así poner en peligro la supervivencia de la especie. Por ejemplo, la DL_{50} en ratas es de 97 mg/Kg (tabla 1), mientras que la Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL) para la reproducción (por ejemplo, menor tamaño de la camada, menor peso de las

crías, menor supervivencia de la camada, menor índice de fertilidad, etc.) es de 26 mg/kg/día (US EPA 2000). En esos estudios, el nivel que no produce efectos adversos (NOAEL, del inglés no-observed-adverse-effect-level) para las crías fue de 2,5 mg/Kg/día. A dicha concentración, que no produjo efectos en la progenie, las madres desarrollaban mayor peso de la glándula tiroides e hígado con alteraciones histológicas. Igualmente, el metabolito del fipronil, fipronil–desulfínilo es más tóxico que el propio fipronil, con una DL_{50} en ratas de 16 mg/kg p.v. En perros Beagle, estudios de toxicidad crónica (52 semanas) establecieron que la NOAEL para efectos neurológicos (depresión, letargo y/o muerte) y gastrointestinales (pérdida de peso, inapetencia) era de 0,5 mg/Kg/día (Holmes *et al.* 1991). Puesto que el fipronil se emplea tópicamente en animales de compañía y de consumo, y su absorción sistémica es menor del 1% en 24 horas (Cheng 1995), es prácticamente imposible que se alcancen dosis tóxicas, por lo que se les considera como productos seguros. De hecho, la mayor parte de la dosis aplicada tópicamente se secuestra en las glándulas sebáceas y estrato córneo y es lentamente liberado sin llegar a penetrar hasta las capas hipodérmicas (Birckel *et al.* 1996). En humanos, los pocos estudios que han reportado signos de toxicidad por exposiciones inadvertidas muestran que el fipronil puede causar efectos leves y temporales predominando dolor de cabeza, mareo y parestesias (Lee *et al.* 2010). Con base en los estudios en ratas, las dosis aceptables en humanos (acute population-adjusted dose–aPAD) son de 0,025 mg/kg/día, mientras que la dosis crónica (cPAD) es de 0,0002 mg/kg/día. En aves, la toxicidad aguda es muy variable, siendo poco tóxico para patos,

palomas y gorriones, y altamente tóxico para codornices y faisanes (tabla 1). Esa gran variabilidad entre especies, de hasta 2 órdenes de magnitud, hace muy difícil poder predecir la toxicidad en especies salvajes no estudiadas y con alto riesgo de ser expuestas.

Organismos acuáticos

El fipronil es extremadamente tóxico (<100 ppb) para numerosas especies acuáticas. En la tabla 2, se muestra la toxicidad aguda del fipronil y sus productos de degradación para organismos no diana, observándose que los metabolitos son tan e incluso más tóxicos que la molécula integra del fipronil. Por ejemplo, los productos de degradación tienen una toxicidad similar para algunas especies como el cangrejo de río, pero son hasta 3 veces más tóxicas para otras como el pez de agallas azules y la trucha arcoíris, y de casi dos órdenes de magnitud más tóxica para la pulga de agua. El estudio de Weston y Lydy (2014) determinó la toxicidad del fipronil y sus derivados en

14 especies de invertebrados acuáticos. En dicho estudio, midieron valores de CE_{50} , que aparte de ser más bajas que las CL_{50} , son más representativas de lo que puede ocurrir a concentraciones subletales que afecten la supervivencia de las especies. Los parámetros usados para calcular la CE_{50} fueron de alteraciones del comportamiento: incapacidad de nadar, arrastrarse, fijarse a superficies, movimientos anormales. Se asume que la supervivencia del individuo está comprometida si no es capaz de tener movimientos normales. Como era de esperar, las CE_{50} para especies de invertebrados eran mucho más bajas que las CL_{50} . Por ejemplo, para la especie más sensible, el quíromido *Chironomus dilutus*, los valores de CL_{50} para el fipronil eran de > 0,081 ppb, mientras que la CE_{50} era de 0,030 ppb para el fipronil, de 0,007 ppb para el fipronil-sulfona, y 0,009 ppb para el fipronil-sulfuro. En dicho estudio, la especie menos sensible resultó ser el anfípodo crustáceo *Hyalella azteca*, con valores de CE_{50} y CL_{50} de 0,729 y 1,593

TABLA 1. Toxicidad aguda del fipronil para mamíferos y aves

Especie	DL_{50} (mg/Kg)	Clasificación de toxicidad aguda
Rata	97	Moderadamente tóxico
Ratón	95	Moderadamente tóxico
Conejo	354	Moderadamente tóxico
Codorniz (<i>Colinus virginianus</i>)	11,3	Altamente tóxico
Faisán (<i>Phasianus colchicus</i>)	31,0	Altamente tóxico
Perdiz roja (<i>Alectoris rufa</i>)	34,0	
Anade real (<i>Anas platyrhynchos</i>)	> 2.150	Prácticamente no tóxico
Gorrión común (<i>Spizella pusilla</i>)	1.120	Ligeramente tóxico
Paloma (<i>Columba livia</i>)	> 2.000	Prácticamente no tóxico

Fuente: Gunasekara *et al.* 2007.

ppb, respectivamente. En otro estudio en el que compararon las LC_{50} y CE_{50} para los camarones, la diferencia fue dos órdenes de magnitud menor: 0,14 ppb (96-hr CL_{50}) versus 0,005 ppb (CE_{50}) (US EPA 1996). Es importante resaltar que estos valores de toxicidad aguda están dentro de un orden de magnitud para concentraciones de fipronil que se han detectado en aguas residuales municipales y arroyos urbanos (Weston y Lidy 2014), y cuencas de drenaje de cultivos de arroz (Mize *et al.* 2008). La concentración media que se obtuvo en 19 cursos de agua cercanos a las plantaciones de arroz fue de 0,230 ppb, con valores máximos de 6,41 ppb (Mize *et al.* 2008). Las concentraciones que se detectaron para los subproductos del fipronil, fipronil-sulfona y fipronil-sulfuro, fueron de diez veces menores que el fipronil; por su parte, el fipronil-desulfinito se detectó a concentraciones 30 veces menores que el fipronil. También se observó que la abundancia total de macroinvertebrados, que abarcaba 7 órdenes taxonómicos,

disminuía a medida que la concentración de fipronil era mayor (figura 3a). Otro hallazgo importante fue que disminuía la riqueza del número total de grupos taxonómicos, es decir, la diversidad de especies; en particular se afectaban más los de las subfamilias Chironominae y Orthocladinae (figura 3b). A su vez, los géneros más afectados de cada subfamilia eran el *Rheotanytarsus* y *Caenis* (Chironomidos) y el *Corynoneura* y *Cricotopus* (Orthocladinos). Estudios de laboratorio con el camarón marrón de aguas costeras, *Farfantepenaeus aztecus*, mostraron una 96-hr CL_{50} de 1,3 ppb (Al-badran *et al.* 2018). Sin embargo, a concentraciones desde 0,1 ppb a 10 ppb, se reducía progresivamente la supervivencia hasta el punto de que todos los individuos morían tras 28 días de exposición (figura 4). El tiempo medio letal requerido para que el 50% de los animales muriese fue de 6,6 días a la concentración menor testada de 0,1 ppb. Una observación importante de dicho estudio fue describir los cambios de

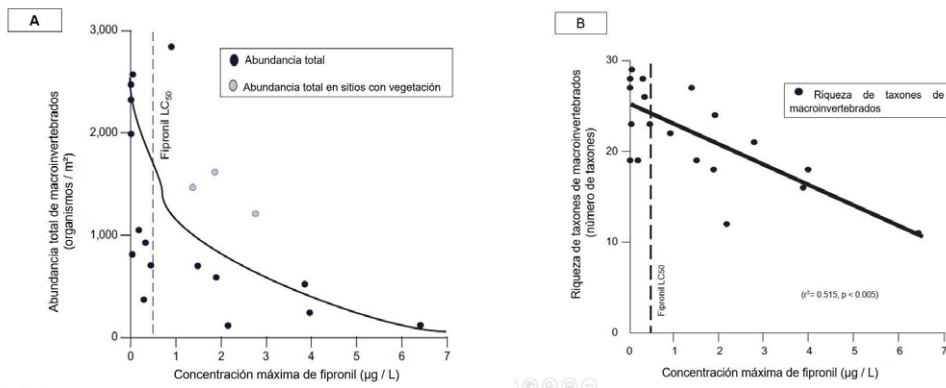


FIGURA 3. (a) Relación entre la abundancia total de macroinvertebrados y las concentraciones máximas de fipronil detectadas en curvos fluviales del Suroeste de Luisiana que recogen aguas de plantaciones de arroz tratadas con fipronil. (b) Relación entre la diversidad de macroinvertebrados y las concentraciones máximas de fipronil detectadas en agua.

Fuente: Mize *et al.* 2008.

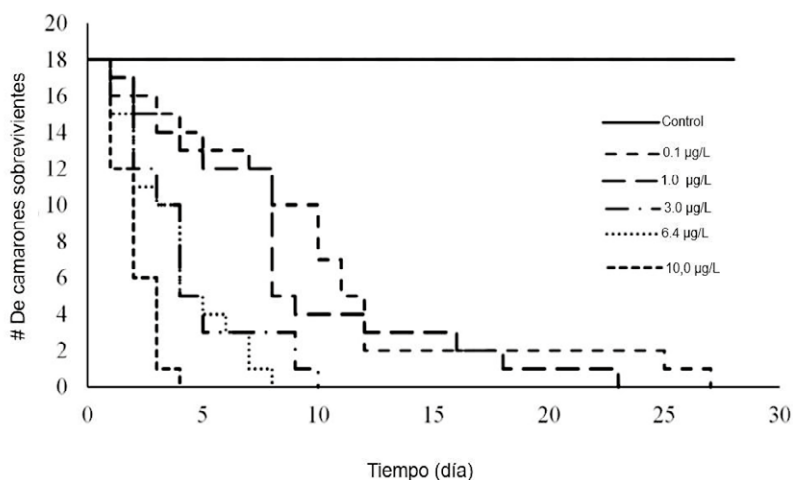


FIGURA 4. Curva de supervivencia de Kaplan-Meier del camarón marrón a distintas concentraciones de fipronil durante 29 días de exposición. Todos los tratamientos fueron significativamente distintos del control de acuerdo con la prueba no paramétrica de Log-Rank.

Fuente: Al-badran *et al.* 2018.

comportamiento y color que se producían y precedían a la muerte, ya que si solo se hubiesen limitado a reportar la 96-hr CL_{50} , el estudio hubiese omitido los efectos a las concentraciones más bajas. Por tanto, es de esperar que la contaminación de cursos acuáticos por fipronil ponga en riesgo la supervivencia de muchas especies en distintos taxones y así altere toda la estructura de la comunidad de macroinvertebrados. Por otra parte, usar la CL_{50} para hacer valoración de riesgos claramente va a infravalorar el riesgo que implican concentraciones típicas halladas en el medio ambiente, así como los efectos que podrían producirse por exposiciones más largas a las que se suele usar para calcular la CL_{50} .

Los estudios anteriores sobre la toxicidad del fipronil a dosis muy bajas para controlar plagas indican que este puede tener un impacto importante en especies

no destino, bien por efectos directos de toxicidad o indirectos matando sus fuentes de alimentación. A continuación, se describe la importancia ecológica de algunas de las especies no destino. Los quironómidos se consideran como especies indicadoras de contaminación en medios fluviales (Zhang *et al.* 2020); constituyen una familia con más de 7.000 especies descritas. Sus larvas y pupas sirven de alimento a peces, anfibios y otros animales acuáticos. Los adultos también son comidos por peces y aves insectívoras como las golondrinas. Por su parte, los anfípodos crustáceos como la *Hyaella azteca* son la base de la dieta de numerosas aves acuáticas. Como viven en sedimentos, se han empleado en numerosos estudios de toxicidad acuática. Los camarones, aparte de ser buenos centinelas de calidad del agua, también constituyen una fuente de alimento para muchos organismos marinos. En el orden

Mysidacea existen 160 géneros, con más de 1.000 especies distintas. Tradicionalmente se han usado dos de ellas para estudios de toxicidad de pesticidas, *Americamysis bahía* y *Americamysis almyra*, que viven en estuarios y constituyen parte importante de la cadena alimenticia por ser el alimento de muchos peces. Otra especie crustácea que es importante del punto de vista comercial es el camarón marrón (*Farfantepenaeus aztecus*), que aparte constituye la dieta de otros numerosos organismos acuáticos. En 2016 se estimó que el valor comercial tan solo en Estados Unidos era de 166.542 millones de dólares (National Marine Fisheries Service 2017). Los estadios juveniles viven en estuarios, lo que les hace potencialmente susceptibles a pesticidas que llegan de usos agrícolas. Por último, los cangrejos de río también son altamente sensibles a la acción del fipronil, y tan solo en Estados Unidos existen más de 300 especies. La especie más corriente es el *Procambarus clarkii*, que tiene gran importancia económica, ya que se crían para consumo en Estados Unidos y otros países, y aparte se venden comercialmente como cebo para pescados. Aunque su potencial colonizador constituye una amenaza grave para las especies autóctonas en países como España (Boletín Oficial del Estado 2013), también es una presa favorita de muchas aves, incluidas la garza real, garcilla bueyera, ciconidos, y láridos. El uso de semillas de arroz tratadas con fipronil ha producido múltiples incidentes de mortalidad masiva del cangrejo de río en Estados Unidos (US EPA 2007). En 8 de 16 lagunas de monitoreo se midieron concentraciones de fipronil medias de 1,67 ppb, llegando a 3,2 ppb en algunas de ellas. Ello hizo que se prohibiese el fipronil para uso en

semillas de arroz en Estados Unidos. En el memorándum de la EPA para la revisión de los registros del fipronil de 2020, la compañía química BASF Corporation expresó que no iba a comercializar más el fipronil para uso en cultivos de arroz en los Estados Unidos (US EPA 2020). Sin embargo, expresó su intención de continuarlo en otros países.

Invertebrados terrestres

El fipronil es extremadamente tóxico para las abejas y causa mortandades masivas en todo el mundo (Holder *et al.* 2018; Zaluski *et al.* 2015). El estudio de Holder *et al.* (2018) ha demostrado que es el fipronil, y no el neonicotinoide imidacloprid, el que causó mortandades masivas en apiarios de Francia entre 1994 y 1998. Ambos pesticidas se empezaron a usar simultáneamente para cultivos de girasol. Los investigadores cuantificaron la toxicidad de ambos pesticidas y usaron bioensayos para determinar la posibilidad de bioacumularse en abejas. La información la incorporaron a simulaciones de ordenador de una colonia de abejas para predecir qué ocurriría a concentraciones típicas que se alcanzan en el medio ambiente. Los hallazgos mostraron que las abejas eliminan rápidamente el imidacloprid, pero acumulan en fipronil y en pocos días se alcanzan concentraciones letales. Las simulaciones predijeron que durante la primera semana de exposición habría entre 4.000 y 9.000 más muertes que en ausencia del fipronil, y que eso produciría el colapso total de una colonia. Cabe decir que las abejas representan la mitad de los animales que polinizan las plantas tropicales, por lo que poseen una gran importancia económica y ecológica en los agrosistemas.

TABLA 2. Toxicidad del fipronil y sus derivados en organismos acuáticos

Organismo	Hábitat (agua)	Prueba	Concentración de metabolitos (µg/L, ppb)			
			Fipronil	Fipronil-desulfínilo	Fipronil-sulfona	Fipronil-sulfuro
Pez de agallas azules (<i>Lepomis macrochirus</i>)	Dulce	96-hr CL ₅₀	83	20	25	-
Trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Dulce	96-hr CL ₅₀	246	31	39	-
Tilapia (<i>Oreochromis nilotipus</i>)	Dulce	48-hr CL ₅₀	86	-	-	-
		96-hr CL ₅₀	42	-	-	-
Pulga de agua (<i>Daphnia magna</i>)	Dulce	48-hr CL ₅₀	190	-	-	-
		21-day CE ₅₀	-	230	29,0 4,5	- 27
Cangrejo de río (<i>Procambarus clarkii</i>)	Dulce	96-hr CL ₅₀	14-19	15	11	6,8
		96-hr CL ₅₀				
Quiromomidos (<i>Chironomus dilutus</i>) Efímera o mayfly (<i>Fallicon quilleni</i>) Anfípodo crustáceo (<i>Hyalella azteca</i>) Ostras (<i>Crassostrea gigas</i>) Camarón (<i>Americamysis bahia</i>)	Dulce	96-hr CE ₅₀	> 0,08	-	> 0,100	> 0,07
		96-hr CE ₅₀	0,030	-	0,007	0,009-0,0105
		48-hr CL ₅₀	> 0,187	-	> 0,196	> 0,103
		48-hr CE ₅₀	0,071	-	0,071	0,034
Camarón (<i>Americamysis bahia</i>)	Dulce Marino Estuario	96-hr CL ₅₀	1,593	-	0,155-0,271	0,375-0,540
		96-hr CE ₅₀	0,729	-	0,426-0,748	1,356-1,398
		96-hr CL ₅₀	770	-	-	-
		96-hr CE ₅₀	0,140	1,5	0,56	-
Camarón marrón del norte (<i>Farfantepenaeus aztecus</i>)	Estuario/Marino	96-hr CL ₅₀	1,3			
		96-hr CE ₅₀	< 0,1			

CE₅₀: concentraciones efectivas que alteran la movilidad, reproducción, crecimiento o desarrollo de los organismos.
Fuente: US EPA 2017.

El fipronil es un tipo de insecticida que ha mostrado no ser selectivo para tratar plagas, ya que a su vez afecta numerosas especies terrestres que son beneficiosas e incluso depredadoras de la especie destino. A continuación, se describen varios ejemplos. El chinche *Orius insidiosus* es depredador de muchos otros insectos y ácaros que resultan ser plagas de numerosos cultivos agrícolas como son: *Frankliniella occidentalis* (plaga de frutales y hortalizas), *Helicoverpa zea* (plaga del maíz y algodón), *Macrosiphum euphorbiae* (plaga de patatas), *Panonychus ulmi* (plaga de frutales y ornamentales), *Tetranychus urticae* (hortalizas y ornamentales) (figura 5) (Elzen 2001).

Otro insecto considerado beneficioso y muy susceptible al fipronil es el *Geocoris punctipes* (Elzen 2001), valioso frente al gusano rosado del algodón (*Pectinophora gossypiella*), la oruga de la col (*Trichoplusia ni*),

mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes floccosus*), mosquita blanca del repollo (*Aleyrodes proletella*), entre otros. Se calcula que las ninfas de *G. punctipes* pueden comer hasta 1.600 ácaros durante su desarrollo, mientras que los adultos comen hasta 80 ácaros por día. El estudio de Elzen (2001) demostró que el fipronil no solo causaba mortalidad sobre *Orius insidiosus* y *G. punctipes*, sino que, de 10 insecticidas distintos, era el que más afectaba la fecundidad y capacidad de alimentarse de huevos de *Helicoverpa zea*. Hay que resaltar que muchos de los insectos que dañan los cultivos son polívoros, es decir, se pueden alimentar de muchas plantas diferentes durante el periodo larval. Así, por ejemplo, la oruga de *Helicoverpa zea* se conoce como gusano del algodón cuando ataca al algodón, y como gusano elotero cuando consume maíz.

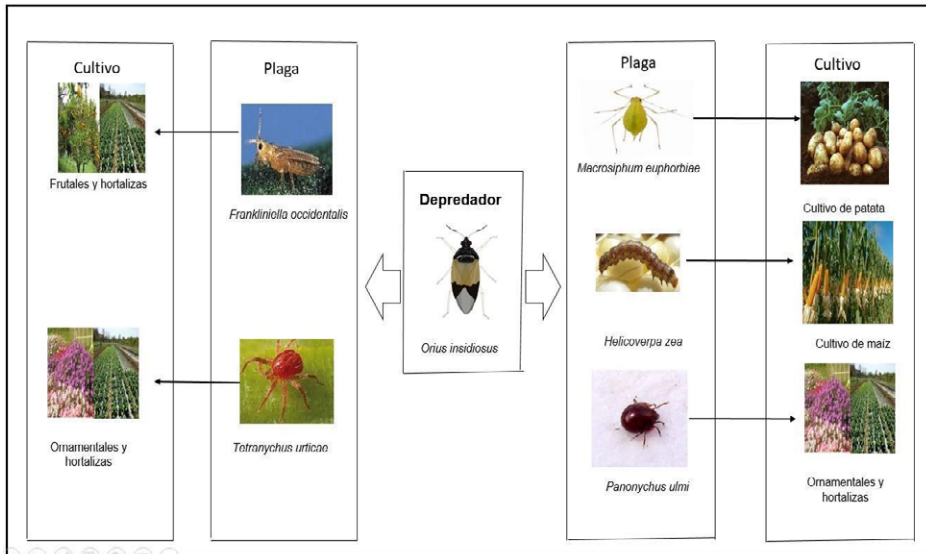


FIGURA 5. Ejemplo del insecto beneficioso *Orius insidiosus*, que es depredador de otros insectos que resultan ser plagas en cultivos agrícolas. Es una especie que se comercializa en programas de control biológico.

Fuente: Elzen 2001.

Otro ejemplo de impacto colateral del fipronil para tratar la langosta (saltamontes) del desierto (*Schistocerca gregaria*) es el efecto que tiene sobre los órdenes Coleópteros (comúnmente conocidos como escarabajos) e Himenópteros (Balanca and Visscher, 1997). Entre los Coleópteros, la familia más afectada fue la de los Carabidae, que incluye entre 30.000 y 37.000 especies en todo el mundo y que tanto los adultos como las larvas suelen ser depredadores, cazando principalmente insectos, lombrices y caracoles. Aparte son un importante eslabón en las cadenas tróficas, ya que a su vez son depredados por rapaces, sapos, topes, etc. La segunda familia más afectada de los Coleópteros fueron los tenebriónidos, que reúnen hasta 20.000 especies descritas. Los tenebriónidos son principalmente detritívoros y viven en el suelo en hábitats esteparios y desérticos. Son un eslabón clave en la cadena trófica de dichos ecosistemas, ya que son la base de la alimentación de numerosos reptiles y aves. El estudio de Balanca y Visscher (1997) mostró que, independientemente de la dosis aplicada de fipronil, se producía una mortalidad de más del 90% de Carábidos y Tenebriónidos en dos días, y que perduraba al menos 4 semanas (dosis alta) y 2 semanas (dosis baja). En otras reflexiones del estudio, resulta muy probable que la capacidad de recuperación de las especies no destino sea inferior a la plaga que se trata de controlar, con lo cual tratamientos repetidos podrían llevar a la desaparición completa de especies no destino. En otro estudio que valoró el impacto del fipronil sobre la langosta *Schistocerca gregaria* se observó que este hacía desaparecer las poblaciones de termitas *Coarctotermes clepsidra*, y consecuentemente se producía un descenso de dos poblaciones de lagartos que se alimentan de termitas: *Chalarodon*

madagascariensis (52,7%) y *Mabuya elegans* (45,2%) (Peveling *et al.* 2003). Este es de los pocos estudios que demuestra el impacto a nivel de población de un insecticida, donde el efecto viene dado indirectamente por afectar la cadena trófica.

Situación en Colombia

En Colombia, el fipronil se usa desde 1993 y actualmente está en el mercado en unos 60 productos agrícolas que, según sus registros ante el ICA, pueden ser utilizados en más de 40 cultivos. Según el ICA, entre 2019 y 2020 unas 64.000 colmenas murieron por pesticidas (16.000 colmenas/año), y cada una de ellas albergaba alrededor de 50.000 abejas (ICA, 2021). Las pruebas de laboratorio realizadas en 42 de estos enjambres mostraron que 33 (73%) tenían rastros de fipronil, seguidos por clorpirifos en 19 casos (42%). A comienzos de marzo de 2021, y ante la presión de apicultores, el ICA suspendió por 6 meses (hasta el 2 de septiembre de 2021) el registro de plaguicidas con ingrediente activo fipronil que eran utilizados en cultivos de aguacate, cítricos, café y pasifloras (ICA 2021). Hay que resaltar que los tres primeros cultivos requieren del uso de polinizadores como las abejas para su fertilización y poder dar frutos. Esos 6 meses se consideraban un periodo de gracia para que los fabricantes agotasen sus existencias y en ese plazo pudiesen tramitar nuevos registros, excluyendo su uso en las cuatro plantaciones mencionadas. Si después de esos 6 meses no se retiraba el uso de su etiqueta para dichas plantaciones, el ICA procedería a cancelar dicho registro en todos sus usos. No obstante, la norma no impide su uso en otro tipo de plantaciones y además los agricultores podrían comprarlo y no se podría controlar si lo aplican a cualquier tipo de plantación. Si bien la mortandad

de abejas se ha concentrado en los alrededores de esas cuatro plantaciones, no se están teniendo en cuenta los efectos del fipronil sobre otros macroinvertebrados beneficiosos, tanto terrestres como acuáticos.

Una de las principales plagas que se tratan con fipronil en pasturas de kikuyu del alto trópico colombiano es el chinche de los pastos (*Collaria scenica*). La mayoría de los productos son suspensiones concentradas de fipronil al 20% que se aplican como emulsiones con equipos de aspersión; las hojas técnicas indican que el ganado no debe ingresar a los potreros hasta 14 días de su aplicación. Efectos colaterales que se podrían esperar del tratamiento de pasturas con fipronil son la desaparición de sus dos enemigos principales, el cucarrón depredador *Eriopsis connexa* y las arañas araneomorfas del género *Alpaida*. El ciclo de vida de *Eriopsis connexa* es mucho más largo que el de la *Collaria scenica*; los adultos viven 2-3 meses comparado con 3-4 semanas para *C. scenica* (Zazycki *et al.* 2015). Por su parte, la tasa de reproducción neta o tasa de reemplazo de *E. connexa* es de 16 nuevos individuos al cabo de una generación, mientras que la de *C. scenica* es de alrededor de 75 individuos por hembra (Zazycki *et al.* 2015). Por tanto, sería de esperar que, suponiendo que la eficacia del fipronil fuese del 100% para ambas especies, las *Collarias* se recuperarían más rápidamente que las poblaciones de *Eriopsis connexa*.

Valoración de efectos del fipronil sobre salud humana por consumo de productos animales con residuos

El fipronil es un insecticida cuyo uso en animales de consumo está prohibido en Europa y Estados Unidos, si bien en Colombia hay productos permitidos en animales de consumo (por ejemplo, Alliance® pour on). En 2017, se desató

un escándalo en Europa por la detección de huevos contaminados con fipronil, lo que llevó a retirar de la venta millones de huevos distribuidos en supermercados de una decena de países europeos. Además, se sacrificaron 300.000 gallinas y cerraron 180 granjas avícolas. Si bien no se excedieron concentraciones potencialmente tóxicas, el centro de la polémica radicó en la violación de las regulaciones europeas sobre el uso del fipronil. A continuación se resumen estudios de valoración de riesgo por consumo de huevos y carne de pollo que se realizaron en Europa por “el escándalo de los huevos”.

La Agencia Europea para la Seguridad de Alimentos (European Food Safety Authority, EFSA) publicó varios estudios sobre el riesgo que para la salud humana podía tener el consumo de huevos y carne de pollos con residuos de fipronil (FASFC 2017; ANSES 2017; German Federal Institute for Risk Assessment 2017, 2018a y 2018b). Para estimar el riesgo, se usaron los valores de ADI (Acceptable Daily Intake) y ARfD (Acute Reference Dose) (German Federal Institute for Risk Assessment 2017, 2018a y 2018b). La ADI sería la dosis ingerida diariamente por una persona durante toda su vida que no supone un riesgo para la salud humana. Por su parte, la ARfD sería la dosis ingerida en un periodo de 24 horas sin producir riesgo para la salud. Puesto que la exposición a fipronil fue temporal, se empleó la ARfD, y no la ADI, para la valoración de riesgos. Debido a que tanto la ADI como la ARfD derivan de usar factores de seguridad de 100 por debajo de las dosis NOAEL, que la ingesta de fipronil supere los valores de ambas variables no implicaría que se vayan a producir efectos indeseables en el consumidor, “si bien no se podrían descartar”. No obstante,

y como se verá a continuación, aunque las concentraciones que se detectaron en huevos y carne no superaron los valores de la ARfD, por ley huevos y carne que contengan concentraciones superiores al Maximum Risk Level (MRL o concentración máxima permisible), que para el fipronil está en 0,005 mg/Kg/huevo y carne, no se pueden comercializar. Dicho valor sería la suma de fipronil y su metabolito sulfona. Es importante resaltar que el MRL no implica un límite toxicológico, ya que se basa en el límite de detección para el fipronil en productos de consumo donde no está tolerado su uso.

La dosis ingerida aceptable (ADI) se calculó en 0,0002 mg/Kg p.v. con base en estudios en ratas donde la NOAEL en exposiciones crónicas era de 0,02 mg/kg p.v./día (FASFC, 2017). El factor de seguridad para llegar a la ADI era de 100 (10x para estudios en animales y 10x para variabilidad de la población humana), tal que la AID era de $0,02 \times 100 = 0,0002$ mg/kg p.v./día. La ADI para un adulto (66,7Kg) corresponde a 0,013 mg por persona ($0,0002 \text{ mg/kg} \times 66,7 \text{ Kg} = 0,013$ mg por persona) y para un niño (8,7 kg) la ADI sería de 0,0017 mg de fipronil ($0,0002 \text{ mg/kg} \times 8,7 \text{ Kg} = 0,0017$ mg por niño). La ADI no se excedió en estudios de valoración de riesgos (German Federal Institute for Risk Assessment 2018a).

Por su parte, la ARfD se calculó con base en estudios de neurotoxicidad en ratas expuestas durante el desarrollo fetal con una NOAEL = 0,9 mg/Kg p.v./día. Al aplicarle un factor de seguridad de 100, se obtuvo una ARfD de 0,009 mg/Kg p.v. Para un adulto (66,7 Kg) la ARfD sería de 0,6 mg por persona ($0,009 \text{ mg/kg} \times 66,7 \text{ Kg} = 0,6$ mg por persona) y para un niño (8,7 Kg) sería de 0,078 mg de fipronil (FASFC 2017). Con base en dicho umbral de la ARfD, la

EFSA calculó la concentración máxima de fipronil en huevos y leche que no superaría dicho umbral, asumiendo un consumo medio o excesivo de dichos alimentos. Asumiendo el peor de los casos de consumo excesivo, se consideró que un adulto podría consumir 5 huevos al día (250 g huevos/día o 3,78 g de huevos/kg p.v.) y un niño podría consumir 2 huevos al día (100 g huevos o 12,4 g de huevos/kg p.v.). Por su parte, el consumo de carne se estimó en 783 g al día para un adulto y de 181 g para un niño. Por tanto, a una concentración por debajo de 2,38 mg/kg en huevos (5 huevos \times 50 g/huevo = 250 g; $2,38 \text{ mg} \times 250 \text{ g} / 1000 \text{ g} = 0,6$ mg por adulto) o de 0,77 mg/kg de carne de pollo no supondría cantidades que superen el umbral de la ARfD (FASFC 2017). Para niños, las concentraciones eran de 0,72 mg/Kg de huevos (2 huevos \times 50 g/huevo = 100 g; $0,72 \text{ mg} \times 100 \text{ g} / 1000 \text{ mg} = 0,072$ mg por niño) y 0,8 mg/kg de carne de pollo. Para alimentos procesados con huevos o carne de pollo, se estimó que el consumo podría estar en 500 g al día para un niño, por lo que concentraciones de 0,15 mg/kg no alcanzarían el umbral de la ARfD ($0,15 \text{ mg/kg} \text{ alimento} \times 0,5 \text{ kg} = 0,075$ mg de fipronil), que es más baja que la ARfD para un niño (8,7Kg) de 0,078 mg fipronil/día. Suponiendo que los huevos llevasen una concentración de 0,72 mg/kg (que son concentraciones alcanzadas en el escándalo de los huevos), un adulto debería ingerir 17 huevos al día para llegar a la ARfD (17 huevos \times 50 mg/huevo = 850 g; $850 \text{ g} \times 0,72 \text{ mg} / 1000 \text{ g} = 0,6$ mg por adulto), mientras que para un niño sería de 3 huevos. En los estudios que se hicieron en Europa durante la crisis de los huevos, solo 3 huevos de miles analizados mostraron concentraciones superiores a 0,72 mg/kg de fipronil, uno de ellos tenía 1,2 mg/kg.

En la tabla 3, se resume el consumo máximo tolerable para niños y adultos de productos alimenticios elaborados con huevos que tienen tres concentraciones distintas de fipronil: 1,2 mg/kg, 0,72 mg/kg, y 0,45 mg/kg. Las porciones teóricas (en Kg) que se podría consumir sin superar la ARfD (0,009 mg/kg p.v.) se muestran en las dos columnas últimas (German Federal Institute for Risk Assessment 2017a).

Un estudio similar en Francia que utilizó concentraciones de 0,23 mg/kg, más cercanas a las alcanzadas en la crisis de los huevos, mostró que el consumo de dichos productos alimenticios también debía ser muy alto para alcanzar la ARfD (tabla 4) (ANSES 2017). Por ejemplo, un niño de 10 Kg tendría que consumir cantidades por encima de 391 g para estar expuesto a una dosis superior a la ARfD.

TABLA 3. Consumo diario máximo tolerable para niños y adultos de distintos productos alimenticios con alta o moderada proporción de huevos basándose en una ARfD (*acute reference dose*) para el fipronil de 0,009 mg/kg de peso vivo

Alimento	Proporción típica y máxima de huevos en cada tipo de alimento	Niveles de fipronil en los huevos (ppm, mg/kg)	Consumo máximo tolerable al día en kg	
			Niños (1 año de edad, 10 Kg p.v.)	Adultos (65 Kg p.v.)
Alimentos horneados secos	Típica: Pasteles (14%)	1,20	0,54	3,40
		0,72	0,89	5,80
		0,45	1,40	9,30
	Máxima: Galletas (59%)	1,20	0,12	0,82
		0,72	0,21	1,40
		0,45	0,33	2,20
Huevos y pastas	Típica: pure de papas (16%)	1,20	0,46	3,00
		0,72	0,78	5,00
		0,45	1,20	8,00
	Máximo: pasta de huevos (29%)	1,20	0,25	1,60
		0,72	0,43	2,80
		0,45	0,66	4,40
Dulces, chocolates, helados	Típico: 8% (helados)	1,20	0,93	6,00
		0,72	1,50	10,00
		0,45	2,50	16,00
	Máximo: 25% (barras de chocolates con crema de leche)	1,20	0,30	1,90
		0,72	0,50	3,00
		0,45	0,80	5,20

Fuente: German Federal Institute for Risk Assessment 2017.

TABLA 4. Cantidad de alimento que se puede consumir sin alcanzar el valor de dosis de referencia aguda (ARfD) de 0,009 mg/Kg de peso corporal

Peso corporal en kg	Concentración máxima (mg/Kg de alimento*)	Cantidad de alimentos cuya ingesta no debe excederse por día, en gramos
10	0,23	391
20	0,23	783
30	0,23	1.174
40	0,23	1,565
50	0,23	1,957
60	0,23	2,348
70	0,23	2,739
80	0,23	3,130

*Alimentos que pueden contener huevos o productos derivados del huevo.

Fuente: French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety 2017.

CONCLUSIONES

El fipronil es uno de los insecticidas y acaricidas más usados en agricultura y animales domésticos a nivel mundial. Si bien la toxicidad selectiva se debe a su mayor potencia para unirse a los receptores GABA de los invertebrados comparada con el de los vertebrados (mamíferos y aves), en el medio ambiente dicha selectividad se pierde porque los productos de degradación tienden a ser igual o más tóxicos que la propia molécula del fipronil. Además, algunos de ellos son más persistentes en el medio ambiente que el propio fipronil.

Los análisis de aguas en muchos cursos fluviales han mostrado que, después de aplicaciones típicas en plantaciones, se alcanzan concentraciones superiores a las estipuladas por la EPA (0,01 ppb) como seguras para la vida acuática. Los peligros para especies no destino de invertebrados (terrestres y acuáticos), así como los efectos

indirectos sobre las cadenas alimenticias, han hecho que se prohíba o restrinja mucho su uso en numerosos países, incluidos todos los de la Unión Europea, China y Estados Unidos. Algunas de las especies muy susceptibles al fipronil tienen gran importancia económica y ecológica, incluyendo el cangrejo de río, el camarón marrón y las abejas. En particular, el impacto decimando apiaries de todo el mundo es un ejemplo de efectos indeseados del fipronil en agricultura. Otras especies, sobre las que apenas existen estudios, pero también se afectan por el fipronil, son las que juegan un papel esencial como depredadores biológicos de las mismas plagas que se intenta controlar. Considerando todos los impactos en especies no destino, la comercialización y el uso indiscriminado del fipronil en agricultura parece totalmente irresponsable. En Colombia, a partir de septiembre de 2021, y producto de la presión de los apicultores, el ICA ha prohibido su uso

en plantaciones de aguacate, café, cítricos y pasifloras. No obstante, mientras no se prohíba su uso en todas sus aplicaciones agrícolas, agricultores podrían comprarlo y no se podría controlar si lo aplican a cualquier tipo de plantación.

La conclusión de la valoración de riesgos realizada por varias autoridades europeas fue que la ingesta de fipronil a las concentraciones detectadas en huevos y carne no superaban ni la ADI, ni la ARfD para ningún grupo de consumidores, incluidos niños, por lo que no se esperaba que produjesen efectos adversos para la salud.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores manifiestan no tener conflicto de intereses en relación con el manejo de este documento.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Para llevar a cabo este proyecto de investigación no se recibieron fondos de ninguna entidad.

REFERENCIAS

- Al-Badran AA, Fujiwara M, Gatlin DM y Mora MA. 2018. Lethal and sub-lethal effects of the insecticide fipronil on juvenile brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus*. Scientific Reports. 8(1):10769. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29104-3>
- Ali A, Nayar JK y Gu WD. 1998. Toxicity of a phenyl pyrazole insecticide, fipronil, to mosquito and chironomid midge larvae in the laboratory. Journal of the American Mosquito Control Association. 14(2):216-218.
- Balança G y De Visscher M. 1997. Impacts on nontarget insects of a new insecticide compound used against the desert locust [*Schistocerca gregaria* (Forskål 1775)]. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 32(1):58-62. <https://doi.org/10.1007/s002449900155>
- Birckel P, Cochet P, Benard P y Weil A. 1998. Cutaneous distribution of 14C-fipronil in the dog and in the cat following a spot-on administration. Butterworth-Heinemann Ltd. Disponible en: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Cutaneous+distribution+of+14C-fipronil+in+the+dog+and+in+the+cat+following+a+spot-on+administration&author=Birckel%2C+P.&publication_year=1998
- Boletín Oficial del Estado. 2013. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. BOE-A-2013-8565. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2013/08/02/630>
- Cheng T. 1995. Dermal absorption of 14C-fipronil REGENT 80WDG in male rats (preliminary and definitive phases). In Unpublished report No. HWI 6224-210 from Hazleton Wisconsin, Inc. (Research Triangle Park, NC, USA, Submitted to WHO by Rhone-Poulenc, Inc.).
- Commission Implementing Regulation. 2013. (EU) No. 781/2013 amending Implementing Regulation (EU) No. 540/2011, as regards the conditions of approval of the active substance fipronil, and prohibiting the use and sale of seeds treated with plant protection products containing this active substance. Official Journal of the European Union. L 219:22-25.
- Elzen GW. 2001. Lethal and sublethal effects of insecticide residues on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). Journal of Economic Entomology. 94(1):55-59. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.1.55>
- Eshra ES, El-Shahaat M y Dewar Y. 2016. Molluscicidal Potential of Two Neonicotinoids and Fipronil Against Three Terrestrial Snail Species. International Journal of Zoological Investigations. 2:1-8.
- Federal Agency for the Safety of the Food Chain (FASFC). 2017. Risk assessment and risk management with regard to the presence of fipronil in eggs, egg products, poultry meat, and processed products. Nota del 23 de agosto de 2017.

- Flores F, Kaserzon S, Elisei G, Ricardo G y Negri AP. 2020. Toxicity thresholds of three insecticides and two fungicides to larvae of the coral *Acropora tenuis*. PeerJ, 8, e9615. <https://doi.org/10.7717/peerj.9615>
- French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety (ANSES). 2017. The maximum concentration of fipronil not to be exceeded in egg products and other processed products containing eggs, to ensure that consumer exposure remains below the acute toxicological reference value. ANSES scientific and technical support. Request No 2017-SA-0183.
- German Federal Institute for Risk Assessment (BfR). 2017a. Fipronil in foods containing eggs: Estimations of maximum tolerable daily consumption. No 019/2017 of August 2017. Disponible en: <https://www.bfr.bund.de/cm/349/fipronil-in-foods-containing-eggs-estimations-of-maximum-tolerable-daily-consumption.pdf>.
- German Federal Institute for Risk Assessment (BfR). 2017b. Health assessment of fipronil levels in chicken meat in Germany based on the first analysis results for pullets and laying hens from the few affected businesses in Germany. No. 020/2017 of August 2017. Disponible en: <https://mobil.bfr.bund.de/cm/349/health-assessment-of-fipronil-levels-in-chicken-meat-in-germany-based-on-the-first-analysis-results.pdf>
- German Federal Institute for Risk Assessment (BfR). 2018a. Updated assessment of the health risks posed by longer-term consumption of foods containing fipronil. No. 002/2018 of January 2018. Disponible en: <https://www.anses.fr/en/system/files/ERCA2017SA0183EN.pdf>
- German Federal Institute for Risk Assessment (BfR). 2018b. Updated assessment of the health risks posed by longer-term consumption of foods containing fipronil. No. 002/2018 of January 2018. Disponible en: <https://mobil.bfr.bund.de/cm/349/updated-assessment-of-the-health-risks-posed-by-longer-term-consumption-of-foods-containing-fipronil.pdf>
- Gunasekara AS, Truong T, Goh KS, Spurlock F y Tjeerdema RS. 2007. Environmental fate and toxicology of fipronil. *Journal of Pesticide Science*. 32(3):189-199. <https://doi.org/10.1584/jpestics.R07-02>
- Holder P, Jones A, Tyler C y Cresswell J. 2018. Fipronil pesticide as a suspect in historical mass mortalities of honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1804934115>
- Holmes P. 1991. M&B 46030: Toxicity study by oral (capsule) administration to Beagle dogs for 52 weeks. In Unpublished report No. 92/RHA31o/0842 from Life Science Research Ltd. (Research Triangle Park, NC, USA, Submitted to WHO by Rhone-Poulenc, Inc. 1991.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2021. Resolución N.º 092101 “Por medio de la cual se suspende temporalmente el registro de los productos formulados que contengan como ingrediente activo fipronil y que dentro de los usos aprobados estén los cultivos de aguacate, café, cítricos y/o pasifloras. 2 de marzo de 2021.
- Ismail BS, Nuraziah A, Nor-Aini D, Maimon A. 2004. Effect of repeated applications of fipronil on arthropod populations in experimental plot studies. *Pertanika Journal of Tropical Agriculture Science (Malaysia)*. 27(2):135-142. <http://agris.upm.edu.my:8080/dspace/handle/0/9706>
- Jackson D, Cornell CB, Luukinen B, Buhl K, Stone D. 2009. Fipronil Technical Fact Sheet [Internet]. National Pesticide Information Center. 2009 [citado 25 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://npic.orst.edu/factsheets/archive/fiptech.html>
- Kandil MA, Fouad EA, El Hefny DE y Abdel-Mobdy YE. 2020. Toxicity of Fipronil and Emamectin Benzoate and Their Mixtures Against Cotton Leafworm, *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) With Relation to GABA Content. *Journal of Economic Entomology*. 113(1):385-389. <https://doi.org/10.1093/jee/toz232>
- Lee SJ, Mulay P, Diebolt-Brown B, Lackovic MJ, Mehler LN, Beckman J, Waltz J, Prado JB, Mitchell YA, Higgins SA, Schwartz A y Calvert GM. 2010. Acute illnesses associated with exposure to fipronil—Surveillance data from 11 states in the United States, 2001-2007. *Clinical Toxicology (Philadelphia, Pa.)*, 48(7):737-744. <https://doi.org/10.3109/15563650.2010.507548>
- Mize SV, Porter SD y Demcheck DK. 2008. Influence of fipronil compounds and rice-cultivation

- land-use intensity on macroinvertebrate communities in streams of southwestern Louisiana, USA. *Environmental Pollution*. 152(2):491-503. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.03.021>
- NMFS. 2021. Fisheries N. Office of Science and Technology | NOAA Fisheries [Internet]. NOAA. 2021 [citado 26 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.fisheries.noaa.gov/about/office-science-and-technology>
- Peveling R, McWilliam AN, Nagel P, Rasolomanana H, Raholijaona Rakotomianina L, Ravoninjatovo A, Dewhurst CF, Gibson G, Rafanomezana S y Tingle CCD. 2003. Impact of locust control on harvester termites and endemic vertebrate predators in Madagascar. *Journal of Applied Ecology*. 40(4):729-741. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2003.00833.x>
- Scott JG y Wen Z. 1997. Toxicity of Fipronil to Susceptible and Resistant Strains of German Cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) and House Flies (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology*. 90(5):1152-1156. <https://doi.org/10.1093/jee/90.5.1152>
- Tingle CCD, Rother JA, Dewhurst CF, Lauer S y King WJ. 2003. Fipronil: Environmental fate, ecotoxicology, and human health concerns. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 176:1-66. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7283-5_1
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 1996. New Pesticide Fact Sheet—Fipronil; EPA 737-F-96-005; U.S. Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. 1996 Office of Pesticide Programs, U.S. Government Printing Office Washington, DC.; pp 1-10. Disponible en: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P1001KCY.TXT>
- US Environmental Protection Agency (USEPA). 1999. Memorandum: EFED's section 3 Registration Eligibility Decision Chapter for fipronil use on rice as a pre-plant broadcast treatment. Office of Prevention Pesticides and Toxic Substance, Washington DC. Disponible en: <https://archive.epa.gov/pesticides/chemicalsearch/chemical/foia/web/pdf/129121/129121-123.pdf>
- US Environmental Protection Agency (USEPA). Fipronil: Third Reevaluation—Report of the Hazard Identification Assessment Review Committee; HED Doc. No. 014400. Disponible en: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-129121_18-Apr-07_a.pdf
- US Environmental Protection Agency (USEPA). 2000. Health Effects Division, U.S. Government Printing Office 2000: Washington DC, pp. 1-24. Disponible en: <https://www.cdc.gov/nchs/data/hp2000/hp2k01.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 2004. Overview of the Ecological Risk Assessment Process in the Office of Pesticide Programs. Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances. Office of Pesticide Programs. Washington DC. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-11/documents/ecorisk-overview.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 2007. Updated Section 18, Ecological Risk Assessment for fipronil Use to Control Cabbage Maggot in Turnip and Rutabaga. 2007; Environmental Protection Agency, Washington, D.C. Disponible en: <https://archive.epa.gov/pesticides/chemicalsearch/chemical/foia/web/pdf/129121/129121-2007-04-18a.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 2016. Review of Toxicity Studies with fipronil Degradates (Fipronil Sulfone, Fipronil Sulfide, and Fipronil Desulfanyl). 2016; Office of Chemical Safety and Pollution Prevention. Washington, D. C. Disponible en: <https://www.regulations.gov/docket/EPA-HQ-OPP-2011-0448/document>
- US Environmental Protection Agency (USEPA). 2020. Fipronil: acute and chronic aggregate dietary exposure for the registration review of fipronil. Office of Chemical Safety and Pollution Prevention. Disponible en: <https://downloads.regulations.gov/EPA-HQ-OPP-2011-0448-0075/content.pdf>
- US Environmental Protection Agency (USEPA). United States Environmental Protection Agency. 2012 Ecological Risk Assessment. http://www.epa.gov/oppefed1/ecorisk_ders/toera_analysis_eco.htm. Accessed Nov 2021.
- US Geological Survey (USGS). 2003. Fipronil and Degradation Products in the Rice-Producing Areas of the Mermentau River Basin, Louisiana,

- February- September 2003; USGS Fact Sheet FS-010-0; U.S. Department of the Interior, US Geological Survey. Disponible en: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/fs01003> (accessed Nov 2021).
- Weston DP y Lydy MJ. 2014. Toxicity of the Insecticide Fipronil and Its Degradates to Benthic Macroinvertebrates of Urban Streams. *Environmental Science & Technology*. 48(2):1290-1297. <https://doi.org/10.1021/es4045874>
- Zaluski R, Kadri SM, Alonso DP, Martins Ribolla PE y De Oliveira Orsi, R. 2015. Fipronil promotes motor and behavioral changes in honey bees (*Apis mellifera*) and affects the development of colonies exposed to sublethal doses. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 34(5):1062-1069. <https://doi.org/10.1002/etc.2889>
- Zazycki LCF, Semedo RES, Silva A, Bisognin AZ, Bernardi O, García MS y Nava DE. 2015. Biology and fertility life table of *Eriopsis connexa*, *Harmonia axyridis* and *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae). *Brazilian Journal of Biology*. 75:969-973. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.03814>
- Zhang L, Yang J, Li H, You J, Chatterjee N y Zhang X. 2020. Development of the transcriptome for a sediment ecotoxicological model species, *Chironomus dilutus*. *Chemosphere*, 244:125541. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125541>
- Zhao X, Yeh JZ, Salgado VL y Narahashi T. 2004. Fipronil is a potent open-channel blocker of glutamate-activated chloride channels in cockroach neurons. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 310(1):192-201. <https://doi.org/10.1124/jpet.104.065516>

Forma de citación del artículo:

Gómez-Beltrán DA, Pérez Montes JE, Villar D. 2023. Impacto ecológico del insecticida fipronil: situación en Colombia. *Rev Med Vet Zoot*. 70(1):65-84. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n1.100631>

Fe de erratas: incorporación tabla 4. Cambio en el número de páginas del artículo

Fascioliasis, una zoonosis emergente en Perú y el mundo: factores asociados a la infección en niños de edad escolar

A. Valderrama-Pomé^{1*} 

Recibido: 30/4/2022. Aprobado: 24/5/2022

RESUMEN

El trematodo *Fasciola hepatica* genera la parasitosis zoonótica denominada fascioliasis, que aqueja especialmente a niños de edad escolar pertenecientes a poblaciones del sector rural donde se practica la agricultura. El objetivo de la revisión fue mostrar la realidad de la fascioliasis en Perú frente al resto del mundo y sus factores asociados. Se efectuó un estudio de carácter bibliométrico, descriptivo y transversal, recopilando publicaciones hasta 2021, como artículos originales, comunicaciones cortas y reporte de casos, utilizando como estrategia de pesquisa en internet la combinación de palabras clave y operadores booleanos empleados en las bases de datos de Scopus, Science Direct, Web of Knowledge, Proquest y Scielo, así como tesis de repositorios universitarios. Se encontró que los países con mayor prevalencia son Perú, Bolivia, Camboya y Venezuela. La prevalencia de fascioliasis en niños de edad escolar en Perú es superior a 15% y se incrementa con la altitud de las zonas endémicas. La prevalencia promedio en ovinos es hiperendémica y en bovinos y caprinos, mesoendémica. Además, edad y género son posibles factores asociados a fascioliasis, así como las características de su vivienda, ingestión de verduras y bebidas crudas, convivencia con animales domésticos, coinfección con parásitos intestinales, algunos signos clínicos y el estado nutricional. En conclusión, la fascioliasis es una parasitosis de distribución mundial que aún presenta problemas de diagnóstico, debido a que la sintomatología obedece a la fase que atraviesa la infección y a cuadros similares presentados por otras afecciones.

Palabras clave: fascioliasis, prevalencia, factores de riesgo, niño.

Fascioliasis, an emerging zoonosis in Peru and the world: factors associated with infection in school-age children

Abstract

The trematode *Fasciola hepatica* generates the zoonotic parasitosis known as fascioliasis, which especially afflicts school-age children from rural populations where agriculture is practiced. The objective of the review was to show the reality of fascioliasis in Peru compared to the rest of the world and its associated factors. A bibliometric, descriptive and cross-sectional study was carried out, compiling publications up to the year 2021;

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Jr. Los Lirios, Patibamba Baja s/n, Abancay, Perú.

* Correo electrónico: avalderrama@unamba.edu.pe

such as original articles, short communications and case reports, using the combination of keywords and Boolean operators used in the Scopus, Science Direct, Web of Knowledge, Proquest and Scielo databases as an internet research strategy, as well as thesis of university repositories. It was found that the countries with the highest prevalence are Peru, Bolivia, Cambodia and Venezuela. The prevalence of fascioliasis in school-age children in Peru is greater than 15% and increases with altitude in endemic areas. The average prevalence in sheep is hyperendemic and in cattle and goats mesoendemic. In addition, possible factors associated with fascioliasis are the age and gender of the children, as well as the characteristics of your home; ingestion of raw vegetables and drinks; coexistence with pets, coinfection with intestinal parasites, some clinical signs and nutritional status. In conclusion, fascioliasis is a worldwide distribution parasitosis that still presents diagnostic problems, because the symptoms are due to the phase that the infection goes through and similar conditions presented by other conditions.

Keywords: fascioliasis, prevalence, risk factors, child .

INTRODUCCIÓN

La fascioliasis perjudica a animales herbívoros, omnívoros y ocasionalmente al hombre (Marcos *et al.* 2004; Mas-Coma 2004). Esta parasitosis es producida por dos especies de trematodos digenéticos: *F. hepatica* (América, Europa, África, Asia y Oceanía) y *Fasciola gigantica* (África, Asia, Sur de Europa, Turquía, Cercano Oriente, Armenia y América del Norte). Se cree que *F. hepatica* es de origen europeo, donde se ha encontrado en poblaciones humanas prehistóricas del periodo mesolítico y neolítico hace 5.000-5.100 años (Ashrafi *et al.* 2014; Mas-Coma 2004), así como en el valle de Saale-Unstrut en Alemania tres mil años antes de Cristo. Se ha notificado desde 1950 en 51 países. Alrededor del mundo estarían infectadas 2,4 a 17 millones de personas (Mantari *et al.* 2012) y 91 millones se encontrarían con riesgo de infectarse, en incremento desde 1980, en especial en poblaciones pobres (Marcos *et al.* 2005a; Marcos *et al.* 2006). Se constituye como un problema de salud pública, además de una enfermedad tropical desatendida (López *et al.* 2012; Zumaquero *et al.* 2013); y se describen amplias zonas endémicas e hiperendémicas

con prevalencias por encima de 50% (Marcos *et al.* 2005a). Las más altas prevalencias se dan principalmente en valles andinos hasta 4.500 msnm y la propagación sucede sobre todo en localidades del sector rural donde se practica la agricultura.

Los escolares son los más afectados (Ashrafi *et al.* 2014; Martínez *et al.* 2006; Valencia *et al.* 2005). El compromiso del cuadro clínico depende de la cantidad de parásitos (López *et al.* 2012) y constituye un factor de morbilidad relacionado con el estado nutricional (León y Cabanillas 2014).

Las técnicas coprológicas y serológicas son las principales herramientas para el diagnóstico. El hallazgo de huevos en muestras fecales sigue siendo la estrategia más adecuada para el diagnóstico y la estimación de la intensidad, pero las técnicas inmunológicas son aplicables en todas las etapas de la enfermedad, principalmente en el periodo invasivo o agudo (Ashrafi *et al.* 2014).

Además, cabe destacar la ausencia de paralelismo entre la fascioliasis humana y animal en cuanto a prevalencias e intensidades. Este hecho es consecuencia de las diferencias de comportamiento, hábitos,

tradiciones y alimentación según las distintas regiones, características sociales y culturas del mundo. Entre los aspectos que subyacen a la mencionada heterogeneidad, destacan las capacidades de adaptación de los parásitos a diferentes pisos ecológicos, especies de ganado y animales domésticos involucrados y su manejo, características generales del comportamiento humano y fuentes de infección humana (Mas-Coma *et al.* 2018).

El objetivo de esta revisión literaria es mostrar por primera vez la realidad de la infección por *F. hepatica* en Perú frente al resto del mundo, considerando los riesgos de infección en niños de edad escolar. Para ello se efectuó un estudio de tipo bibliométrico, descriptivo y transversal, recopilando publicaciones hasta 2021 sobre estudios de fascioliasis en niños de edad escolar de Perú y el mundo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio de naturaleza bibliométrica, descriptivo y transversal, mediante la recopilación de publicaciones de los años 2000-2022, como artículos originales, comunicaciones cortas y reportes de casos, utilizando como estrategia de pesquisa en internet la combinación de palabras clave y operadores booleanos empleados en las bases de datos de Scopus, Science Direct, Web of Knowledge, Proquest y Scielo, así como tesis de repositorios universitarios de Perú. Las palabras clave fueron: *Fasciola hepatica*, fascioliasis, fasciolosis y fasciola, y se agregó continuamente la palabra niños, tanto en español como en inglés. Por otro lado, se tomó como criterio de selección las publicaciones con estudios de prevalencia o incidencia con base en diagnósticos serológicos o coprológicos por su mayor difusión.

Generalidades

Agente causal y ciclo de vida

La clasificación taxonómica de *F. hepatica* es la siguiente. Reino: Animalia; filo: Platyhelminthes; clase: Trematoda; subclase: Digenea; orden: Echinostomida; familia: Fasciolidae; género: *Fasciola*; especie: *F. hepatica* (Vignau *et al.* 2005).

Es un parásito plano de 20-40 mm de largo por 10-15 mm. Su ciclo de vida es heteroxénico por requerir huésped intermediario (Staff *et al.* 2003). Los adultos ponen tres mil huevos al día aproximadamente, siendo transportados por la bilis al intestino y expulsados, antes de embrionar, con las heces. El primer estadio juvenil (miracidio) se desarrolla en agua dulce donde emerge del huevo en 10-12 días a 20-26°C, pero en 60 días o más a 10°C. Al liberarse, en menos de 8 horas deberá asaltar a un huésped intermediario (caracol anfibio de la familia Lymnaeidae) (Mas-Coma *et al.* 1999). Los miracidios se introducen en el caracol en 30 minutos aproximadamente, mediante mecanismos enzimáticos y mecánicos, convirtiéndose en esporoquistes. Los caracoles, al ser infectados, quebrantan su fecundidad o son abatidos por la penetración a sus glándulas digestivas y las subsecuentes alteraciones metabólicas. Una vez adentro del molusco, la larva se desprende de los cilios, convirtiéndose en esporocisto, con reproducción asexual, produciendo varias docenas de redias en dos generaciones. Las cercarias miden 0,25-0,35 μm y tienen cola movable de 0,5 μm no bifurcada, de la cual se deshacen pocas horas después, produciendo una sustancia mucilagínosa con la que se adhieren a la vegetación acuática. Las cercarias libres nadan en agua dos horas aproximadamente, se fijan en la vegetación acuática y producen un

revestimiento protector o quiste en su contorno. Algunas consiguen enquistarse en el agua y subsisten con las burbujas. En este estado enquistado se le llama metacercaria y mide cerca de 0,2 mm de diámetro, tornándose infectante para el huésped definitivo a los dos días (Marcos *et al.* 2004; Mas-Coma 2004).

Los huéspedes definitivos se contagian al tragar metacercarias conjuntamente con plantas o agua. Al digerirse la envoltura del quiste en el intestino delgado del huésped el parásito se estimula, traspasa la pared intestinal, y recorre la cavidad peritoneal un par de días mientras invade el parénquima hepático. El gusano sigue su camino a través del hígado durante 6-7 semanas e irrumpe los canales biliares cuando mide 4-14 mm de largo. Luego de 56-90 días de la infección, los huevos aparecen en las heces (Carrada y Escamilla 2005).

Clasificación epidemiológica de la fascioliasis

En muchas áreas, la fascioliasis humana es verdaderamente endémica, variando de hipoendémica a hiperendémica. En áreas endémicas, las elevadas prevalencias en personas no parecen estar asociadas con elevadas prevalencias en animales domésticos (Mas-Coma 2006). Existen dos clasificaciones de acuerdo con la presentación de casos:

1. Autóctonos: Casos aislados no constantes. Las personas se infectan en la zona donde viven y donde la fascioliasis animal se desenvuelve; tales casos brotan ocasionalmente.
2. Importados: Casos diagnosticados en zonas donde el parásito no está presente, incluso en animales. Estos casos son infectados en otras áreas endémicas (Ashrafi *et al.* 2014; Marcos *et al.* 2007).

Se distinguen tres tipos de situaciones endémicas en humanos:

1. Hipoendemia: Prevalencias 1%, con intensidades aritméticas medias 50 huevos por gramo de heces (hpg), donde la cantidad de casos es esporádica.
2. Mesoendemia: Prevalencias entre 1-10%, con intensidades entre 50-300 hpg.
3. Hiperendemia: Prevalencias 10%, con intensidades 300 hpg (Ashrafi *et al.* 2014; Marcos *et al.* 2007; Mas-Coma 2004).

Fascioliasis animal en Perú

F. hepatica ha logrado difundirse en Perú debido a la importación de ganado europeo, mediante la adaptación a otras especies de mamíferos autóctonos como camélidos sudamericanos (Mas-Coma *et al.* 2013). La colonización de nuevas áreas se debe a las adaptaciones del parásito a una serie de caracoles limneidos. Existen mesoendemias e hiperendemias en zonas determinadas de todo el país (Esteban *et al.* 1998). Puede notarse que las zonas endémicas se hallan en regiones altoandinas (figura 1), de acuerdo con estudios experimentales que demostraron que los caracoles infectados subsisten más tiempo a mayor altitud, debido a que la etapa de expulsión de cercarias es mayor, al igual que el número de metacercarias producidas. Las poblaciones rurales más elevadas y apartadas de las urbes, con dificultoso acceso por carretera, pueden constituir un riesgo significativo de infección (González *et al.* 2011; Mas-Coma 2005); tal es así que en Perú, la prevalencia promedio de fascioliasis en bovinos, ovinos y caprinos, diagnosticada por evaluación post mórtem, es de 42,8, 57,9 y 20,2%, respectivamente (tabla 1), con un promedio general de 43,8%, considerado como mesoendémico

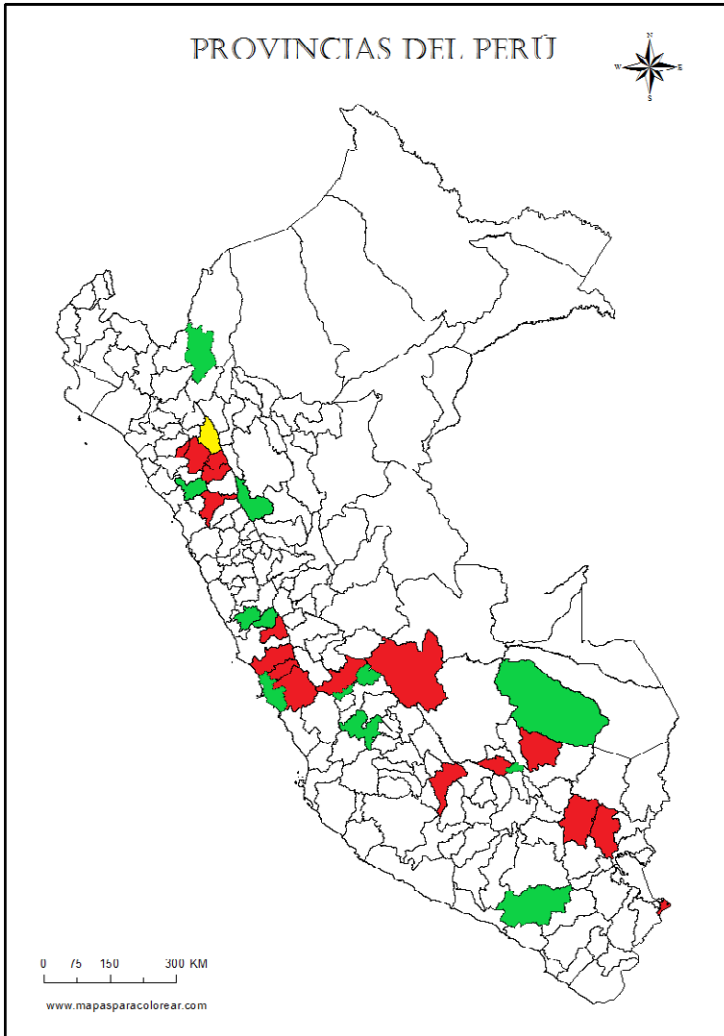


FIGURA 1. Clasificación endémica de fascioliasis en niños de edad escolar en las diferentes provincias de Perú, las cuales se sitúan a lo largo de la Cordillera de Los Andes. Las regiones de costa y selva no presentan reportes (excepto Lima y Amazonas, respectivamente). Hiperendemia (rojo); mesoendemia (verde); hipoendemia (amarillo).

por Valderrama (2016). Sin embargo, mediante la evaluación post mórtem, acorde con el Reglamento de Faenado de Animales de Abasto del Servicio Nacional de Sanidad Agraria de Perú, realizado en mataderos, se evidencia que la mayoría

de localidades donde se diagnosticó esta parasitosis presenta niveles hiperendémicos de infección, especialmente en Bongara (93,3%), Cusco (91,7%) y Tiabaya (90%) para bovinos y Yanque y Chivay (88,6%, respectivamente) para ovinos.

TABLA 1. Prevalencia de fascioliasis en rumiantes de Perú, diagnosticada por evaluación post mórtem, acorde con el Reglamento de Faenado de Animales de Abasto, según especie y nivel endémico

Especie	Localidad	Región	Prevalencia (%)	Autor
	Bongara ^α	Amazonas	93,3	Díaz-Quevedo <i>et al.</i> 2021
	Cusco ^α	Cusco	23-91,7	Valencia <i>et al.</i> 2005; Turpo 2006; Carrión <i>et al.</i> 2021
	Tiabaya ^α	Arequipa	90	Flores 2014
	Chachapoyas ^α	Amazonas	89,7	Díaz-Quevedo <i>et al.</i> 2021
	Luda ^α	Amazonas	87,5	Díaz-Quevedo <i>et al.</i> 2021
	Chincheros ^α	Arequipa	85,7	Carrión <i>et al.</i> 2021
	Apurímac ^α	Apurímac	42-84,4	Manrique y Cuadro 2002; Espinoza <i>et al.</i> 2010
	Calca ^α	Cusco	84,1	Flores 2014
	Andahuaylas ^α	Apurímac	42,9-82,3	Valderrama 2016; Merino y Valderrama 2017; Carrión <i>et al.</i> 2021
	Antabamba ^α	Apurímac	29,2-81,6	Merino y Valderrama 2017; Carrión <i>et al.</i> 2021
	Cajamarca ^α	Cajamarca	32,9-80	Ortiz 2011; Torrel <i>et al.</i> 2014; Ramos <i>et al.</i> 2020
	Grau ^α	Apurímac	80	Carrión <i>et al.</i> 2021
	Abancay ^α	Apurímac	78,1-79,5	Valderrama 2016; Carrión <i>et al.</i> 2021
	Aymaraes ^α	Apurímac	78	Carrión <i>et al.</i> 2021
	Huanta ^α	Ayacucho	71,3	Córdoba <i>et al.</i> 1985
Bovina	Cotabambas ^α	Apurímac	71	Bárcena 1994
	Huancavelica ^α	Huancavelica	23-68	Valencia <i>et al.</i> 2005
	Huancabamba ^α	Piura	67,3	Díaz 2018
	Puerto Maldonado ^α	Madre de Dios	64,3	Carrión <i>et al.</i> 2021
	Huancayo ^α	Junín	55,7	Arias <i>et al.</i> 2020
	Anta ^α	Cusco	55,4	Caravedo <i>et al.</i> 2021
	Tintay ^β	Apurímac	50	Merino y Valderrama 2017
	Vilcashuamán ^β	Ayacucho	47,6	Ticona <i>et al.</i> 2010
	Sañayca ^β	Apurímac	43,7	Merino y Valderrama 2017
	Huanca	Arequipa	42,3	Chávez-Arce y Zumarán 2021
	Arequipa ^β	Arequipa	10-42,2	Manrique y Cuadro 2002
	Junín ^β	Junín	39	Manrique y Cuadro 2002
	Jauja ^β	Junín	38,2	Chávez <i>et al.</i> 2012
	Ancash ^β	Ancash	38	Manrique y Cuadro 2002
	Ihuaylo ^β	Apurímac	37,5	Merino y Valderrama 2017
	Ayacucho ^β	Ayacucho	37	Manrique y Cuadro 2002
	Toraya ^β	Apurímac	31	Merino y Valderrama 2017
	Juliaca ^β	Puno	30,9	Mamani 2005; Choque 2007
	Soraya ^β	Apurímac	28,6	Merino y Valderrama 2017
	Ica ^β	Ica	27	Manrique y Cuadro 2002

Especie	Localidad	Región	Prevalencia (%)	Autor
	Lima ^β	Lima	2,9-25,2	Manrique y Cuadro 2002; Cordero 2016
	Chalhuanca ^β	Apurímac	24,6	Merino y Valderrama 2017
	Capaya ^β	Apurímac	24,3	Merino y Valderrama 2017
	Lambayeque ^β	Lambayeque	22	Manrique y Cuadro 2002
	Huánuco ^β	Huánuco	21,6	Manrique y Cuadro 2002
	Caraybamba ^β	Apurímac	16,2	Merino y Valderrama 2017
	Amazonas ^β	Amazonas	14,4-16	Manrique y Cuadro 2002; Ramos <i>et al.</i> 2020
	Yanaca ^β	Apurímac	14,3	Merino y Valderrama 2017
	Oxapampa ^β	Pasco	10-13,4	Manrique y Cuadro 2002; Paucar <i>et al.</i> 2010
	San Martín ^β	San Martín	12,7	Ramos <i>et al.</i> 2020
	Pasco ^β	Pasco	10,2	Paucar <i>et al.</i> 2010
	Pampacolca ^γ	Arequipa	5,6-9,6	Manrique y Cuadro 2002
	Majes ^γ	Arequipa	5,6-9,6	Manrique y Cuadro 2002
	Huancabamba ^γ	Piura	9	Paucar <i>et al.</i> 2010
	Moquegua ^γ	Moquegua	7	Manrique y Cuadro 2002
	San Martín ^γ	San Martín	7	Manrique y Cuadro 2002
	Huancané ^γ	Puno	6,8	Mamani 2011
	Chiclayo ^γ	Lambayeque	5,7	Ramos <i>et al.</i> 2020
	Chontabamba ^γ	Piura	5,4	Paucar <i>et al.</i> 2010
	Ucayali ^γ	Ucayali	5	Manrique y Cuadro 2002
	Piura ^γ	Piura	0,8	Leguía 1998; Manrique y Cuadro 2002.
	La Libertad ^γ	La Libertad	0,3	Leguía 1998; Manrique y Cuadro 2002
Ovina	Yanque ^α	Arequipa	88,6	Manrique y Cuadro 2002
	Chivay ^α	Arequipa	88,6	Manrique y Cuadro 2002
	Cotabambas ^α	Apurímac	74	Bárcena 1994
	Huanca ^α	Arequipa	64	Chávez–Arce y Zumarán 2021
	Abancay ^α	Apurímac	53-53,2	Valderrama 2016; Carrión <i>et al.</i> 2021
	Ayacucho ^α	Ayacucho	52,1	Ticona <i>et al.</i> 2010
	Caylloma ^β	Arequipa	17,7-50	Manrique y Cuadro 2002
	Huancabamba ^β	Piura	36,7	Díaz 2018
	Vilcashuamán ^β	Ayacucho	16,3	Bedriñana y Ango 2000
	Huamanga ^β	Ayacucho	14,6	Córdoba <i>et al.</i> 1985
Caprina	Huanta ^β	Ayacucho	31,7	Valderrama 2016
	Abancay ^β	Apurímac	21	Valderrama 2016; Carrión <i>et al.</i> 2021
	Andahuaylas ^β	Apurímac	21	Valderrama 2016; Carrión <i>et al.</i> 2021
	Huancabamba ^β	Piura	15,8	Díaz 2018
	Huamanga ^β	Ayacucho	11,4	Córdoba <i>et al.</i> 1985

α=Hiperendemia; β=Mesoendemia; γ=Hipoendemia.

Fuente: elaboración propia.

Fascioliasis en niños de edad escolar en Perú

Hasta la fecha se ha reportado fascioliasis en humanos en 11 de las 24 regiones del país, de las cuales Puno y Cajamarca presentan las prevalencias más altas (tabla 2).

La capacidad de este parásito para adaptarse a nuevos entornos ha contribuido claramente a su propagación, incluso en ambientes a más de 3.000 msnm. Ninguna otra enfermedad transmitida por vectores presenta esta amplia altitud (Mas-Coma *et al.* 2013), lo que puede corroborarse en la figura 2, donde se muestra que la prevalencia de fascioliasis en niños aumenta con la altitud ($p < 0,05$).

Se estima que 8 millones de personas del sector rural se encuentran en riesgo de contraer fascioliasis (Esteban *et al.* 1998). Las primeras referencias datan de 1924,

cuando se describieron casos aislados en vías biliares extrahepáticas observadas en medio de operaciones quirúrgicas (Jiménez *et al.* 2001). Asimismo, uno de los primeros hallazgos de prevalencia se produjo en Azángaro, Puno, con 15,6%. En este lugar, se reportaron intensidades de 2.496 hpg (Esteban *et al.* 2002), donde la prevalencia por métodos serológicos y coprológicos en ≤ 19 años de edad alcanza 61,4% y 75,9%, y en > 19 años 15,4% y 37,5% (Marco *et al.* 2005b); por lo que, junto con Cajamarca, son las regiones más hiperendémicas del país.

El análisis coprológico se basa en la pesquisa de huevos en muestra fecales, drenaje biliar o duodenal. Se ha usado el examen directo y métodos de concentración para el diagnóstico de la fase crónica. Asimismo, a través de métodos de Concentración

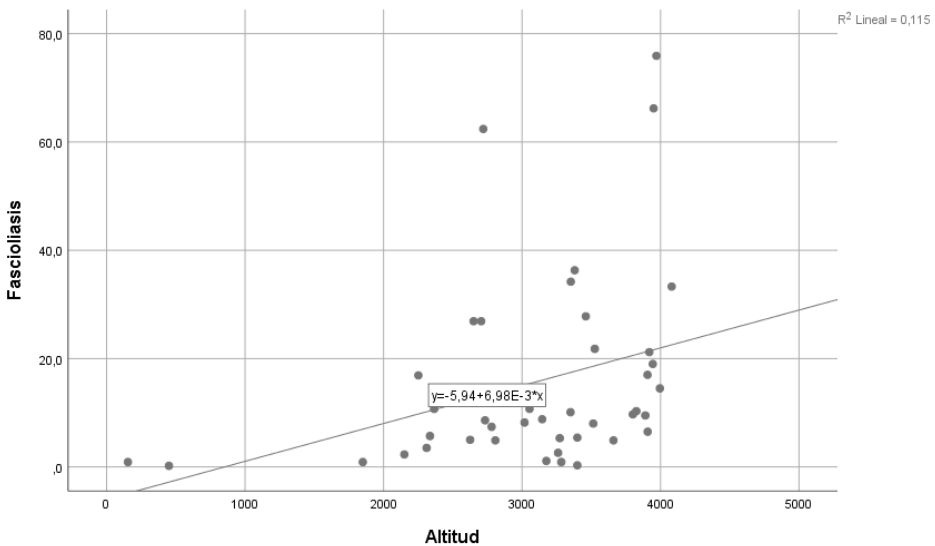


FIGURA 2. Correlación entre fascioliasis (%) y altitud (msnm) de la residencia de los niños de edad escolar en Perú. $r=0,34$; $p=0,026$.

Fuente: elaboración propia.

TABLA 2. Prevalencia de fascioliasis en niños de edad escolar de Perú, de acuerdo con la altitud y el método de diagnóstico

Localidad	Región	Altitud (m)	Prevalencia (%)	Método de diagnóstico	Autor
Asillo	Puno	3.970	15,6-75,9	a,c,d,g	Mas-Coma <i>et al.</i> 1999; Esteban <i>et al.</i> 2002; Marcos <i>et al.</i> 2005 ^a ;
Quishuarani	Puno	3.950	66,2	b,f,g	Quispe <i>et al.</i> 2021
Cajamarca	Cajamarca	2.720	6-62,4	a,c,d,g	Mas-Coma <i>et al.</i> 1999; Albán <i>et al.</i> 2002; González <i>et al.</i> 2011
Huertas	Junín	3.380	19,1-36,3	a,c,g	Marcos <i>et al.</i> 2002; Ashrafi <i>et al.</i> 2014
Jauja	Junín	3.352	11,7-34,2	b	Mas-Coma <i>et al.</i> 1999; Mantari <i>et al.</i> 2012
Cachuyo	Puno	4.080	33,3	b,f,g	Quispe <i>et al.</i> 2021
Julcán	Junín	3.460	12,6-27,8	a,c,g	Marcos <i>et al.</i> 2002; Ashrafi <i>et al.</i> 2014
Canta	Lima	2.650	3,9-26,9	a	Marcos <i>et al.</i> 2007
Huarocharí	Lima	2.705	3,9-26,9	a	Marcos <i>et al.</i> 2007
Vichaycocha	Lima	3.525	21,8	g	Levano 2020
Choquesani	Puno	3.919	21,2	b,f,g	Quispe <i>et al.</i> 2021
Acllamayo	Puno	3.944	19	b,f,g	Quispe <i>et al.</i> 2021
Patabamba	Puno	3.906	17	b,f,g	Quispe <i>et al.</i> 2021
Vizcachani	Puno	3.995	14,5	b,f,g	Quispe <i>et al.</i> 2021
San Marcos	Cajamarca	2.251	13,5-16,9	g	León y Cabanillas 2014; Orfanos <i>et al.</i> 2016
Cajabamba	Cajamarca	2.654	11,2-13,1	g	León y Cabanillas 2014; Orfanos <i>et al.</i> 2016
Mollebamba	La Libertad	3.054	10,7	e,b	Ayala <i>et al.</i> 2008
San Pablo	Cajamarca	2.365	10,7	h	Villar y Sandoval 2017
Paucartambo	Cusco	3.825	10,3	e,a	López <i>et al.</i> 2012
Huancarani	Cusco	3.800	9,7	c	Cabada <i>et al.</i> 2014
Orurillo	Puno	3.890	9,5	b,f,g	Quispe <i>et al.</i> 2021
Anta	Cusco	3.350	9-10,1	c,s	Cabada <i>et al.</i> 2018; Webb <i>et al.</i> 2021; Morales <i>et al.</i> 2021
Huancapon	Lima	3.145	8,8	g	Levano 2020
Ogosgón	Cajamarca	2.733	8,6	a	Rodríguez-Ulloa <i>et al.</i> 2018
Usquil	La Libertad	3.018	8,2	b	Rodríguez 2019
Cajamarquilla	Lima	3.514	8	g	Levano 2020
Pataz	La Libertad	2.780	2,3-7,4	c,f	Jara-Campos <i>et al.</i> 2019
Colquamarca	Puno	3.907	6,5	b,f,g	Quispe <i>et al.</i> 2021
Arequipa	Arequipa	2.335	5,7	i	Jiménez <i>et al.</i> 2001
Cusco	Cusco	3.399	2,3-5,4	a,f	Durán y Rodríguez 2013

Localidad	Región	Altitud (m)	Prevalencia (%)	Método de diagnóstico	Autor
Santa María de Chicmo	Apurímac	3.272	5,3	f	Valderrama <i>et al.</i> 2019; Valderrama <i>et al.</i> 2021
Celendín	Cajamarca	2.625	4,1-5	g	León y Cabanillas 2014; Orfanos <i>et al.</i> 2016
Caday	Cajamarca	2.807	4,9	a	Rodríguez-Ulloa <i>et al.</i> 2018
Parque Nacional del Manu	Madre de Dios	2.150	2,3	c,i	Cabada <i>et al.</i> 2016
Huancavelica	Huancavelica	3.660	0,7-4,9	g	Marcos <i>et al.</i> 2005a
San Juan	Cajamarca	2.311	3,5	i	Jiménez <i>et al.</i> 2001
Baños del Inca	Cajamarca	3.260	2,6	a,e	Rodríguez <i>et al.</i> 2011
Caujul	Lima	3.175	1,1	e,a	Ashrafi <i>et al.</i> 2014
Concepción	Junín	3.283	0,9	b	Mantari <i>et al.</i> 2012
Cusco	Cusco	3.399	0,3	i	Jiménez <i>et al.</i> 2001
Bagua	Amazonas	450	0,2	e	Ibáñez <i>et al.</i> 2004

a=Sedimentación rápida de Lumbreras; b=Sedimentación rápida; c=Kato-Katz; d=Ziehl-Neelsen modificado; e=Prueba directa; f=Inmuno blot; g=Fas2-ELISA; h=Real-time PCR; i=Método de diagnóstico no especificado. Fuente: elaboración propia.

Éter-Formol y la Técnica de Kato-Katz, se han reportado elevadas prevalencias, aunque esta última tiene reducida sensibilidad, limitando su empleo clínico. En 1975, fueron comparados 5 métodos de concentración para descubrir huevos; el Método de Concentración Éter-formol fue el de más bajo rendimiento. En 1962, se adaptaron innovaciones a un método de sedimentación, explicando los beneficios de su uso para el diagnóstico y vigilancia terapéutica de la fascioliasis humana en áreas endémicas (Esteban *et al.* 1998).

El ensayo serológico empleado para el diagnóstico de la fascioliasis es ELISA, con elevada sensibilidad (97%) y especificidad (96,6%); al mismo tiempo, detecta casos en fase aguda. Del mismo modo, se utiliza ELISA Fas2, que posee una sensibilidad inferior (94,7%), pero superior especificidad (100%). El diagnóstico también

puede ser complementado con otros ensayos confirmatorios como la técnica de sedimentación rápida y Kato-Katz (León y Cabanillas 2014; Marcos *et al.* 2007). Consecuentemente, la prevalencia promedio de fascioliasis en niños de edad escolar en Perú utilizando los diversos métodos de diagnóstico alcanza niveles hiperendémicos (15,5%).

Fascioliasis en niños de edad escolar alrededor del mundo

La infección en humanos se ha reportado en numerosos países, especialmente del continente americano, donde las mayores prevalencias corresponden a Perú, Bolivia y Venezuela (Marcos *et al.* 2004; Marcos *et al.* 2007). La mayoría de países en América se encuentran en niveles hiperendémicos de infección, a excepción de Brasil, Puerto Rico, Ecuador, Cuba, Colombia

(mesoendémicos) y Chile (hipoendémico) (tabla 3).

En América, las prevalencias más elevadas se dan en Perú y Bolivia, en localidades ubicadas entre 154 a 4.080 msnm, donde 350 mil personas han sido infectadas y

existe una población de aproximadamente 1 millón de individuos en riesgo (Esteban *et al.* 1998). Las zonas endémicas pueden ser reducidas, como en Bolivia, o ser difundidas, como en Perú. En Bolivia, se encontró 15,4% de prevalencia global,

TABLA 3. Prevalencia de fascioliasis en niños de países endémicos de América, Asia, África y Europa según nivel endémico y método de diagnóstico

Continente	País	Prevalencia (%)	Método de diagnóstico	Autor
América	Perú [∞]	0,2-75,9	s,c	Autores especificados en la tabla 2
	Bolivia [∞]	0-75	s,c	Mas-Coma <i>et al.</i> 1999; Esteban <i>et al.</i> 1997; Mollinedo <i>et al.</i> 2019
	Venezuela [∞]	0,7-42,1	s,c	Karahocagila <i>et al.</i> 2011
	México [∞]	2,9-13,3	s,c	Zumaquero <i>et al.</i> 2013
	Brasil ^β	1,8-8,3	s	Maciel <i>et al.</i> 2018
	Puerto Rico ^β	7,9	n	Mas-Coma <i>et al.</i> 1999
	Ecuador ^β	6	s	Trueba <i>et al.</i> 2000
	Cuba ^β	1,7	s	Espinoza <i>et al.</i> 2010
	Colombia ^β	0-1,5	s,c	Recalde <i>et al.</i> 2014
	Chile ^γ	0,6-0,7	s	Mas-Coma <i>et al.</i> 1999
Asia	Camboya [∞]	46,5	c	Bless <i>et al.</i> 2015
	Vietnam [∞]	5,9-11,2	s	Nguyen <i>et al.</i> 2016; Nguyen <i>et al.</i> 2020
	*Turquía [∞]	<0,1-10,3	s,c	Şakru <i>et al.</i> 2019; Cengiz <i>et al.</i> 2015; Beyhan y Yilmaz 2020
	Irán ^β	1,8-2,6	s	Zoghi <i>et al.</i> 2019; Bahram <i>et al.</i> 2020
	Kirguistán ^β	1,9	c	Steinmanna <i>et al.</i> 2010
África	Tanzania [∞]	21	c	Lukambagire <i>et al.</i> 2015
	Egipto [∞]	0,5-17,1	s,c	Mas-Coma 2004; Elmonir <i>et al.</i> 2021; Periago <i>et al.</i> 2021
	Túnez ^β	6,6	s	Hammami <i>et al.</i> 2007
	Etiopía ^β	5,5	c	Bekana <i>et al.</i> 2021
Europa	Portugal ^β	3,2	n	Mas-Coma 2004
	Francia ^γ	<0,1	n	Mas-Coma 2004

[∞]=Zona hiperendémica, ^β=Zona mesoendémica, ^γ=Zona hipoendémica.

s=Estudio serológico, c=Estudio coprológico, n=No especificado.

*Asia y Europa

Fuente: elaboración propia.

con variaciones locales entre 0-68%. Sin embargo, en un área hiperendémica se halló una prevalencia de 75% en niños, 41% en adultos y una incidencia de 67% (Esteban *et al.* 2002). Ecuador presenta características similares a las de Perú, pero no existen datos concretos, a excepción de un reporte de 6% de prevalencia (Trueba *et al.* 2000), sin embargo, alrededor de 1% de la población rural que vive en áreas endémicas se encuentra en riesgo y se estima que aproximadamente 20 mil personas están infectadas. En Chile, la fascioliasis es hipoendémica en Valparaíso y Viña del Mar, así como en las Regiones V, VI y VII. En Argentina, Uruguay, Brasil, Colombia y Venezuela, parece ser focal y esporádica (Esteban *et al.* 1998). Existen reportes de fascioliasis importada en Argentina, Canadá y Estados Unidos, los cuales corresponden a pacientes inmigrantes de México, Puerto Rico, Haití, República Dominicana, Perú, Portugal, Irlanda, Cabo Verde, Etiopía, Egipto, Yemen, Uzbekistán, Taiwán y Tailandia. Las infecciones importadas en Estados Unidos provienen de México, Puerto Rico, Haití y República Dominicana. También se ha reportado en refugiados del Sudeste de Asia (Esteban *et al.* 1997).

En las islas del Caribe de América Central, es un problema de salud pública, sobre todo en Puerto Rico y Cuba. En Pinar del Río, en Cuba, más de 10 mil individuos fueron infectados entre 1947 y 1948, y un nuevo brote afectó a 81 sujetos en 1995; asimismo, en Villa Clara, un brote en más de mil sujetos se dio en 1983 (Esteban *et al.* 1998).

En el continente asiático, Camboya es hiperendémico (46,5%) (Bless *et al.* 2015), pero la mayoría de casos reportados los últimos 30 años se dieron en Irán, China, Turquía, Corea, Japón, Tailandia, India,

Yemen, Israel y Arabia Saudita. La fascioliasis también es un problema de salud pública en países del Cercano Oriente que rodean el mar Caspio, como Irán, con epidemias que afectan hasta 10 mil sujetos y una población de alrededor de 6 millones en riesgo. Camboya, Irak, Israel, Líbano, Nepal, Filipinas, Siria y Vietnam presentan menos de 100 casos documentados por la OMS en 1995 (Esteban *et al.* 1998). Los países vecinos como Azerbaiyán, Georgia, Turkmenistán, Tayikistán, Uzbekistán y Afganistán, entre otros, también presentan fascioliasis. Las tierras altas del Himalaya son apropiadas para la transmisión, de acuerdo con la capacidad del parásito para colonizar grandes altitudes como en países andinos. La presencia de fascioliasis en colinas de Nepal Koshi es bien conocida. Sin embargo, los casos en Japón y Corea son ocasionales. En Vietnam, más de 500 casos han sido diagnosticados entre 1997 y 2000, la mayoría de los sujetos eran de provincias centrales y meridionales, especialmente de zonas montañosas y costeras centrales. Por otro lado, también se han reportado casos importados en viajeros que visitaron Hong Kong, Singapur, Afganistán, Egipto y zonas tropicales. En una zona no endémica como Kuwait puede encontrarse fascioliasis en expatriados procedentes de zonas endémicas; asimismo, en Arabia Saudita se ha diagnosticado en trabajadores inmigrantes (Esteban *et al.* 1997).

En África se han reportado pocos casos, aunque los estudios realizados son insuficientes para obtener una visión significativa. La mayoría de casos han sido reportados en Tanzania y Egipto, donde la fascioliasis se ha configurado en un emergente problema de salud. Algunas zonas rurales pueden considerarse endémicas con prevalencias entre 7-17%. La población en riesgo asciende a 27,7

millones de individuos y los infectados son al menos 83 mil. Países como Costa de Marfil, Madagascar, Malí y Mozambique con 100 casos documentados y Etiopía, con 100–1.000 casos, son también considerados (Esteban *et al.* 1998). En Marruecos, Túnez y Argelia (Norte de África) se distinguen epidemias en personas procedentes de Europa. Asimismo, pacientes infectados en islas de Cabo Verde se reportaron en Senegal (Esteban *et al.* 1997).

También se han diagnosticado casos en 19 países europeos, aunque solo existen reportes de prevalencias en Portugal y Francia. Además, junto a la antigua Unión Soviética (incluyendo su parte de Asia), España y Reino Unido son los que reportan la mayoría de casos. En los demás países parecen ser esporádicos (Esteban *et al.* 1998). En Europa se han hallado muchos casos importados (Esteban *et al.* 1997). Francia es considerado endémico, ya que entre 1950 y 1983 se reportaron 3.297 casos, la mayoría de ellos registrados en Lyon, Bretaña, Norte–Paso de Calais y Sureste. La enfermedad también es endémica en el norte de Portugal, donde se reportaron

561 casos en tres comunidades. En España parece estar subestimada y se distribuye principalmente en poblaciones asiladas del País Vasco, Castilla y León, Cantabria, Rioja y Navarra. En la antigua Unión Soviética, casi todos los casos reportados fueron de Asia meridional, en Tadzhiik, cerca de la frontera con Afganistán. En Reino Unido, se reportaron 44 casos en 1969. Países como Hungría y Turquía, con 100 casos, son también considerados (Esteban *et al.* 1998).

Por tanto, se estima que alrededor del mundo la prevalencia promedio de fascioliasis en niños de edad escolar es de 17,1% (tabla 3).

Factores asociados a fascioliasis en niños

Las variables socioculturales afectan la salud en etapas críticas a lo largo de la vida, y existen múltiples niveles de exposición (Phimpraphai *et al.* 2018). Existen diversos factores asociados a fascioliasis en niños de edad escolar, similares alrededor del mundo, los cuales se muestran en la tabla 4 y se describen a continuación:

TABLA 4. Factores asociados a fascioliasis en niños de edad escolar en el continente americano y el resto del mundo

Factores asociados	Factores de riesgo	Reportes en América	Reportes en el resto del mundo
Género	Sexo femenino	Albán <i>et al.</i> 2002; Díaz <i>et al.</i> 2011 Cabada <i>et al.</i> 2016	Cengiz <i>et al.</i> 2015; Nguyen <i>et al.</i> 2016
Edad	Menores de 20 años de edad	Mas-Coma <i>et al.</i> 1999; Albán <i>et al.</i> 2002; Marcos <i>et al.</i> 2004; Ibáñez <i>et al.</i> 2004; Marcos <i>et al.</i> 2005 ^a ; Díaz <i>et al.</i> 2011; Cabada <i>et al.</i> 2016; Cabada <i>et al.</i> 2018	Martínez <i>et al.</i> 2006; Nguyen <i>et al.</i> 2016; Nguyen <i>et al.</i> 2020; Najib <i>et al.</i> 2020
Dedicación	Labores agrícolas	Jiménez <i>et al.</i> 2001	Maciel <i>et al.</i> 2018; Najib <i>et al.</i> 2020
Características de la vivienda	Suministro de agua por canales	Marcos <i>et al.</i> 2002; Marcos <i>et al.</i> 2005a; Villar y Sandoval 2017; Quispe <i>et al.</i> 2021	Ashrafi <i>et al.</i> 2006
	Vivir al borde de canales de regadío, acequias o cultivos	Marcos <i>et al.</i> 2002; Marcos <i>et al.</i> 2004	
	Disposición de excretas en letrina	Marcos <i>et al.</i> 2005a; Ayala <i>et al.</i> 2008	Ashrafi <i>et al.</i> 2006

Factores asociados	Factores de riesgo	Reportes en América	Reportes en el resto del mundo
	Defecar a campo abierto	Marcos <i>et al.</i> 2002; Rodríguez-Ulloa <i>et al.</i> 2018	
	Tener piso de tierra	Rodríguez <i>et al.</i> 2011	
	Tener una habitación por casa	Slifko <i>et al.</i> 2000; Marcos <i>et al.</i> 2004; Cabada <i>et al.</i> 2014	
Consumo de comidas y bebidas	Berro	Slifko <i>et al.</i> 2000; Marcos <i>et al.</i> 2007; Díaz <i>et al.</i> 2011; Zumaquero <i>et al.</i> 2013	Dorny <i>et al.</i> 2009; Matthys <i>et al.</i> 2011; Fica <i>et al.</i> 2011; Ashrafi <i>et al.</i> 2014; Mas-Coma <i>et al.</i> 2018
	Alfalfa	Marcos <i>et al.</i> 2005 ^b ; Marcos <i>et al.</i> 2006; Marcos <i>et al.</i> 2007; Zumaquero <i>et al.</i> 2013	
	Plantas acuáticas	Marcos <i>et al.</i> 2002; Sánchez <i>et al.</i> 2001; Marcos <i>et al.</i> 2006	Slifko <i>et al.</i> 2000; Dorny <i>et al.</i> 2009; Fica <i>et al.</i> 2011; Matthys <i>et al.</i> 2011; Ashrafi <i>et al.</i> 2014; Mas-Coma <i>et al.</i> 2018
	Ensaladas	Marcos <i>et al.</i> 2005b	
	Verduras crudas	Zumaquero <i>et al.</i> 2013	Mas-Coma <i>et al.</i> 2018; Bayhan <i>et al.</i> 2020; Bekana <i>et al.</i> 2021
	Lechuga	Marcos <i>et al.</i> 2007; Zumaquero <i>et al.</i> 2013	
	Arroz, diente de león, hierbabuena		Dorny <i>et al.</i> 2009; Matthys <i>et al.</i> 2011; Fica <i>et al.</i> 2011
	Rábano, mazorca de maíz, espinaca, brócoli, cebolla cruda	Zumaquero <i>et al.</i> 2013 Ayala <i>et al.</i> 2008	
	Agua no tratada	Slifko <i>et al.</i> 2000; León y Cabanillas 2014; Cabada <i>et al.</i> 2014	Ashrafi <i>et al.</i> 2014; Fica <i>et al.</i> 2011; Bekana <i>et al.</i> 2021
	Emolientes	Marcos <i>et al.</i> 2004	
	Pescados y sopas preparados con agua contaminada con <i>Fasciola hepatica</i>		Ashrafi <i>et al.</i> 2014; Mas-Coma <i>et al.</i> 2018
	Hígado crudo infectado con metacercaria migrante		Ashrafi <i>et al.</i> 2014; Mas-Coma <i>et al.</i> 2018
	Crianza o tenencia de animales	Bovinos	Slifko <i>et al.</i> 2000; Rodríguez-Ulloa <i>et al.</i> 2018; Valderrama <i>et al.</i> 2019
Ovinos		Valderrama <i>et al.</i> 2019	
Porcinos		Valderrama <i>et al.</i> 2019	
Cuyes		Quispe <i>et al.</i> 2021	
Perro		Marcos <i>et al.</i> 2006	
Gato		Valderrama <i>et al.</i> 2019	
Coinfección con parásitos intestinales	A. lumbricoides	Marcos <i>et al.</i> 2006, Zumaquero <i>et al.</i> 2013; Cabada <i>et al.</i> 2016	Karahocagila <i>et al.</i> 2011
	<i>E. histolytica</i> /dispar, <i>B. hominis</i>	Zumaquero <i>et al.</i> 2013	
	H. nana.	Zumaquero <i>et al.</i> 2013; Valderrama <i>et al.</i> 2021	
	G. intestinalis	Esteban <i>et al.</i> 1997; Cabada <i>et al.</i> 2014	
	E. vermicularis	Slifko <i>et al.</i> 2000	Karahocagila <i>et al.</i> 2011

Factores asociados	Factores de riesgo	Reportes en América	Reportes en el resto del mundo
Signo– sintomatologías por daño hepático	Dolor abdominal	Sánchez <i>et al.</i> 2001; Jiménez <i>et al.</i> 2001; Albán <i>et al.</i> 2002; Marcos <i>et al.</i> 2002; Loja <i>et al.</i> 2003; Marcos <i>et al.</i> 2005b; Marcos <i>et al.</i> 2007; Abdul <i>et al.</i> 2009; Díaz <i>et al.</i> 2011; Ashrafi <i>et al.</i> 2014	Slifko <i>et al.</i> 2000; Karahocagila <i>et al.</i> 2011; Deveci <i>et al.</i> 2011; Fica <i>et al.</i> 2011; Zumaquero <i>et al.</i> 2013; Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Tezer <i>et al.</i> 2013; Belgin <i>et al.</i> 2015; Lukambagire <i>et al.</i> 2015; Şakru <i>et al.</i> 2019; Agin <i>et al.</i> 2020; Elmonir <i>et al.</i> 2021
	Cefaleas, vómitos,; fiebre	Sánchez <i>et al.</i> 2001; Jiménez <i>et al.</i> 2001; Marcos <i>et al.</i> 2002; Loja <i>et al.</i> 2003; Marcos <i>et al.</i> 2005b; Marcos <i>et al.</i> 2007; Abdul <i>et al.</i> 2009; Díaz <i>et al.</i> 2011; Valderrama <i>et al.</i> 2021	Fica <i>et al.</i> 2011; Zumaquero <i>et al.</i> 2013; Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Tezer <i>et al.</i> 2013; Lukambagire <i>et al.</i> 2015; Elmonir <i>et al.</i> 2021
	Astenia	Díaz <i>et al.</i> 2011	Slifko <i>et al.</i> 2000; Tezer <i>et al.</i> 2013; Fica <i>et al.</i> 2011
	Palidez, sudoración, sangrado rectal		Tezer <i>et al.</i> 2013
	Distensión abdominal		Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Tezer <i>et al.</i> 2013
	Hepatomegalia y esplenomegalia	Marcos <i>et al.</i> 2002; Marcos <i>et al.</i> 2005a; Marcos <i>et al.</i> 2007; Gil <i>et al.</i> 2014	Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Mas-Coma <i>et al.</i> 2015; Elmonir <i>et al.</i> 2021
	Urticaria y asma	Marcos <i>et al.</i> 2002	Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Mas-Coma <i>et al.</i> 2015
	Lesiones ectópicas	Marcos <i>et al.</i> 2002; Marcos <i>et al.</i> 2007	
	Ictericia recurrente	Marcos <i>et al.</i> 2002; Marcos <i>et al.</i> 2005b; Marcos <i>et al.</i> 2006;	Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Mas-Coma <i>et al.</i> 2015; Agin <i>et al.</i> 2020; Elmonir <i>et al.</i> 2021
	Epigastralgia	Jiménez <i>et al.</i> 2001; Valderrama <i>et al.</i> 2021	
	Vértigo	Marcos <i>et al.</i> 2006	Mas-Coma <i>et al.</i> 2013
	Manifestaciones cutáneas	Sánchez <i>et al.</i> 2001	
	Presentación clínica en laboratorio	Anorexia	Valderrama <i>et al.</i> 2021
Eosinofilia marcada		Sánchez <i>et al.</i> 2001; Jiménez <i>et al.</i> 2001; Albán <i>et al.</i> 2002; Loja <i>et al.</i> 2003; Marcos <i>et al.</i> 2005b; Marcos <i>et al.</i> 2006; Marcos <i>et al.</i> 2007; Abdul <i>et al.</i> 2009; Gil <i>et al.</i> 2014; Cabada <i>et al.</i> 2014	Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Ashrafi <i>et al.</i> 2014; Cengiz <i>et al.</i> 2015; Şakru <i>et al.</i> 2019; Bayhan <i>et al.</i> 2020; Agin <i>et al.</i> 2020
Anemia		Marcos <i>et al.</i> 2005b; Marcos <i>et al.</i> 2006	Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Mas-Coma <i>et al.</i> 2015
Hepatitis anictérica			Mas-Coma <i>et al.</i> 2013
Colestasis		Loja <i>et al.</i> 2003; Marcos <i>et al.</i> 2006	
Ictericia		Marcos <i>et al.</i> 2006	Agin <i>et al.</i> 2020
Leucocitosis		Gil <i>et al.</i> 2014	Agin <i>et al.</i> 2020
Hiper gammaglobulinemia		Marcos <i>et al.</i> 2005b	Bayhan <i>et al.</i> 2020
Hipertransaminasemia, hiperbilirrubinemia, hiperamilasemia, hiperlipasemia		Marcos <i>et al.</i> 2007	Agin <i>et al.</i> 2020

Factores asociados	Factores de riesgo	Reportes en América	Reportes en el resto del mundo
Presentación clínica por imágenes	Hemorragia biliar o hemobilia	Sánchez <i>et al.</i> 2001; Marcos <i>et al.</i> 2006	Mas-Coma <i>et al.</i> 2013
	Hematoma hepático subcapsular	Loja <i>et al.</i> 2003; Marcos <i>et al.</i> 2006; Marcos <i>et al.</i> 2007	
	Ruptura hepática	Marcos <i>et al.</i> 2006; Ashrafi <i>et al.</i> 2014	Şakru <i>et al.</i> 2019
	Absceso hepático	Jiménez <i>et al.</i> 2001; Marcos <i>et al.</i> 2006	Mas-Coma <i>et al.</i> 2013
	Colecistitis, granuloma necrótico hepático, tumores hepáticos quísticos, células gigantes, cristales de Charcot-Leyden	Jiménez <i>et al.</i> 2001; Marcos <i>et al.</i> 2006; Marcos <i>et al.</i> 2007; Ashrafi <i>et al.</i> 2014	Karahocagila <i>et al.</i> 2011; Pehlivanoğlu <i>et al.</i> 2015; Mas-Coma <i>et al.</i> 2015
	Cirrosis y fibrosis hepática	Marcos <i>et al.</i> 2006	Mas-Coma <i>et al.</i> 2013
	Coledocolitiasis	Marcos <i>et al.</i> 2006	
	Colangitis, colecistitis eosinofílica	Marcos <i>et al.</i> 2006	Karahocagila <i>et al.</i> 2011; Mas-Coma <i>et al.</i> 2015
	Vasculitis arterial necrotizante y trombosis venosa portal, ascitis		Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Mas-Coma <i>et al.</i> 2015
Trastornos gastrointestinales	Hiporexia flatulencia, abdominal, náuseas diarrea, vómitos estreñimiento	Sánchez <i>et al.</i> 2001; Loja <i>et al.</i> 2003; Abdul <i>et al.</i> 2009; Gil <i>et al.</i> 2014; Valderrama <i>et al.</i> 2021	Fica <i>et al.</i> 2011; Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Mas-Coma <i>et al.</i> 2015; Agin <i>et al.</i> 2020; Elmonir <i>et al.</i> 2021
Trastornos del sistema respiratorio	Síntomas respiratorios: tos, disnea, hemoptisis y dolor en el pecho como primera manifestación de la infección.		Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Tezer <i>et al.</i> 2013; Mas-Coma <i>et al.</i> 2015
	Signos radiológicos del tórax: Estertores secos o húmedos, roce pleural con derrame, neumotórax espontáneo, infiltrados parenquimatosos, derrame pleural.		Mas-Coma <i>et al.</i> 2013; Mas-Coma <i>et al.</i> 2015
Trastornos del sistema nervioso	Síndrome meníngeo, hipertensión intracraneal, meningitis eosinofílica.		Mas-Coma <i>et al.</i> 2013
	Alucinaciones, confusión, trastornos de la conducta y atención, perturbaciones, funcionamiento intelectual alterado. Ataques epiléptiformes.		Mas-Coma <i>et al.</i> 2013

Factores asociados	Factores de riesgo	Reportes en América	Reportes en el resto del mundo
	Clática, polineuropatía sensitivomotora, arreflexia osteotendinosa con trastorno neurológico periférico, signo de Babinski.		Mas-Coma <i>et al.</i> 2013
	Paraplejía, síndrome extrapiramidal unilateral, afasia, anosmia con ageusia, parálisis del VII nervio craneal facial, ataxia frontal, hemorragia meníngea, obstrucción arterial, síndrome confuso-onírico, polirradiculoneuritis y encefalopatía (coma febril).	Jiménez <i>et al.</i> 2001; Marcos <i>et al.</i> 2002; Ayala <i>et al.</i> 2008; Ashrafi <i>et al.</i> 2014	Mas-Coma <i>et al.</i> 2013
	Trastornos oftalmológicos: Diplopía transitoria, oftalmoneuritis, estrechamiento concéntrico unilateral del campo de visión, trastornos de la acomodación visual, signos de lesión occipital, parálisis del VI nervio craneal abducens.		Mas-Coma <i>et al.</i> 2013
Estado nutricional antropométrico de los niños	Pérdida de peso o bajo peso.	Jiménez <i>et al.</i> 2001; Ordóñez <i>et al.</i> 2002; Marcos <i>et al.</i> 2002; Ayala <i>et al.</i> 2008; León y Cabanillas 2014; Valderrama <i>et al.</i> 2021	Abdul <i>et al.</i> 2009; Fica <i>et al.</i> 2011
	Talla baja.	Ordóñez <i>et al.</i> 2002; Webb <i>et al.</i> 2021	Abdul <i>et al.</i> 2009

Fuente: elaboración propia.

Edad y género: la fascioliasis es frecuente en personas de 0 a 19 años, debido a la insuficiente inmunidad adquirida por esta población para enfrentar la infección. En muchas investigaciones, dos terceras partes de los infectados fueron mujeres, probablemente por la mayor frecuencia en labores de campo y menor participación en centros educativos rurales (Albán

et al. 2002; Marcos *et al.* 2005a; Marcos *et al.* 2007).

Características de la vivienda: los factores socioeconómicos, epidemiológicos y ecológicos hacen que las localidades del sector rural logren contextos propicios para que los niños tengan fascioliasis (Marcos *et al.* 2005a), debido al deficiente acceso a servicios básicos como agua y

electrificación. Asimismo, diversos estudios encontraron asociación entre vivir cerca de acequias o cultivos y fascioliasis; por lo que, la proximidad a acequias acrecentaría la posibilidad de infección, ya que los niños suelen tener contacto con agua contaminada con metacercarias. Además, el desecho de deposiciones en silos es un elemento protector de serología positiva, debido probablemente a que los niños que defecan en silos poseen hábitos higiénicos superiores a aquellos que defecan en el campo, ríos o acequias (Marcos *et al.* 2004).

Consumo de comidas y bebidas: los estilos de vida y los hábitos alimenticios, tales como consumo de alimentos y bebidas, actúan como factores de riesgo (Espinoza *et al.* 2010; Marcos *et al.* 2002, Marcos *et al.* 2004; Marcos *et al.* 2005a; Marcos *et al.* 2006; Zumaquero *et al.* 2013), ya que las metacercarias se localizan en reservorios de agua dulce y de corriente lenta. Asimismo, en zonas rurales la carencia de agua potable motiva el consumo de agua sin hervir. Al mismo tiempo, el agua contaminada puede difundirse por los canales de regadío y acequias, contaminando vegetación que se consume como alimento para las personas, a las que, además, podría contagiar (Ayala *et al.* 2008; Ashrafi *et al.* 2014).

Crianza de animales: el parásito *F. hepatica* demanda de un reservorio acuático y un huésped intermediario para consumir su ciclo de vida. Comúnmente, es descrita como una trematodiasis relacionada a bovinos y ovinos. No obstante, en porcinos y burros se ha confirmado el potencial de expulsar y dispersar huevos viables aptos para infectar al caracol limneido. Igualmente, se ha informado su presentación en caprinos, equinos, conejos, cuyes, ratones, alpacas, llamas y vicuñas (Ayala *et al.* 2008; Jiménez *et al.*

2001). Los animales, como hospederos definitivos, se encuentran en riesgo de reinfección continua, ejerciendo en el proceso epidemiológico un rol transcendental en la propagación de la fascioliasis. La deficiente implementación de programas de control veterinario ocasiona que se sostenga la endemia (Marcos *et al.* 2004; Marcos *et al.* 2005a). En consecuencia, la convivencia con animales domésticos, especialmente bovinos y porcinos, incrementa el riesgo de infección en niños (Marcos *et al.* 2005a; Valderrama *et al.* 2019).

Coinfección con enteroparásitos: la manifestación de parásitos coinfectantes hace que el análisis de las consecuencias de la fascioliasis en el desarrollo del niño sea difícil (Zumaquero *et al.* 2013). Los niños con poliparasitismo e infectados con protozoarios presentan mayor riesgo de fascioliasis (Valderrama *et al.* 2021). Tal como se muestra en la tabla 3, los enteroparásitos más frecuentes en niños de edad escolar son *Giardia lamblia/intestinalis*, *Ascaris lumbricoides*, *Blastocystis hominis*, *Trichuris trichiura*, *Entamoeba histolytica/Entamoeba dispar*, *Enterobius vermicularis*, *Hymenolepis nana*, *Dicrocoelium dendriticum*, entre otros (Marcos *et al.* 2004, Marcos *et al.* 2006; Steinmanna *et al.* 2010; Tezer *et al.* 2013; Zumaquero *et al.* 2013).

Signos clínicos: los síntomas más comúnmente relacionados a fascioliasis incluyen complicaciones intestinales, anorexia, dolor abdominal, fiebre, eosinofilia y hepatomegalia en la fase aguda (Ayala *et al.* 2008; Marcos *et al.* 2005a). Sin embargo, en un cuadro crónico existirá dolor abdominal de localización epigástrica, vómitos e ictericia como signos clínicos característicos (León y Cabanillas 2014; Loja *et al.* 2003), conjuntamente con náuseas, intolerancia a los alimentos grasos, cólico biliar y anemia (Mas-Coma 2004).

La presentación crónica se da en la mayoría de los casos donde el dolor abdominal es el síntoma predominante, acompañado a veces de prurito e ictericia. Los casos avanzados son poco frecuentes debido al dificultoso acceso de los pobladores para acudir a los centros de salud. Es posible que el parásito intervenga en la generación de hematomas hepáticos al penetrar la cápsula de Glisson y el parénquima hepático (Albán *et al.* 2002). En la tabla 4 se muestran organizadamente las signo-sintomatologías por daño hepático, presentación clínica en laboratorio y por imágenes, trastornos gastrointestinales, del sistema respiratorio y sistema nervioso, donde el signo clínico más reportado es el dolor abdominal, seguido de cefalea, vómitos y fiebre.

Estado nutricional: la disminución de peso es un factor asociado a fascioliasis, lo que implica que una persona con bajo peso, especialmente con delgadez severa, posea una mayor posibilidad de llegar a ser diagnosticado como positivo, sin considerar si esta condición está relacionada con la fase crónica de la enfermedad (León y Cabanillas 2014; Valderrama 2021). Asimismo, numerosas investigaciones demuestran la asociación entre parasitismo y peso/edad/talla de niños (Ordóñez *et al.* 2002).

CONCLUSIONES

Muchas localidades de la sierra peruana alcanzan niveles hiperendémicos de fascioliasis en bovinos y ovinos. Por otro lado, se han reportado casos en niños de edad escolar, en 11 de las 24 regiones del país, desde los 154 a 4.080 msnm, lo cual demuestra que la prevalencia incrementa respecto a la altitud. Puno y Cajamarca presentan las prevalencias más altas.

Perú, Bolivia, Camboya y Venezuela son los países alrededor del mundo con

mayor prevalencia de fascioliasis en niños de edad escolar.

Se han reportado como factores asociados a fascioliasis el sexo y la edad de los niños, labores agrícolas, características de la vivienda, consumo de comidas y bebidas, crianza de animales, coinfección con parásitos intestinales, signo-sintomatologías por daño hepático, presentaciones clínicas por laboratorio y por imágenes, trastornos gastrointestinales, del sistema respiratorio y nervioso y estado nutricional.

La fascioliasis, a pesar de su distribución mundial y de disponer de medidas de análisis específicas, todavía presenta problemas de diagnóstico, si se considera que la sintomatología deriva de la fase de la infección y de otras afecciones que manifiesten cuadros afines. Sin embargo, el signo clínico más reportado es el dolor abdominal.

CONFLICTO DE INTERESES

La redacción del manuscrito no ha implicado beneficios diferentes a los que naturalmente asume la investigación. En consecuencia, mi persona no tiene ningún conflicto de interés al respecto.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

La presente revisión sistemática de la literatura no requirió fuentes de financiación y ha sido el resultado del rigor académico del autor en la recopilación de la información.

REFERENCIAS

Abdul S, Figueira I, Madera C, Olaizola C, Contreras R, Sánchez MA, Colmenares C, Safar ML. 2009. Estudio de la fascioliasis hepática humana y parasitosis intestinales en el caserío Mesa Arriba del municipio Carache, estado Trujillo, Venezuela. Revista de la Sociedad Venezolana

- de Microbiología. 29(2):128-132. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562009000200011
- Agin M, Kayar Y, Dertli R. 2020. Diagnosis and Treatment of Fasciola Hepatica With Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography in a Child Patient: Case Report. *Cureus*. 12(9):1-4. Disponible en: <https://doi.org/10.7759/cureus.10486>
- Albán M, Jave J, Quispe T. 2002. Fascioliasis en Cajamarca. *Rev Gastroenterol Perú*. 22(1):28-32. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292002000100004
- Arias-Pacheco C, Lucas JR, Rodríguez A, Córdoba D, Lux-Hoppe EG. 2020. Economic impact of the liver condemnation of cattle infected with Fasciola hepatica in the Peruvian Andes. *Trop Anim Health Prod*. 52(4):1927-1932. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02211-y>
- Ashrafi K, Bargues D, O'Neill S, Mas-Coma S. 2014. Fascioliasis: A worldwide parasitic disease of importance in travel medicine. *Travel Medicine and Infectious Disease*. 12(6):636-649. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1477893914001665>
- Ashrafi K, Valero MA, Massoud J, Sobhani A, Solaymani S, Conde P, Khoubbane M, Bargues MD, Mas-Coma S. 2006. Plant-borne human contamination by fascioliasis. *Am. J. Trop. Med. Hyg*. 75(2):295-302. Disponible en: <https://www.ajtmh.org/view/journals/tpmd/75/2/article-p295.xml>
- Ayala MS, Bustamante ES, González M. 2008. Estado actual de la fascioliasis en Mollebamba, Santiago de Chuco, Región La Libertad y su abordaje por niveles de atención y prevención. *Rev. Med. Vallejiana*. 5(2):89-99. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/318838154>
- Bahram N, Sharbatkhorri M, Tohidi F, Ghasemikhah R. 2020. Serological Study of Fascioliasis Using Indirect ELISA in Gorgan City, Golestan Province, Northern Iran. *Iran J Parasitol*. 15(3):418-424. Disponible en: <https://doi.org/10.18502/ijpa.v15i3.4207>
- Bárcena E. 1994. Distomatosis en bovinos y ovinos en zonas altas de Cotabambas Apurímac, Perú. *Revista del Instituto de Investigación de bovinos y ovinos*. 1:78-83
- Bayhan Gİ, Özkan AT, Beyhan YE. 2020. The clinical characteristics of fascioliasis in pediatric patients. *Turk Pediatri Ars*. 55(1): 67-71. <https://doi.org/10.5152/TurkPediatriArs.2018.6842>
- Bedriñana IF, Ango AH. 2000. Frecuencia de fascioliasis, hidatidosis y cisticercosis en animales beneficiados en el Camal San Juan Bautista (2750 msnm) Ayacucho. En: Cuarto Congreso Peruano de Parasitología, 2000, Asociación Peruana de Parasitología, Lima, Perú.
- Bekana T, Berhe N, Eguale T, Aemero M, Medhin G, Tulu B, G/Hiwot Y, Liang S, Hu W, Erko B. 2021. Prevalence and factors associated with intestinal schistosomiasis and human fascioliasis among school children in Amhara Regional State, Ethiopia. *Trop Med Health*. 49(1):35. <https://doi.org/10.1186/s41182-021-00326-y>
- Belgin G, Yükksek K, Tezer H, Parlakay Ö, Dalgıç B, Dalgıç A, Yılmaz G. 2015. Partial Hepatectomy for the Resistant Fasciola Hepatica Infection in a Child. *APSP J Case Rep*. 6(3):27. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26623254/>
- Beyhan YE, Yılmaz H. 2020. Seroprevalence of fascioliasis in the eastern region of Turkey: an eight-year investigation. *Turk J Gastroenterol*. 31(1):746-751. <https://doi.org/10.5152/tjg.2020.19243>
- Bless PJ, Schära F, Khieua V, Krammea S, Muthc S, Martia H, Odermatt P. 2015. High prevalence of large trematode eggs in schoolchildren in Cambodia. *Acta Trop*. 141:295-302. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2014.09.007>
- Cabada M, Castellanos-Gonzalez A, López M, Caravedo MA, Arque E, White AC. 2016. *Fasciola hepatica* Infection in an Indigenous Community of the Peruvian Jungle. *Am. J. Trop. Med. Hyg*. 94(6):1309-1312. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0769>
- Cabada M, Morales ML, Webb C, Yang L, Bravenec C, Lopez M, Bascope R, White C, Gotuzzo E. 2018. Socioeconomic Factors Associated with Fasciola hepatica Infection Among Children from 26 Communities of the Cusco Region of Peru. *Am J Trop Med Hyg*. 99(5):1180-1185. <http://dx.doi.org/10.4269/ajtmh.18-0372>
- Cabada MM, Goodrich MR, Graham B, Villanueva-Meyer PG, Lopez M, Arque E, White AC. 2014. Fascioliasis and eosinophilia in the highlands of

- Cuzco, Peru and their association with water and socioeconomic factors. The American journal of tropical medicine and hygiene. 91(5):989-993. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.14-0169>
- Caravedo MA, White AC, Morales ML, López M, Tanabe MB, Baca-Turpo B, Arque E, Madrid D, Vallabh P, Bascope R, Cabada MM. 2021. Comparison of Liver Condemnation and Bile Microscopy As Tools to Estimate Fasciola hepatica Prevalence and Burden in the Anta Province of Cusco in Peru. Vector-Borne and Zoonotic Diseases. 21(9):707-712. <http://doi.org/10.1089/vbz.2020.2753>
- Carrada T, Escamilla JR. 2005. Fasciolosis: revisión clínica-epidemiológica actualizada. Rev Mex Patol Clin. 52(2):83-96. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2005/pt052d.pdf>
- Carrión-Ascarza YP, Bustinza-Cárdenas RH, Valde-rrama-Pomé AA. 2021. Comiso de vísceras por fascioliasis y equinococosis quística en bovinos, ovinos y caprinos faenados en Apurímac, Perú. Rev MVZ Córdoba. 26(2):1-10. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2056>
- Cengiz ZT, Yılmaz H, Dülger AC, Akdeniz H, Karahocagil MK, Çiçek M. 2015. Seroprevalence of human fascioliasis in Van province, Turkey. Turk J Gastroenterol. 26(1):259-262. <https://doi.org/10.5152/tjg.2015.8001>
- Chávez A, Sánchez L, Arana C, Suárez F. 2012. Resistencia a antihelmínticos y prevalencia de fasciolosis bovina en la ganadería lechera de Jauja, Perú. Rev Inv Vet Perú. 23(1):90-97. <https://doi.org/10.15381/rirep.v23i1.887>
- Chávez-Arce EV, Zumarán G. 2021. Frecuencia de fascioliasis en ganado y de *Fasciola hepatica* en caracoles Lymnaeidae en el distrito de Huanca, Arequipa, Perú. Rev Inv Vet Perú. 32(3):1-17. <https://doi.org/10.15381/rirep.v32i3.17607>
- Choque R. 2007. Prevalencia e influencia económica por decomiso de viseras infestadas con fasciolosis e hidatidosis en vacunos beneficiados en el camal municipal de Juliaca. Tesis de grado. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano.
- Cordero KF. 2016. Prevalencia de *Fasciola hepatica* en bovinos beneficiados en el Centro de Faenamiento FRILISAC entre los años 2012-2015. Tesis de grado. Lima, Perú. Universidad Ricardo Palma. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/902>
- De NV, Minh PN, Bich NN, Chai J. 2020. Seroprevalence of Tissue and Luminal Helminths among Patients in Hanoi Medical University Hospital, Vietnam, 2018. Korean J Parasitol. 58(4):387-392. <https://doi.org/10.3347/kjp.2020.58.4.387>
- Deveci U, Oztürk T, Ustün C. 2011. A case of radiologically diagnosed pediatric Fasciola hepatica]. Türkiye Parazitoloj Derg. 35(2):117-119. <https://doi.org/10.5152/tpd.2011.29>
- Díaz CM. 2018. Comparación epidemiológica de la parasitosis producida por *Fasciola hepatica* y *Paramphistomon* sp en los animales sacrificados en el matadero municipal de Huancabamba. Tesis de grado. Piura, Perú. Universidad Nacional de Piura. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1471/VET-DIA-ESP-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz R, Garcés M, Millán LM, Pérez J, Millán JC. 2011. Comportamiento clínico *Paramphistomon* sp terapéutico de *Fasciola hepatica* en una serie de 87 pacientes. Rev cuba med trop. 63(3):268-274. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602011000300012
- Díaz Quevedo C, Frias H, Cahuana GM, Tapia-Limonchi R, Chenet SM, Tejedo JR. 2021. High prevalence and risk factors of fascioliasis in cattle in Amazonas, Peru. Parasitology International. 85:1-6. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2021.102428>
- Dorny P, Praet N, Dekers N, Gabriel S. 2009. Emerging food-borne parasites. Veterinary Parasitology. 163(3):196-206. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.05.026>
- Durán AO, Rodríguez C. 2013. Caracterización de fasciolosis en pacientes que acuden por gastroenterología al centro de salud San Jerónimo, Cusco. Tesis de grado. Cusco, Perú. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/884/253T20130006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Elmonir W, Elaadli H, Amer A, El-Sharkawy H, Bessat M, Mahmoud SF, El-Tras W. 2021. Prevalence of intestinal parasitic infections and their associated

- risk factors among preschool and school children in Egypt. PLoS ONE. 16(9):1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258037>
- Espinoza JR, Terashima A, Herrera-Velit P, Marcos LA. 2010. Fascioliasis humana y animal en el Perú: Impacto en la economía de las zonas endémicas. Rev Perú Med Exp Salud Pública. 27(4):604-612. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2010.274.1535>
- Esteban J, González C, Bargues MD, Angles R, Sánchez C, Náquira C, Mas-Coma S. 2002. High fascioliasis infection in children linked to a man-made irrigation zone in Peru. Tropical Medicine and International Health. 7(4):339-348. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3156.2002.00870.x>
- Esteban JG, Bargues MD, Mas-Coma S. 1998. Geographical distribution, diagnosis and treatment of human fascioliasis: a review. Research and Reviews in Parasitology. 58(1):13-42. Disponible en: https://bibliotecavirtual.ranf.com/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1002097
- Esteban JG, Flores A, Aguirre C, Strauss W, Angles R, Mas-Coma S. 1997. Presence of very high prevalence and intensity of infection with *Fasciola hepatica* among Aymara children from the Northern Bolivian Altiplano. Acta Tropica. ; 66(1):1-14. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(97\)00669-4](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(97)00669-4)
- Fica A, Dabanch J, Farias C, Castro M, Jercic MI, Weitz T. 2011. Acute fascioliasis-clinical and epidemiological features of four patients in Chile. Clinical Microbiology and Infection. 18(1):91-96. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03575.x>
- Flores OA. 2014. Prevalencia de distomatosis e hidatidosis en vacunos beneficiados en el camal municipal de Calca. Tesis de grado. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano.
- Gil LC, Díaz A, Rueda C, Martínez C, Castillo D, Apt W. 2014. Fascioliasis hepática humana: resistencia al tratamiento con triclabendazol. Rev méd Chile. 142(10):1330-1333. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872014001000014>
- González LC, Estebana JG, Bargues MD, Valero MA, Ortiz P, Náquira C, Mas-Coma S. 2011. Hyperendemic human fascioliasis in Andean valleys: An altitudinal transect analysis in children of Cajamarca province, Peru. Acta Tropica. 120(1-2):119-129. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2011.07.002>
- Hammami H, Hamed N, Ayadi A. 2007. Epidemiological studies on *Fasciola hepatica* in Gafsa oases (south west of Tunisia). Parasite. 14(3):261-264. <https://doi.org/10.1051/parasite/2007143261>
- Ibáñez N, Jara C, Guerra A, Díaz E. 2004. Prevalencia del enteroparasitismo en escolares de comunidades nativas del Alto Marañón, Amazonas, Perú. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 21(3):126-133. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342004000300003
- Jara-Campos CA, Escalante-Añorga HM, Davelois KR, Benites AR, Casana-Mantilla WM. 2019. Infección por *Fasciola hepatica* en escolares de la provincia de Pataz (La Libertad, Perú): prevalencia y perfil hepático. Rev Med Trujillo. 14(2):66-78. <http://dx.doi.org/10.17268/rmt.2019.v14i02.01>
- Jiménez J, Loja D, Ruiz E, Maco V, Marcos L, Aviles R. 2001. Fascioliasis hepática: ¿Un problema diagnóstico? Revista de Gastroenterología del Perú. 21(2):148-152.
- Karahocagila MK, Akdeniza H, Sunnetcioglu M, Cicekb M, Metec R, Akmand N, Ceylane E, Karsena H, Yapici K. 2011. A familial outbreak of fascioliasis in Eastern Anatolia: A report with review of literature. Acta Tropica. 118(3):177-183. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2008.08.013>
- León D, Cabanillas O. 2014. Factores de riesgo asociados a fascioliasis humana en tres provincias del departamento de Cajamarca, Perú (Periodo 2010). Salud tecnol Vet. 2(1):7-13. <https://doi.org/10.20453/stv.v2i1.2061>
- Levano GL. 2020. Prevalencia y factores de riesgo de *Fasciola hepatica* en distritos de la sierra región Lima. Tesis de grado. Lima, Perú. Universidad Nacional Federico Villareal. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4733/LEVANO%20C%3e81CERES%20GINA%20LUCIANA-%20TITULO%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Loja D, Alvizuri J, Vilca M, Avilés R. 2003. Sánchez M. Hematoma hepático subcapsular por fasciola. Rev gastroenterol Perú. 23(2):142-148.

- Disponble en: <http://www.revistagastroperu.com/index.php/rgp/article/view/775/751>
- López M, Clinton-White A, Cabada MM. 2012. Burden of *Fasciola hepatica* Infection among Children from Paucartambo in Cusco, Peru. *Am J Trop Med Hyg.* 86(3):481-485. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2012.11-0448>
- Lukambagire AH, Mchale D, Nyindo M. 2015. Diagnosis of human fascioliasis in Arusha region, northern Tanzania by microscopy and clinical manifestations in patients. *BMC Infectious Diseases.* 15(578):1-8. <https://doi.org/10.1186/s12879-015-1326-9>
- Maciel MG, Lima WDS, de Almeida FLM, Coelho LIARC, Araújo GAN, Lima MG, Maciel LHG, Pereira CAJ, Maciel TCDS, Guerra JAO, Santana RAG, Guerra MDGVB. 2018. Cross-Sectional Serological Survey of Human Fascioliasis in Canutama Municipality in Western Amazon, Brazil. *J Parasitol Res.* 1-8. <https://doi.org/10.1155/2018/6823638>
- Mamani A. 2011. Prevalencia y pérdida económica debido al decomiso de vísceras por fasciolosis e hidatidosis en vacunos beneficiados en el camal municipal de Huancané. Tesis de grado. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano.
- Mamani W. 2005. Prevalencia de la Fasciolosis Bovina Beneficiados en el camal municipal de Juliaca. Tesis de grado. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano.
- Manrique J, Cuadro S. 2002. Fasciolosis Buscando Estrategias de Control. Primera edición. Arequipa: Akwarella Editores. 71 p.
- Mantari C, Chávez A, Suárez F, Arana C, Pinedo Rosa, Ccenta R. 2012. Fasciolosis en niños de tres distritos del departamento de Junín, Perú. *Rev Inv Vet Perú.* 23(4):454-461. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172012000400008
- Marcos L, Maco V, Samalvides F, Terashima A, Espinoza JR, Gotuzzo E. 2006. Risk factors for *Fasciola hepatica* infection in children: a case-control study. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene.* 100(2):158-66. <https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2005.05.016>
- Marcos L, Maco V, Terashima A, Samalvides F, Espinoza JR, Gotuzzo E. 2005a. Fascioliasis in relatives of patients with *Fasciola hepatica* infection in Peru. *Rev Inst Med trop S. Paulo.* 47(4):219-222. <https://doi.org/10.1590/s0036-46652005000400008>
- Marcos L, Romani L, Florencio L, Terashima A, Canales M, Nestares J, Huayanay L, Gotuzzo E. 2007. Zonas hiperendémicas y mesoendémicas de la infección por *Fasciola hepatica* aleañas a la ciudad de Lima: ¿Una enfermedad emergente? *Rev Gastroenterol Perú.* 27(1):21-26. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292007000100005
- Marcos LA, Maco V, Castillo M, Terashima A, Zepa R, Gotuzzo E. 2005b. Reporte de casos de fascioliasis en el Instituto Especializado de Salud del Niño, Lima, Perú (1988-2003). *Rev Gastroenterol Perú.* 25(2):198-205. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292005000200009
- Marcos LA, Maco V, Terashima A, Samalvides F, Miranda E, Tantalean M, Espinoza JR, Gotuzzo E. 2004. Hiperendemicidad de fasciolosis humana en el Valle del Mantaro, Perú: Factores de riesgo de la infección por *Fasciola Hepática*. *Rev Gastroenterol Perú.* 24(2):158-164. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292004000200007&lng=es
- Marcos LA, Maco V, Terashima A; Samalvides F, Gotuzzo E. 2002. Características clínicas de la infección crónica por *Fasciola hepatica* en niños. *Rev Gastroenterol Perú.* 22(3):228-233. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292002000300006#:~:text=La%20forma%20aguda%20%C3%ADpica%20es,algunas%20veces%20conducen%20a%20anemia.
- Martínez I, Gutiérrez M, Romero R, Ruiz L, Gutiérrez EM, Alpizar A, Pimienta RJ. 2006. Seroepidemiology of fascioliasis in school children in Mexico City. *Rev Biomed.* 17(4):251-257. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=13867>
- Mas-Coma S, Agramunt VH, Valero MA. 2013. Direct and indirect affection of the central nervous system by *Fasciola* infection. *Handbook of Clinical Neurology.* 114(3):297-310. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53490-3.00024-8>

- Mas-Coma S, Bargues MD, Valero MA. 2018. Human fascioliasis infection sources, their diversity, incidence factors, analytical methods and prevention measures. *Parasitology*. 147(5):1665-1699. <https://doi.org/10.1017/S0031182018000914>
- Mas-Coma S, Esteban JG, Bargues MD. 1999. Epidemiology of human fascioliasis: a review and proposed new classification. *Bull. World Health Organ* [Internet]. 77(4):340-346. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10327713/>
- Mas-Coma S. 2004. Human fascioliasis: Epidemiological patterns in human endemic areas of South America, Africa and Asia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 35(Suppl 1):1-11. Disponible en: https://www.academia.edu/25138906/Human_Fascioliasis_Epidemiological_patterns_in_human_endemic_areas_of_South_America_Africa_and_Asia
- Mas-Coma S. 2005. Epidemiology of fascioliasis in human endemic areas. *J. Helminth*. 79(3):207-216. <https://doi.org/10.1079/joh.2005296>
- Matthys B, Bobieva M, Karimova G, Mengliboeva Z, Jean V, Hoimnazarova M, Kurbonova M, Lohourignon LK, Utzinger J, Wyss K. 2011. 2011. Prevalence and risk factors of helminths and intestinal protozoa infections among children from primary schools in western Tajikistan. *Parasites & Vectors*. 4(195):1-13. <http://dx.doi.org/10.1186/1756-3305-4-195>
- Merino Trujillo K y Valderrama Pomé AA. 2017. *Fasciola hepatica* en bovinos del valle interandino de Aymaraes (Perú): identificación de factores asociados. *Rev Med Vet*. 34(1):137-147. <https://doi.org/10.19052/mv.4262>
- Mollinedo S, Gutierrez P, Azurduy R, Valle F, Salas A, Mollinedo Z, Soto P, Villarroel CF, Ransom J, Lawrence R, Berman J, Soto J. Mass. 2019. Mass Drug Administration of Triclabendazole for *Fasciola Hepatica* in Bolivia. *Am J Trop Med Hyg*. 100(6):1494-1497. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.19-0060>
- Morales ML, Tanabe MB, White AC Jr, Lopez M, Bascope R, Cabada MM. 2021. Triclabendazole Treatment Failure for *Fasciola hepatica* Infection among Preschool and School-Age Children, Cusco, Peru. *Emerg Infect Dis*. 27(7):1850-1857. <https://doi.org/10.3201/eid2707.203900>
- Najib MA, Izani N, Amilah W, Faez AM, Shafizol Z. 2020. A Scoping Review of the Prevalence of Fascioliasis in Malaysia and Risk Factors for Infection. *The Malaysian journal of medical sciences*. 27(1):22-36. <https://doi.org/10.21315/mjms2020.27.1.3>
- Nguyen T, Cheong FW, Liew JWK, Lau YL, Nguyen. 2016. Seroprevalence of fascioliasis, toxocarasis, strongyloidiasis and cysticercosis in blood samples diagnosed in Medic Medical Center Laboratory, Ho Chi Minh City, Vietnam in 2012. *Parasites & Vectors* . 9(486):1-8. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1780-2>
- Ordóñez LE, Angulo ES. 2002. Desnutrición y su relación con parasitismo intestinal en niños de una población de la Amazonia colombiana. *Biomedica*. 22(4):486-498. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/1175>
- Orfanos N, Cabanillas O, León D. 2016. Frecuencia relativa de fasciolosis en niños de edad escolar en las provincias de San Marcos, Cajabamba y Celendín, departamento de Cajamarca año 2010. *Salud y Tecnología Veterinaria*. 3(2):78-84. <https://doi.org/10.20453/stv.v3i2.2829>
- Ortiz P. 2011. Estado actual de la infección por *Fasciola hepatica* en Cajamarca, Perú. *Biomédica*. 31(3):172-173.
- Pehlivanoğlu B, Doğanavşarg B, Sezak M, Nalbantoğlu I, Korkma M. 2016. Gastrointestinal Parasitosis: Histopathological Insights to Rare But Intriguing Lesions of the Gastrointestinal Tract. *Turkish Journal of Pathology*. 32(2):82-90. <https://doi.org/10.5146/tjpath.2015.01350>
- Periago MV, Valero MA, Artigas P, Agramunt VH, Bargues MD, Curtale F, Mas-Coma S. 2021. Very High Fascioliasis Intensities in Schoolchildren from Nile Delta Governorates, Egypt: The Old World Highest Burdens Found in Lowlands. *Pathogens*. 10(9):1-20. <https://doi.org/10.3390/pathogens10091210>
- Phimpraphai W, Tangkawattana S, Kasemsuwan S, Sripa B. 2018. Social Influence in Liver Fluke Transmission: Application of Social Network Analysis of Food Sharing in Thai Isaan Culture. *Adv Parasitol*. 101(1):97-124. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2018.05.004>

- Quispe W, Beltrán M, Vargas N, Cabanillas J, Sánchez R, Valderrama A. 2021. Hiperendemicidad de fasciolosis y factores de riesgo en niños de edad escolar del distrito de Orurillo, Puno. *Rev Inv Vet Perú*. 32(5):1-12. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19462>
- Ramos EA, Alva RM, Leiva JC. 2020. Pérdidas económicas y factores asociados al decomiso de hígados con *Fasciola hepatica* en Chiclayo, Perú. *Peruvian Agricultural Research*. 2(2). <https://doi.org/10.51431/par.v2i2.644>
- Recalde DP, Padilla L, Giraldo MI, Toro LH, Gonzalez MM, Castaño JC. 2014. Prevalencia de *Fasciola hepatica*, en humanos y bovinos en el departamento del Quindío-Colombia 2012-2013. *Infectio*. 18(4):153-157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infect.2014.09.001>
- Rodríguez C, Rivera M, Cabanillas Q, Pérez M, Blanco H, Gabriel J, Suarez W. 2011. Prevalencia y factores de riesgo asociados a parasitosis intestinal en escolares del distrito de Los Baños del Inca, Perú. *UCV-Scientia*. 3(2):181-186. <https://doi.org/10.18050/revucv-scientia.v3i2.909>
- Rodríguez JY. 2019. Prevalencia de *Fasciola hepatica* en niños de la I.E. 80712, distrito de Usquil-Región La Libertad. Tesis de grado. Trujillo, Perú. Universidad Privada Antenor Orrego. Disponible en: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4953/1/REP_MED.VETE_JEISSA.RODRIGUEZ_PREVALENCIA.FASCIOLA.HEPATICA.NI%C3%91OS.I.E.80712.DISTRITO.USQUIL.REGI%C3%93N.LA.LIBERTAD.pdf
- Rodríguez-Ulloa C, Rivera-Jacinto M, Chilón S, Ortiz P, Del Valle-Mendoza J. 2018. Infección por *Fasciola hepatica* en escolares del distrito de Condebamba, Cajamarca. *Rev Inv Vet Perú*. 29(4):1411-1420. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15191>
- Sakru N, Korkmaz M, Demirci M, Kuman A, Ok UZ. 2011. *Fasciola hepatica* infection in echinococcosis suspected cases. *Türkiye Parazitoloj Derg*. 35(2):77-80. <https://doi.org/10.5152/tpd.2011.20>
- Sánchez JT, Tay J, Salinas R, Ruiz D, Ordóñez J, Rodríguez JJ. 2001. Fasciolosis. Presentación de un caso y revisión acerca de esta trematodiosis. *Rev Mex Pediatr*. 68(1):17-20. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Fasciolosis.-Presentaci%C3%B3n-de-un-caso-y-revisi%C3%B3n-de-Vega-Zavala/058b79a9f125031466eb4babda700d16d4376257>
- Slifko TR, Smith HV, Rosea JB. 2000. Emerging parasite zoonoses associated with water and food. *International Journal for Parasitology*. 30(12-13):1379-1393. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00128-4](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00128-4)
- Staff PN, Acha B, Szyfres. 2003. Zoonoses and Communicable Diseases Common to Man and Animals: Parasitoses. 3a ed. Washington, DC: Pan American Health Organization. 136-140 p. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2012/Acha-Zoonoses-Eng.pdf>
- Steinmann P, Usubalievad J, Imanalievae Ch, Minbaevad G, Stefiuke K, Jeandronb A, Utzinger J. 2010. Rapid appraisal of human intestinal helminth infections among schoolchildren in Osh oblast, Kyrgyzstan. *Acta Tropica*. 116(3):178-184. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.06.008>
- Tezer, Kanik S, Özkaya A, Gülhan B, Tavil B, Tunç B. 2013. Evaluation of cases with *Fasciola hepatica* infection: experience in 6 children. *Asian Pac J Trop Dis*. 3(3):211-216. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(13\)60043-2](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(13)60043-2)
- Ticona D, Chávez A, Casas G, Chavera A, Li O. 2010. Prevalencia de *Fasciola hepatica* en bovinos y ovinos de Vilcashuamán, Ayacucho. *Rev Inv Vet Perú*. 21(2):168-174. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172010000200004
- Torrel S, Rojas J, Vera J, Huamán O, Plasencia O, Oblitas I. 2014. Prevalencia de parafistomosis y fasciolosis en ganado bovino lechero del valle de Cajamarca, Perú. En: 24.º Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal; 2015 noviembre 9-13, Puerto Varas, Chile, p 315-316. Disponible en: <http://mrojas.perulactea.com/2014/11/19/prevalencia-conjunta-de-parafistomosis-y-fasciolosis-en-bovino-lechero-del-valle-de-cajamarca/>
- Trueba G, Guerrero T, Fornasini M, Casariego I, Zapata S, Ontaneda S, Vasco L. 2000. Detection of *fasciola hepatica* infection in a community located in the Ecuadorian Andes. *Am J Trop*

- Med Hyg. 62(4):518. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2000.62.518>
- Turpo ID. 2006. Frecuencia de fasciolosis e hidatidosis en bovinos beneficiados en el camal de Sicuani-Cusco. Tesis de grado. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: https://www.academia.edu/40690256/Nota_cient%C3%ADfica
- Valderrama A, Serrano D, Trujillo J, Merino K, Serrano K, Gavidia C, Quispe W. 2019. Crianza de animales domésticos como factor de riesgo de fascioliasis humana. Rev Inv Vet Perú. 30(2):864-873. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/16083>
- Valderrama-Pomé AA. 2016. Prevalencia de fascioliasis en animales poligástricos de Perú, 1985-2015. Rev Med Vet. 32(1):121-129. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n32/n32a12.pdf>
- Valderrama-Pomé A, Merino-Trujillo K, Serrano-Olivares K, Serrano-Ramos D, Trujillo-Cervantes J, Gavidia-Chucán C, Quispe-Paredes W. 2021. Asociación de fascioliasis con el estado nutricional y coinfección enteroparasitaria en niños. Revista Cubana de Medicina Tropical. 73(1):1-18. Disponible en: <https://revmedtropical.sld.cu/index.php/medtropical/article/view/376>
- Valencia N, Pariona A, Huamán M, Miranda F, Quintanilla S, Gonzáles A. 2005. Seroprevalencia de fascioliasis en escolares y en ganado vacuno en la provincia de Huancavelica, Perú. Rev Perú Med Exp Salud Pública. 22(2):96-102. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342005000200003
- Vignau ML, Venturini LM, Romero JR, Eiras DF, Basso WU. 2005. Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias de los animales domésticos. 1a ed. Argentina: Universidad Nacional de la Plata. 195 p. Disponible en: https://www.academia.edu/45912362/Parasitologia_practica_y_modelos_de_enfermedades_parasitaria_M_Vignau_L_Venturini_D_Eiras_W_Basso
- Villar LS, Sandoval LE. 2017. Prevalence of *Fasciola hepatica* infection in children from Cajamarca, Peru. Tesis de grado. Lima, Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621912?show=full>
- Webb CM, Morales ML, Lopez M, Baca-Turpo B, Arque E, White AC. 2021. Stunting in pre-school and school-age children in the Peruvian highlands and its association with Fasciola infection and demographic factors. PLoS Negl Trop Dis. 15(6):1-12 <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009519>
- Zoghi S, Emami M, Shahriarirad S, Vahedi R, Cheraghi MR, Zamiri B, Arefkhan N, Ghorbani F, Sarkari B. 2019. Human fascioliasis in nomads: A population-based serosurvey in southwest Iran. Infez Med. 27(1):68-72. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30882381/>
- Zumaquero JL, Sarracent J, Rojas R, Rojas L, Martínez Y. 2013. Fascioliasis and Intestinal Parasitoses Affecting Schoolchildren in Atlixco, Puebla State, Mexico: Epidemiology and Treatment with Nitazoxanide. Plos Negl Trop Dis. 7(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002553>

Forma de citación del artículo:

Valderrama-Pomé AA. 2023. Fascioliasis, una zoonosis emergente en Perú y el mundo: factores asociados a la infección en niños de edad escolar. Rev Med Vet Zoot. 70(1):85-110. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n1.102384>

Morfologia, produção e potencialidades na nutrição animal da melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*): uma revisão

G. C. Gois^{1*}, F. S. Campos², C. A. Araújo¹, G. G. L. Araújo²,
D. C. O. Carvalho¹

Recibido: 8/2/2022. Aprobado: 10/4/2022

RESUMO

A limitação, disponibilidade irregular e elevado custo de alguns alimentos que são produzidos em outras regiões e transportados para o semiárido brasileiro para serem fornecidos aos animais são alguns dos principais entraves para a atividade pecuária nessa região, resultando na necessidade de alternativas alimentares, especialmente volumosos com qualidade que possam ser utilizados para os rebanhos. Nessa condição, a melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) é um recurso forrageiro em potencial, já que se trata de uma planta de cultivo com ciclo rápido, propagação por sementes e que, além de ofertar nutrientes, é fonte de água aos animais, característica muito apreciada em regiões áridas e semiáridas. Assim, o objetivo desta revisão é traçar um quadro teórico de aspectos relacionados à morfologia, produção e potencialidades de uso da melancia forrageira na alimentação de pequenos ruminantes. Uma busca criteriosa de artigos científicos sobre características morfoagronômicas, produtividade e aplicações da melancia forrageira em dietas para ruminantes foi realizada. Embora se tenham poucos estudos que utilizem a melancia forrageira, os conhecimentos empíricos e científicos obtidos através dos anos indicam o seu uso como uma opção viável para uma complementação alimentar dos rebanhos nas épocas secas. Sua rusticidade aliada à sua resistência no período de pós-colheita são qualidades que lhe confere a qualificação de um recurso forrageiro com grande potencial.

Palavras-chave: alimento succulento, *Cucurbitaceae*, espécie forrageira.

Morphology, production and potentialities of forage watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) for animal nutrition: A review

ABSTRACT

The limitation, irregular availability, and high cost of some foods that are produced in other regions and transported to the Brazilian semi-arid region for animal feeding are some of the main obstacles to the livestock activity in this region, resulting in the

¹ Departamento de Zootecnia. Universidade Federal do Vale do São Francisco, 56304-917, Petrolina, Pernambuco, Brasil. E-mail: glayciane_gois@yahoo.com.br; alcleytonaraujo@hotmail.com

² Departamento de Zootecnia. Universidade Federal do Maranhão, Rodovia, 65500-000, Chapadinha, Maranhão, Brasil. E-mail: flemingcte@yahoo.com.br

³ Grupo de Estudos em Produção Biossalina. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Semiárido, 56302-970, Petrolina, Pernambuco, Brasil. E-mail: gherman.araujo@embrapa.br

* Autor correspondente: glayciane_gois@yahoo.com.br.

need to seek food alternatives, especially voluminous that can be used for cattle herds. In this context, the forage watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) is a potential forage resource, as it is a crop plant with a fast cycle, outstanding seed propagation, and a good source of nutrients and water for animals, a feature highly appreciated in arid and semi-arid regions. Consequently, this review sought to outline a theoretical framework of the aspects related to the morphology, production, and potential use of forage watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) in feeding small ruminants. For this purpose, we conducted a thorough search of scientific articles on morpho-agronomic characteristics, productivity, and applications of forage watermelon in diets for ruminants. Although few studies report the use of forage watermelon, the empirical and scientific knowledge obtained over the years indicates it is a viable option for supplementary feeding of herds during dry seasons. Its rusticity, combined with its resistance in the post-harvest period, are qualities that give forage watermelon the qualification of a forage resource with great potential.

Keywords: Succulent feed, Cucurbitaceae, forage species

INTRODUÇÃO

O balanço hídrico negativo e a biomassa forrageira são os principais fatores limitantes para a produção pecuária nas regiões áridas e semiáridas em muitos locais do mundo (Rojas-Downing et al. 2017). Particularmente nas estações secas, os animais ingerem alimentos de baixo teor de umidade, baixo valor nutricional e baixíssima digestibilidade (Silva et al. 2017). O consumo de água geralmente é limitado a uma vez por dia quando os animais têm acesso a um ponto de água e, na maioria das vezes, faz-se necessário o transporte dessa água até os animais. Desse modo, alimentos suculentos, caracterizados por apresentarem elevadas concentrações de água e baixos teores de matéria seca (MS), conservados na forma de silagem ou *in natura*, podem se constituir em importantes fontes de água aos rebanhos criados nessa região (Araújo 2015).

Nesse contexto, a melancia forrageira, também conhecida como “melancia de cavalo”, “melancia de porco”, “melancia do mato” ou “melancia abóbora”, é um recurso forrageiro em potencial, por ser uma planta de cultivo com ciclo rápido,

propagação por sementes e que, além de ofertar nutrientes, é importante fonte de água para os animais, característica muito apreciada em regiões áridas e semiáridas, e os frutos maduros podem ser armazenados de forma fácil e econômica, por um período de 8 a 12 meses. Há muito tempo a melancia forrageira vem sendo utilizada na alimentação animal por pequenos criadores do Nordeste do Brasil (Acar et al. 2014; Moraes et al. 2007; Mustafa et al. 2012; Santos et al. 2017a; Silva et al. 2009). Devido às secas que assolam o sertão semiárido brasileiro, a utilização da melancia forrageira cresceu, com intensificação dos plantios principalmente nos estados da Bahia e Pernambuco.

Uma particularidade com relação a essa forrageira está na sua conservação, já que, naturalmente, o fruto da melancia forrageira, após maduro, se conserva por mais de um ano sem perder suas qualidades nutricionais e sem apresentar podridão, tornando viável economicamente a utilização da cultura sem a necessidade de práticas de armazenamento sofisticadas (Kavut et al. 2014; Santos et al. 2018; Azeredo et al. 2022).

A partir desse contexto, o objetivo desta revisão é traçar um quadro teórico de aspectos relacionados à morfologia, produção e potencialidades de uso da melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) na alimentação de pequenos ruminantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Uma busca criteriosa de artigos científicos sobre características morfoagronômicas, produtividade e aplicações da melancia forrageira em dietas para ruminantes foi realizada nas seguintes bases de dados: periódicos Capes (<http://www.periodicos.capes.gov.br>), Web of Science (<https://www.webofscience.com>), SciELO (<https://www.scielo.br/>), Journal Name Author Estimator (Jane — <https://jane.biosemantics.org/>), Base de Dados da Pesquisa Agropecuária (BDPA — <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/>) e Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>).

Inicialmente, os critérios de inclusão das bibliografias na presente pesquisa foram trabalhos conduzidos entre 2016 e 2022 que tivessem como objeto de estudo a melancia forrageira da variedade *citroides*, com a utilização das palavras-chave “melancia forrageira”, “melancia de cavalo”, “*forage watermelon*” e “*Citrullus lanatus* var. *citroides*”. Devido ao escasso material encontrado, estendemos a pesquisa para buscas anteriores (1998-2016) ao período inicialmente estabelecido.

Previamente à escrita da revisão, seguimos as seguintes etapas: busca eletrônica e acesso aos estudos relevantes ao tema da pesquisa; leitura do acervo literário encontrado para a seleção de bibliográfica e a separação entre os tópicos que seriam abordados, e inclusão das bibliografias na análise exploratória da revisão.

Características da melancia forrageira

A melancia forrageira é uma planta nativa do deserto de Kalahari, no sul da África. Pertence à família *Cucurbitaceae*, subtribo *Benincasinae* e gênero *Citrullus*, o qual possui seis espécies: *Citrullus lanatus*, *Citrullus colocynthis*, *Citrullus mucosospermus*, *Citrullus ecirrhosus*, *Citrullus rehmanii* e *Citrullus naudinianus*. A espécie *Citrullus lanatus* engloba duas variedades botânicas, a *lanatus* e a *citroides*, esta última considerada silvestre e apresenta maior variabilidade genética (Chomicki e Rener 2015; Mashilo et al. 2017; Mujaju et al. 2013).

A espécie *Citrullus lanatus* var. *citroides* pode se adaptar e crescer sob condições severamente secas e de alta luz ultravioleta (Morimoto et al. 2021); logo, adapta-se às condições do Nordeste do Brasil, sendo popularmente conhecida como “melancia de cavalo” (Moraes et al. 2011). Trata-se de uma planta que tem sido utilizada em regiões com baixa pluviosidade e temperaturas elevadas (Mo et al. 2016; Rhee et al. 2015); muitas vezes são conservadas por mais de um ano sem perder suas qualidades nutricionais e sem necessidade de práticas sofisticadas de armazenamento. De acordo com Araújo (2015), em um hectare, a depender da quantidade e distribuição das chuvas, pode chegar a produzir de 25 a 30 t.

Segundo Silveira et al. (2005), a *Citrullus lanatus* var. *citroides* é um híbrido natural resultante do cruzamento entre *C. lanatus* e *C. colocynthis*. A planta apresenta crescimento rasteiro (Figura 1), com ramificações que podem alcançar de 3 a 5 m de comprimento e raízes de 25 a 30 cm, que se desenvolvem no sentido horizontal, concentrando-se na superfície do solo, embora algumas raízes alcancem maiores profundidades.

O caule tem hábito rasteiro e estrutura fina, longo, ramificado, flexível, cilíndrico, coberto por tricomas e apresenta gavinhas simples e espiraladas que auxiliam na sua fixação (Figura 2).

As folhas são simples, alternadas em pecíolos longos, divididas de três a sete lóbulos profundos nos bordos, com cerca de 7 a 15 cm de diâmetro (Figura 3) e formadas ao longo do caule ou ramos (Almeida 2008; Dias et al. 2001).



FIGURA 1. Pasto de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*)

Fonte: elaboração própria.



FIGURA 2. Caule de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*)

Fonte: elaboração própria.



FIGURA 3. Folhas de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*)

Fonte: elaboração própria.

As folhas são ricas em proteína (23%), minerais e flavonoides. Na África Austral, folhas tenras da melancia forrageira são cozidas (*morogo*, *talane*, *motshatsba* ou *mokhusa* na língua indígena sul-africana sepedi) e consumidas com mingau de milho, sorgo ou milheto (Ngwepe et al. 2021). As flores são solitárias, raramente agrupadas, axilares, opostas às gavinhas, de 2 a 3 cm de diâmetro, com cinco pétalas amarelas claras, que se abrem nas primeiras horas da manhã, e cinco sépalas esverdeadas (Figura 4).

As plantas geralmente começam a florir entre 40 e 60 dias após a semeadura. Os ovários são lanados, tornando-se glabrosos, lisos e brilhantes à medida que crescem. Durante a floração, as flores abrem entre 1 e 2 horas após o aparecimento do sol e se fecham no mesmo dia à tarde, para não mais abrirem, tendo ou não ocorrido a polinização (Lubarino 2015). A maioria

das flores é estaminada. Uma flor pistilada ou hermafrodita aparece em cada sétima ou oitava axila foliar (Paris 2015). Geralmente as cultivares são monoicas, mas algumas cultivares antigas ou indígenas são andromonoécicas (Deshmukh et al. 2015; Paris 2015).

A frutificação da melancia forrageira depende da polinização, a qual ocorre por abelhas ou por autopolinização, principalmente nas primeiras horas do dia (Lima 2014). Geralmente de 25 a 40 dias decorrem da antese até a maturação dos frutos, mas as indicações externas de maturação dos frutos são sutis. O fruto possui casca com coloração esverdeada a creme, lisa, casca dura, composta de um mesocarpo externo que contém uma região de braquiesclereides mais extensa e ampla, que confere a dureza e resistência a impactos e à deterioração (Mujaju et al. 2011 [Figura 5]).



FIGURA 4. Flor feminina (A) e flor masculina (B) da melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*)
Fonte: elaboração própria.



FIGURA 5. Fruto de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) em estágio inicial
Fonte: elaboração própria.

Sua polpa é branca, suculenta, geralmente consistente (de 19 a 23 N) e com baixo teor de sacarose (de 3,39 a 4,02 °Brix), rica em vitaminas e serve como uma boa fonte de fitoquímicos (Oliveira e Bernardino 2000; Yadav et al. 2016).

Apresentam tamanhos variáveis e diferentes formatos; segundo Nuez (1998), o formato do fruto pode variar entre alongado,

elíptico, deprimido, ovalado e redondo para as ambas as variedades (Figura 6). O fruto maduro conserva-se por mais de um ano sem perder suas qualidades nutricionais, sendo interessante que a sua conservação é viável mesmo no próprio campo de cultivo, sob sol escaldante nas áreas secas do Nordeste, sem necessidade de práticas sofisticadas de armazenamento (Lubarino

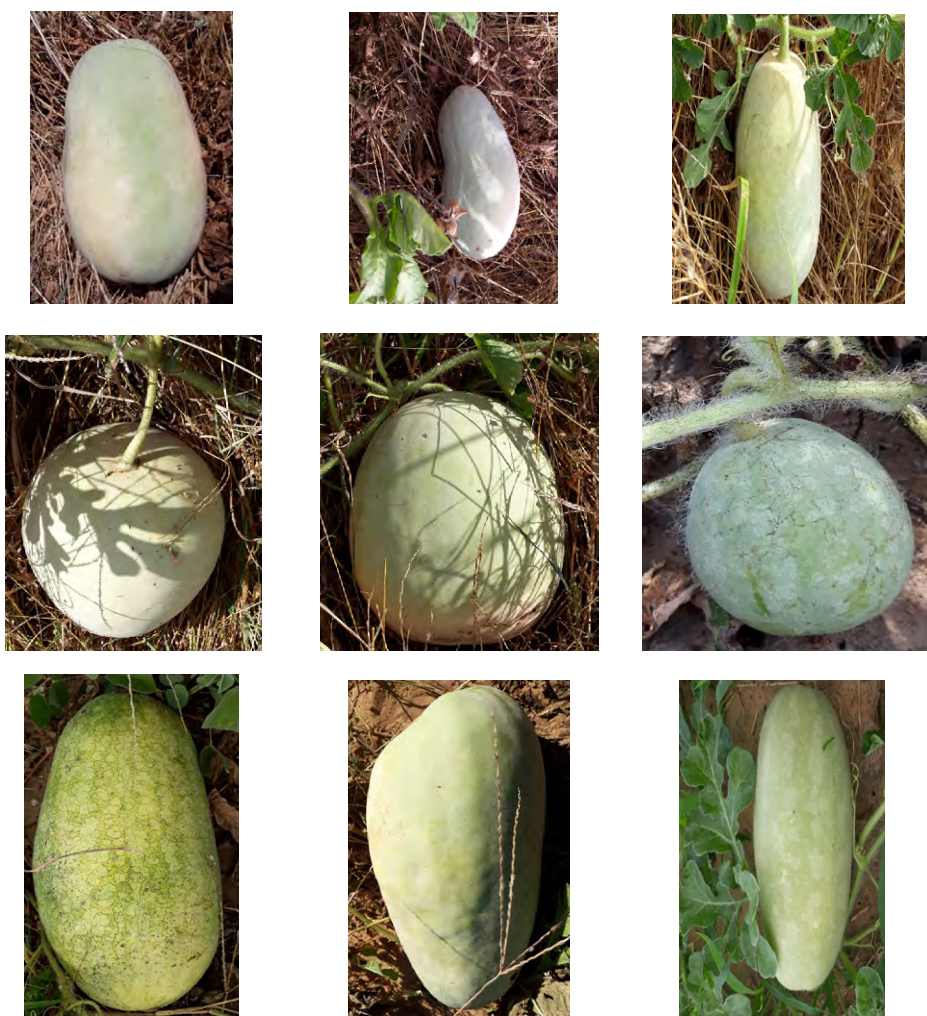


FIGURA 6. Diferentes formatos do fruto de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*)

Fonte: elaboração própria.

2015). Azeredo (2018), ao analisar as características produtivas da melancia forrageira submetida a diferentes lâminas de irrigação (100, 75, 50 e 25% da ET_o), no município de Petrolina, Pernambuco, em dois ciclos de avaliação, verificou que não houve diferença da perda de água dos frutos durante o período de 11 semanas de avaliação, com valores médios entre 1,53 e 1,88% do peso inicial dos frutos.

O fruto é altamente resistente a nematoides radiculares e a algumas doenças (Acar et al. 2009). Além disso, é utilizado para alimentar animais em diversas regiões do mundo e para a alimentação humana (Nantoumé et al. 2013). Na Ilha de Córsega (França), a polpa é consumida cozida em forma de compota (Mujaju et al. 2010) e, no Mali (Tombouctou), as sementes são utilizadas na extração de óleo, como fonte proteica e energética (Jensen et al. 2011). Segundo Hassan et al. (2011), o fruto da melancia forrageira

é diurético e contribui para o tratamento de cálculos hidropáticos e renais, e a sua casca é prescrita em casos de intoxicação alcoólica e diabetes. Também é relatada a presença de grandes quantidades de antioxidantes, como a citrulina na casca do fruto (Naz et al. 2014).

Cada fruto pode conter 200 ou mais sementes que estão espalhadas pela polpa (Figura 7 [Perkins-Veazie et al. 2012]). As sementes possuem um revestimento carnososo que é a camada remanescente do nucelo (El-Adawy e Taha 2001). As sementes são pequenas, de cor castanha e lisas, com cerca de 0,4 a 1,1 cm de comprimento e de 0,2 a 0,3 cm³ de largura colhidas logo após a maturação dos frutos, no momento do corte ou após o seu fornecimento aos animais, recolhendo-as no comedouro. As sementes devem ser lavadas, colocadas para secagem à sombra, por um período de 2 a 3 dias, e armazenadas em recipientes fechados (Oliveira 2005). Antes do armazenamento,



FIGURA 7. Visualização das sementes no fruto de melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*)
Fonte: Santos et al. (2018).

se possível, as sementes são expurgadas para evitar que sejam danificadas e percam a viabilidade. Depois de armazenadas, as sementes devem passar por um período de 2 meses para a quebra da dormência fisiológica (Mercy e Bosa 2013).

Moraes et al. (2007), realizando o monitoramento da germinação e crescimento vegetativo em plantas de melancia de Cavalão (*Citrullus lanatus* cv. *citroides*) encontradas no bioma Caatinga — região do Vale do São Francisco —, constataram que a quebra da dormência das sementes pelo processo de escarificação induziu a uma redução do percentual germinativo das sementes utilizadas. Porém, os tratamentos que se constituíram na imersão em água nos tempos de 3, 4 e 5 horas proporcionaram os melhores resultados.

O ciclo de cultivo da melancia forrageira é de 100 a 120 dias, mas a antecipação na colheita dos frutos pode ser importante para as propriedades que cultivam essa planta a fim de obter alimentos em menor tempo para os rebanhos, uma vez que a forragem oriunda dos pastos nativos e cultivados diminuem consideravelmente em quantidade e qualidade já no período seco do ano. Nesse caso, a colheita precoce poderá reduzir a influência da estiagem prolongada na produção dos frutos (Azevedo 2018).

A produtividade é variável e dependente de fatores edafoclimáticos, com variação entre 10 e 60 t de MV/ha, sendo maior em solos leves com boa fertilidade, podendo também crescer satisfatoriamente em solos argilosos que apresentem boa drenagem (Andrade et al. 2013). Kavut et al. (2014) relatam que a produtividade de frutos depende do período de semeadura e da densidade do plantio. Os autores sugerem que, para solos mais leves e menos produtivos, a população de plantas seja maior

do que para solos mais produtivos, pois as melancias podem compensar um pouco as diferenças nas populações de plantas por meio de ajustes no tamanho do fruto.

Os frutos da melancia forrageira podem ser armazenados por vários meses após a colheita devido à anatomia de sua casca que, segundo Lecha (2000), apresenta uma cera epicuticular e estômatos profundos que contribuem para o processo de conservação do fruto. Entretanto, Kavut et al. (2014) observaram perdas de 23% do peso original nos frutos a depender do seu período de armazenamento.

A melancia forrageira e a restrição hídrica

A deficiência hídrica tem sido um grande desafio para as atividades agrícolas. Ela se manifesta na planta de diferentes formas e intensidade, podendo se tornar a principal causa do decréscimo da produtividade, pois afeta o crescimento e produção das plantas. Suprimentos limitados de água doce são cada vez maiores, portanto é necessária a busca de alternativas para usar água de qualidade inferior na agricultura (Alvalá et al. 2019).

A *Citrullus lanatus* var. *citroides* possui genótipos considerados como tolerantes ao estresse hídrico com mecanismos para suportar o déficit de água, com destaque para o extenso sistema radicular (Mo et al. 2016), além da elevada proporção do sistema radicular em relação à parte aérea. O investimento no sistema radicular é uma estratégia para aumentar o suprimento de água em condições de restrição hídrica. Mo et al. (2016) verificaram que o fornecimento constante de água estimula o rápido aumento em biomassa da parte aérea e da raiz, o que demonstra ter habilidade para maximizar seu crescimento em períodos de oferta de água.

A restrição hídrica pode afetar as características fisiológicas das plantas e influenciar no crescimento e produtividade da cultura (Ribeiro et al. 2019). Kawasaki et al. (2000) verificaram em genótipo de melancia silvestre (*Citrullus lanatus* sp.) em condição de déficit hídrico uma redução na condutância estomática, na transpiração e na taxa fotossintética. Mas, ao ocorrer um novo aporte hídrico, houve recuperação gradual da taxa fotossintética até atingir as taxas originais em poucos dias. Akashi et al. (2011) também relatam alterações fisiológicas em função do déficit hídrico, verificando decréscimo na transpiração e aumento na temperatura da folha em genótipo de melancia silvestre (*Citrullus lanatus* sp.).

A produtividade da melancia forrageira, quando em regime dependente de chuvas, está estritamente relacionada à quantidade e distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura. Contudo, mesmo em condições de déficit hídrico, após a germinação, essa forrageira recupera-se rapidamente, o que sugere a adaptação a regiões semiáridas. A melancia forrageira, quando plantada em um solo com fertilidade natural baixa e chuva regular, pode produzir cerca de 25 t de fruto/ha, enquanto no cultivo em sequeiro, sem adubação e consorciada com milho, a produtividade pode chegar a 30 t de frutos/ha, considerando uma distribuição de chuvas em média de 500 mm (Oliveira 1999; Oliveira e Bernardino, 2000). Acar et al. (2014), observando o efeito de diferentes níveis de irrigação no rendimento de melancia forrageira na região da Anatólia, Turquia, relataram que o número de frutos por planta e a produção total de frutos de melancia forrageira na densidade de 8.334 plantas/ha (1,5 m x 0,8 m) foram de 1,41 e 66 t/ha, respectivamente.

Acar et al. (2014), aplicando lâminas de irrigação (398,4 mm, 199,2 mm e 132,8 mm) em um cultivo de melancias forrageiras (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) na província de Merv e Tecen, no Turcomenistão, observaram que a maior produção de frutos (6,6 t/ha) foi encontrada na maior lâmina de água aplicada, sendo esta considerada a mais vantajosa se a meta do agricultor fosse maximizar o rendimento de frutos, mas, se o objetivo é aumentar a produção da área sob o fornecimento limitado de água ou minimizar o custo de irrigação, a lâmina de 132,8 mm pode ser recomendada por apresentar a maior eficiência de uso de água de irrigação (2,71 kg/m³).

De acordo com Melo et al. (2010), a diminuição da eficiência fotossintética por fatores estomáticos ou não estomáticos pode provocar redução no crescimento das plantas, em que o déficit hídrico é um dos fatores que limitam a abertura dos estômatos pelas plantas. Esses autores verificaram maiores áreas foliares nas plantas (*Citrullus lanatus* [Thumb. Mansf.]) com a aplicação de lâmina de irrigação de 100% da ETo (evapotranspiração de referência) em relação às lâminas menores (70% e 40% da ETo), equivalentes a 204,66 mm, 143,33 mm e 82 mm no ciclo de cultivo, respectivamente. Observaram ainda que o alongamento de ramos implicou o aumento da área foliar, melhorando a capacidade fotossintética da planta, o que foi influenciado pela quantidade de água disponível no solo; além disso, a produção de frutos teve o rendimento máximo na lâmina de 130% da ETo, em que se observou eficiência no uso da água de 19,6 kg/m³. Apesar de esse volume ter promovido acréscimos na produtividade de 9,8% em relação a 100% da ETo, constatou-se redução de 15,72% na eficiência do uso da água, de 23,2 para 19,6 kg/m³.

Ribeiro et al. (2021), ao avaliarem genótipos de melancia forrageira submetidas à aplicação de água de 120, 90, 60 e 30% da ETc obtida por meio da ETo do tanque Classe A e do Kc médio da melancia comercial, verificaram que a lâmina de 60% da ETc proporcionou os melhores resultados para número de folhas por planta (2,32), peso dos frutos (3,38 kg), produção por planta (8,08 kg), produtividade de matéria verde (26.956 kg de MV/ha) e produtividade de MS (1.780 kg de MS/ha) em relação às demais lâminas testadas. Já Azeredo (2018), ao testar a aplicação de diferentes lâminas de irrigação (100, 75, 50 e 25% da ETc) na melancia forrageira durante dois ciclos de cultivo em Petrolina, Pernambuco, encontrou que a lâmina de 50% proporciona melhores resultados para o peso médio do fruto (3,28 kg), a produção por planta (6,70 kg), a produtividade de matéria verde (24.086 kg de MV/ha), a produtividade de MS (1.696 kg de MS/ha) e o estoque de água nos frutos (22.389 kg/ha).

Uso da melancia forrageira na alimentação animal

O armazenamento da forragem excedente no período chuvoso há muito tem sido proposto para minimizar os impactos causados pela seca na região semiárida. Os processos de ensilagem e fenação, que são técnicas de armazenamento de forragens, são considerados alternativas para amenizar esse problema (Lima et al. 2018), porém os custos operacionais podem ser elevados, assim como podem ser altas as perdas de material forrageiro, sobretudo quando as técnicas de conservação não são aplicadas corretamente (Flaten et al. 2020; Santos et al. 2017b). Por essa razão, alternativas forrageiras que dispensem esses processos de conservação de forragem podem se

constituir em vantagens competitivas aos sistemas de produção pecuários (Mandizvo et al. 2021).

Por ser uma planta rústica, a melancia forrageira não apresenta nenhuma dificuldade de cultivo. O plantio dessa cultura pode ser isolado ou em consórcio com outras culturas, como milho, palma forrageira ou sorgo. Nos dois sistemas, pode ser utilizado o espaçamento de 3 m entre linhas e 1 m entre plantas, colocando-se de 3 a 4 sementes por cova, com um consumo médio de 1,5 kg/ha, segundo Oliveira (2005). Outros espaçamentos foram estudados por Kavut et al. (2014), que, avaliando a resposta produtiva da melancia forrageira em diferentes espaçamentos 0,70 m x 0,50 m, 0,70 m x 1,00 m, 1,40 m x 0,50 m, 1,40 m x 1,00 m, 2,10 m x 0,50 m, 2,10 m x 1,00 m, verificaram produtividades da ordem de 89,79, 112,02, 110,86, 119,34, 189,32 e 135,53 t/ha, respectivamente.

Quanto à produção de frutos, Santos et al. (2017a), trabalhando com diferentes genótipos de melancia forrageira e seus cruzamentos, encontraram 11,5 frutos por planta desta, com peso médio de 3,0 kg por fruto. Ribeiro et al. (2021), numa avaliação das características produtivas, morfológicas e qualitativas de diferentes genótipos de melancia forrageira na cidade de Petrolina, Pernambuco, registraram uma média de 2,5 frutos por planta, com peso médio de 1,56 kg por fruto.

O estoque de água nos frutos da melancia forrageira reforça o seu potencial como fonte de água aos rebanhos de regiões semiáridas, sendo caracterizada como planta suculenta. De acordo com Araújo (2015), o fornecimento de água via planta suculenta possibilita ao animal balanços hídricos similares àqueles que ingerem água via bebedouros. Em regiões semiáridas, a concentração de água nos

alimentos é de grande importância, pois a alimentação pode representar uma via para o aporte hídrico do animal.

O uso da *Citrullus lanatus* var. *citroides* como planta com potencial forrageiro é relatado em diversos países (Grichar et al. 2001; Kavut et al. 2014; Mustafa e Alamin 2012; Oliveira 2005; Silva et al. 2009). A composição químico-bromatológica dos frutos da melancia forrageira é comparável com a da maioria das gramíneas com idade média de 40 dias e apresenta a vantagem de manter essas características mesmo após a maturação dos frutos, o que não ocorre com a maturação das gramíneas. Resultados de análises bromatológicas sugerem que o uso da melancia forrageira na alimentação animal seja de forma estratégica em períodos de estiagem, fornecendo alimento e água aos animais juntamente com outras forrageiras (Tabela 1).

Os frutos apresentam ainda 35% de pectina, 25% de celulose, 20% de hemicelulose e 10% de proteína estrutural. As pectinas são os determinantes da textura dos frutos. Sua despolimerização foi relatada por Guo et al. (2015) como o principal motivo para a perda de firmeza do fruto.

A melancia forrageira é amplamente cultivada e usada na Nigéria por seus altos teores de proteínas e energia (El-Adawy e Taha 2001). Mustafa e Alamin (2012) reportam o potencial da utilização dessa forrageira como suplemento proteico e energético na alimentação animal em substituição às sementes de algodão, amendoim, soja e girassol, por apresentarem altos teores de proteína (20,9%) e gordura (30,1%), e baixo teor em fibra bruta (38,4%). Esses valores de proteína são superiores aos encontrados em alimentos tradicionalmente fornecidos aos animais no semiárido, como o sorgo em grão (8,66%), o caroço de algodão (5,17%), o milheto (8,42%), a raspa de mandioca (5,62%) e a palma forrageira (8% [Moraes et al. 2011]).

Ngwepe et al. (2021) citam que sementes de melancia têm 22,6% de óleo com alto teor de ácidos graxos, principalmente palmítico (10,6%), esteárico (8,05%), oleico (16,42%) e linoleico (63,37%). De acordo com Özcan (2019), a proteína da semente de melancia forrageira é considerada nutricionalmente completa por apresentar aminoácidos essenciais como lisina, metionina, histidina e arginina.

TABELA 1. Composição bromatológica do fruto *in natura* e do farelo da melancia forrageira

	MS	PB	FDN	FDA	MM	MO	EE	CT	HEM	DIVMS	Autores
Fruto	9,94	9,43	-	-	10,37	79,69	1,11	-	-	60,00	Oliveira (1999)
Fruto	6,00	26,00	41,00	-	21,00	69,00	3,00	50,00	-	68,00	Souto et al. (2005)
Farelo	95,35	18,73	38,82	34,06	11,87	88,13	10,39	59,01	4,76	-	Silva et al. (2009)
Fruto	3,80	14,47	20,63	18,39	8,83	-	2,34	-	-	-	Rodrigues e Vaz (2013)
Fruto	7,74	20,45	47,51	38,14	9,22	-	11,49	59,88	-	62,01	Ribeiro et al. (2019)
Fruto	-	13,52	38,6	-	-	-	9,4	-	-	74,86	Santos et al. (2017)
Fruto	7,71	16,46	37,59	28,66	7,51	-	11,33	67,33	-	72,43	Azeredo et al. (2022)

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais; HEM: hemicelulose; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da MS.

O conteúdo proteico da semente da melancia forrageira (35%) é superior ao da semente de gergelim, alcaparra, cacto, alfarroba, amêndoa e cereais que possuem entre 5 e 25% de proteína (Özcan 2019).

A qualidade do fruto é um fator de grande importância para a alimentação animal. Fonseca et al. (2017), a partir de ferramentas participativas para a seleção de variedades de melancia forrageira, verificaram que a qualidade do fruto foi o critério apontado como de maior importância para essa planta, seguido do tamanho do fruto, da resistência, da produção e do número de sementes.

Ao analisar a composição das sementes e frutos da melancia forrageira, Oliveira e Bernardino (2000) encontraram para o fruto teores de proteína bruta e extrato etéreo de 9,43% e 1,11%, respectivamente, enquanto para as sementes os valores foram 30,62% e 26,04%, respectivamente. Acar et al. (2012), em seu trabalho sobre propriedades físico-químicas de sementes de melancias comestíveis e forrageiras, obtiveram peso médio de fruto de 3.748,01 g, peso de sementes de 154,46 g, fibra em detergente neutro (FDN) de 44,50%, carboidratos não fibrosos (CNF) de 28,30% e fibra em detergente ácido (FDA) de 35,95%.

Por ser um alimento aquoso e rico em minerais, essa forrageira contribui para a manutenção da flora microbiana do rúmen, favorecendo a digestão dos alimentos (Levi et al. 2013). O alto aporte de água, variando de 89 a 96%, faz com que os frutos de melancia forrageira sejam considerados uma alternativa de fonte hídrica para os animais, principalmente na estação seca. Seu fornecimento ao animal deve ser efetuado em associação com outros ingredientes, pois, por ter elevada quantidade de água em sua constituição, pode afetar o consumo

de MS do animal, além da necessidade de haver outros ingredientes na composição da dieta para promover rações balanceadas, com vistas ao atendimento das exigências nutricionais do animal. Devido à baixa constituição de MS, em torno de 10%, a melancia forrageira não pode ser a única fonte alimentar dos animais por não possibilitar o consumo mínimo de MS, já que o exigido deve estar entre 2 e 3% do peso do animal (Oliveira 1999).

Rodrigues e Vaz (2013), em estudo que avalia a composição nutricional da melancia forrageira para a alimentação de novilhos, verificaram que a melancia apresentou elevados teores em proteína bruta (14,47% \pm 4,54) e em CNF (53,80% \pm 8,89). No entanto, devido aos baixos teores em MS (3,8% \pm 1,62), FDN (20,63% \pm 2,80) e FDA (18,39% \pm 2,93), sugeriram que a melancia só seja utilizada na alimentação de ruminantes se associada à ingestão de alimentos forrageiros secos, com o objetivo de aumentar os teores em MS, FDN e FDA para valores \geq 40%, \geq 40% e \geq 21%, respectivamente.

Oliveira e Bernardino (2000) observaram que a suplementação de bovinos no período seco com a melancia favoreceu ganhos de peso, com variação de 30 a 45 kg, e, em condições de pastejo de capim-buffel durante 90 dias, novilhos ganharam cerca de 26,5 kg, enquanto os animais suplementados com 25 kg de melancia forrageira/dia ganharam 33 kg. Com o uso do fruto da melancia forrageira *in natura*, Oliveira (2005) sugere a inclusão de até 30 % do consumo do animal, em % da MS, e relatam que o fornecimento dessa quantidade de frutos poderá contribuir consideravelmente para o aporte hídrico que o animal necessita diariamente.

Oliveira e Bernardino (2000) citam que produtores de leite verificaram uma

produtividade de 5 a 7 litros de leite de vaca por dia quando os animais tinham a sua alimentação complementada com 30 a 40 quilos de melancia/dia na época seca. Embora seja aparentemente baixa, essa produtividade é de grande significância econômica para os produtores, visto que ela é, na maioria das vezes, a única fonte de renda das propriedades na época seca.

Em estudo de dietas com diferentes níveis de feno de erva sal (38,30; 52,55; 64,57; 74,85 e 83,72%) associado à melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) e à raspa de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), enriquecida com 5% de ureia, na alimentação de ovinos, Souto et al. (2005) observaram que as dietas que continham uma maior proporção de melancia forrageira na sua composição proporcionaram um maior consumo diário da MS (1.030 g/dia) e maior ganho e peso diário dos animais ao longo do período de engorda, o que revela um bom potencial forrageiro do feno de erva sal combinado com melancia forrageira e com raspa de mandioca.

Além do fruto *in natura*, há também a possibilidade do seu uso na alimentação animal na forma processada, a partir da desidratação e moagem do fruto sendo transformada em farelo. A transformação da melancia forrageira em farelo é uma forma de conservar alimento para os animais no semiárido (Acar et al. 2012). O farelo pode ser estocado por 3 a 4 anos, se isento de umidade. Esse tempo de conservação adicionado aos 8-12 meses que a forrageira pode ser conservada naturalmente (armazenada no campo a céu aberto) constituem sua principal vantagem como alimento alternativo (Santos et al. 2017a).

De acordo com Silva et al. (2009), o farelo de melancia-forrageira apresenta

cerca de 95,35% de MS, 83,48% de matéria orgânica, 18,73% de proteína bruta, 11,87% de matéria mineral, 10,39% de extrato etéreo, 38,82% de FDN, 34,06% de FDA, 4,76% de hemicelulose, 59,01% de carboidratos totais, 20,19% de carboidratos não fibrosos, 62,08% de nutrientes digestíveis totais e 62,84% de DIVMS. Quanto aos minerais, as concentrações apresentadas pelo farelo de melancia forrageira em % da MS são 0,42 de Ca, 0,07 de P, 0,30 de Mg, 2,54 de K, 0,16 de Na, 24,33 ppm de Cu, 110,43 ppm de Fe, 34,66 ppm de Mn, 53,29 ppm de Zn. Além disso, pode apresentar 1,96% da MS de tanino.

CONCLUSÕES

Embora se tenham poucos estudos que utilizem a melancia forrageira, principalmente em regiões áridas e semiáridas, os conhecimentos empíricos e científicos obtidos através dos anos indicam o seu uso como uma opção viável para uma complementação alimentar dos rebanhos nas épocas secas. Sua rusticidade aliada à sua resistência no período de pós-colheita são qualidades que lhe confere a qualificação de um recurso forrageiro com grande potencial. Sugere-se que essa planta forrageira de alta qualidade nutricional seja mais explorada na alimentação animal.

FONTE DE FINANCIAMENTO

A presente pesquisa não obteve financiamento.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- Acar B, Acar R, Uzan B, Direk M. 2014. Effect of different irrigation levels on forage watermelon yield in Middle Anatolian Region of Turkey. *Int J Agric Econ Dev* [Internet]. [14 jan. 2022]; 2:10-15. Disponível em <https://www.proquest.com/docview/1687815424?pq-origsite=gscholar&cfmopenview=true>
- Acar R, Özcan MM, Kanbur G, Dursun N. 2012. Some physico-chemical properties of edible and forage watermelon seeds. *Iranian J Chem Chem Eng (IJCCCE)*. 31:41-47. <https://doi.org/10.30492/ijcce.2012.5919>
- Acar R. 2009. Yem karpuzu (*Citrullus lanatus* var. *citroides*). *Arklı Büyüklükteki Meyvelerindeki Yem Değerindeki Değişimin Belirlenmesi*. *Selçuk Tar Bil Derv.* 2:27-32.
- Akashi K, Yoshida K, Kuwano M, Kajikawa M, Yoshimura K, Hoshiyasu S, Inagaki N, Yokota A. 2011. Dynamic changes in the leaf proteome of a C3 xerophyte, *Citrullus lanatus* (wild watermelon), in response to water deficit. *Plant*. 233:947-960. <https://doi.org/10.1007/s00425-010-1341-4>
- Almeida DPF. 2008. A cultura da melancia. Universidade do Porto [Internet]. [9 nov. 2021]. Disponível em <http://dalmeida.com/hortnet/Melancia.pdf>
- Alvalá RCS, Cunha APMA, Brito SSB, Seluchi ME, Marengo JA, Moraes OLL, Carvalho MA. 2019. Drought monitoring in the Brazilian Semiárid region. *An Acad Bras Ciên.* 91:1-15. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170209>
- Andrade ARS, Cruz AFS, Cavalcante ECS, Albuquerque JCF, Souza WM. 2013. Estimativa da evapotranspiração e dos coeficientes de cultura para diferentes fases de desenvolvimento da melancia. *Rev Bras Geo Física*. 6:1417-1429. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v6i5.233115>
- Araújo GGL. 2015. Os impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos e a produção animal em regiões semiáridas. *Rev Bras Geo Física*. 8:598-609. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v8.0.p598-609>
- Azeredo AB. 2018. Características produtivas da melancia-forrageira submetida a restrição hídrica e qualidade dos frutos em diferentes idades de colheita e tempo de armazenamento. *Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco*. 80p. Dissertação de mestrado. Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1095699>
- Azeredo AB, Silva APR, Matias AGS, Silva VM, Correia AAV, Voltolini TV. 2022. Chemical composition of forage watermelon fruit at different maturity stage or storage length. *Acta Scient. Anim Sci.* 43:1-6. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v44i1.53624>
- Chomicki G, Renner SS. 2015. Watermelon origin solved with molecular phylogenetics including Linnaean material: another example of mseomics. *New Phytol.* 205:526-532. <https://doi.org/10.1111/nph.13163>
- Deshmukh CD, Jain A, Tambe MS. 2015. Phytochemical and pharmacological profile of *Citrullus lanatus* (THUNB). *Biol.* 3:483-488. <https://doi.org/10.17812/blj2015.32.18>
- Dias RCS, Costa ND, Queiróz MA, Faria CMB. 2001. Cultura da Melancia. *Embrapa Semi-Árido*. (Circular Técnica, 63).
- El-Adawy TA, Taha KM. 2001. Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours. *J Agric Food Chem.* 49:1253-1259. <https://doi.org/10.1021/jf001117>
- Flaten O, Atsbeha DM, Lunnan T. 2020. Data to estimate costs of producing grass-clover silages. *Data in Brief*. 31:e106003. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106003>
- Fonseca MA, Florentino A, Bianchini PC. 2017. Ferramentas participativas para seleção de variedades com agricultores familiares. *Extramuros* [Internet]. [14 jan. 2022]; 5:125-137. Disponível em <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/extramuros/article/view/821>
- Grichar WJ, Besler BA, Brewer KD. 2001. Citronmelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) control in Texas Peanut (*Arachis hypogaea*) using postemergence herbicides. *Weed Technol.* 15:481-484. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2001\)015\[0481:CCLVCC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2001)015[0481:CCLVCC]2.0.CO;2)
- Guo S, Sun H, Zhang H, Liu J, Ren Y, Gong G, Jiao C, Zheng Y, Yang W, Fei Z, Xu Y. 2015. Comparative transcriptome analysis of cultivated and wild watermelon during fruit development. *PLoS One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130267>

- Hassan LEA, Koko WS, Osman EE, Dahab MM, Sirat HM. 2011. *In vitro* anti-giardial activity of *Citrullus lanatus* Var. citroides extracts and cucurbitacins isolated compounds. J Med Plants Res. 5:3338-3346. [Internet]. [15 nov. 2021]; Disponible em <https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-full-text-pdf/846939619541>
- Jensen BD, Touré FM, Hamattal MA, Touré FA, Nantoumé AD. 2011. Watermelons in the Sand of Sahara: Cultivation and use of indigenous landraces in the Tombouctou Region of Mali. Ethnobot Res Appl. 9:151-162. <https://doi.org/10.17348/era.9.0.151-162>
- Kavut YT, Geren H, Simić A. 2014. Effect of different plant densities on the fruit yield and some related parameters and storage losses of fodder watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) fruits. Turkish J Field Crops [Internet]. [14 jan. 2022]; 19:226-230. Disponible em <https://www.field-crops.org/assets/pdf/product5496974480351.pdf>
- Kawasaki S, Miyake C, Kohoci T, Fujii S, Uchida M, Yokota A. 2000. Responses to wild watermelon to drought stress: Accumulation of na ArgE homologue and citrulline in leaves during ware deficit. Plant Cell Physiol. 41:864-873. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcd005>
- Lecha BH. 2000. A comparative developmental study of flowers and fruit in *Citrullus lanatus*. Canadá: University of Guelph. 136p. Dissertação de mestrado.
- Levi A, Thies JA, Wechter WP, Harrison HF, Simmons AM, Reddy UK, Nimmakayala P, Fei Z. 2013. High frequency oligonucleotides: Targeting active gene (HFO-TAG) markers revealed wide genetic diversity among *Citrullus* spp. accessions useful for enhancing disease or pest resistance in watermelon cultivars. Genetic Res Crop Evol. 60:427-440. <https://doi.org/10.1007/s10722-012-9845-3>
- Lima GFC, Dantas FDG, Lima CAC. 2018. Forragens conservadas para o semiárido nordestino: suporte alimentar e potencial de mercado. Rev Cient Prod Anim. 20(2):83-89. [Internet]. [15 nov. 2021]; Disponible em <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/rcpa/article/view/45860/27881>
- Lima MF. 2014. Cultura da melancia. Brasília-DF: Embrapa. 294 p.
- Lubarino PCC. 2015. Avaliação fenotípica e bioquímica de *Citrullus lanatus* L. parasitadas por *Meloidogyne enterolobii*. Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco. 89p. Dissertação de mestrado.
- Mandizvo T, Odindo AO, Mashilo J. 2021. Citron watermelon potential to improve crop diversification and reduce negative impacts of climate change. Sustain. 13:e2269. <https://doi.org/10.3390/su13042269>
- Mashilo J, Shimelis H, Odindo AO, Amelework B. 2017. Genetic diversity and differentiation in citron watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) landraces assessed by sample sequence repeat markers. Scient Hort. 214:99-106. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.015>
- Melo AS, Suassuna JF, Fernandes PD, Brito MEB, Suassuna AF, Aguiar Netto AO. 2010. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. Acta Scient Agron. 32:73-79. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.2136>
- Mercy GA, Bosa EO. 2013. The morphological characterization of the melon species in the family Cucurbitaceae juss., and their utilization in Nigeria. Int J Modern Bot. 3:15-19. [Internet]. [16 jan. 2023]; Disponible em <http://article.sapub.org/10.5923/j.ijmb.20130302.01.html>
- Mo Y, Yang R, Liu L, Gu X, Yang X, Wang Y, Zhang X, Li H. 2016. Growth, photosynthesis and adaptive responses of wild and domesticated watermelon genotypes to drought stress and subsequent re-watering. Plant Growth Reg. 79:229-241. <https://doi.org/10.1007/s10725-015-0128-9>
- Moraes JPS, Angelim AES, Silva JAB, Gervásio RCRG. 2007. Monitoramento da germinação e crescimento vegetativo em plantas de Melancia de Cavalo (*Citrullus lanatus* cv. *citroides*), encontradas no bioma Caatinga — região do Vale do São Francisco. Rev Bras Biociênc. [Internet]. [15 nov. 2021]; 5:1068-1070. Disponible em <https://www.seer.ufgrs.br/rbrasbioci/article/view/115352>
- Moraes SA, Costa SAP, Araújo GGL. 2011. Nutrição e exigências nutricionais. Em: Voltolini TV, editores. Produção de caprinos e ovinos no

- Semiárido. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido. p. 177-184.
- Morimoto R, Yoshioka K, Nakayama M, Nagai E, Okuno Y, Nakashima A, Ogawa T, Suzuki K, Enomoto T, Isegawa Y. 2021. Juice of *Citrullus lanatus* var. *citroides* (wild watermelon) inhibits the entry and propagation of influenza viruses *in vitro* and *in vivo*. *Food Sci Nutr*. 9:544-552. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2023>
- Mujaju C, Jasna S, Hilde N. 2013. Assessment of EST-SSR markers for evaluating genetic diversity in watermelon accessions from Zimbabwe. *Am J Plant Sci*. 4:1448-1456. <https://doi.org/10.4236/ajps.2013.47177>
- Mujaju C, Zborowska A, Werlemark G, Garkava-Gustavsson L, Andersen SB, Nybom H. 2011. Genetic diversity among and within watermelon (*Citrullus lanatus*) landraces in Southern Africa. *J Hort Sci Biotechn*. 86:353-358. <https://doi.org/10.1080/14620316.2011.11512773>
- Mujaju C, Sestic J, Werlemark G, Garkava-Gustavsson L, Fatih M, Nybom H. 2010. Genetic diversity in watermelon (*Citrullus lanatus*) landraces from Zimbabwe revealed by RAPD and SSR markers. *Hered*. 147:142-153. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.2010.02165.x>
- Mustafa AB, Alamin AAM. 2012. Chemical composition and protein degradability of watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds cake grown in Western Sudan. *Asian J Anim Sci*. 6:33-37. <https://doi.org/10.3923/ajas.2012.33.37>
- Nantoumé AD, Andersen SB, Jensen BD. 2013. Genetic differentiation of watermelon landrace types of Mali revealed by microsatellite (SSR) markers. *Genetic Res Crop Evol*. 60:2129-2141. <https://doi.org/10.1007/s10722-013-9980-5>
- Naz A, Butt MS, Sultan MT, Qayyum MMN, Niaz RS. 2014. Watermelon lycopene and allied health claims. *Exp Clin Sci J*. [Internet]. [20 out. 2021]; 13:650-660. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4464475/pdf/EXCLI-13-650.pdf>
- Ngwepe MR, Shimelis H, Mashilo J. 2021. Estimates of the variance components, heritability and genetic gains of phenotypic traits in citron watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*). *Plant Breed*. 140:953-967. <https://doi.org/10.1111/pbr.12958>
- Nuez F. 1998. Catálogo de Simillas de Sandía. Banco de Germoplasma de la Universidad Politécnica de València. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. 104 p.
- Oliveira MC. 2005. Melancia-forrageira. Em: Kill LHP, Menezes EA, editores. *Espécies exóticas com potencialidades para o semiárido brasileiro*. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica. p. 323-340.
- Oliveira MC, Bernardino FA. 2000. Melancia forrageira, um novo recurso alimentar para a pecuária das regiões secas do nordeste do Brasil. Embrapa Semiárido. (Circular Técnica, 49).
- Oliveira MC. 1999. Melancia forrageira. Embrapa Semiárido (Instruções Técnicas, 17).
- Özcan M. 2019. Some proximate characteristics of fruit and oil of walnut (*Juglans regia* L.) growing in Turkey. *Iranian J Chem Chem Eng (IJCCCE)*. 28:57-62. <https://doi.org/10.30492/ijcce.2009.6915>
- Paris HS. 2015. Origin and emergence of the sweet dessert watermelon, *Citrullus lanatus*. *Ann Bot*. 116:133-148. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv077>
- Perkins-Veazie P, Davis A, Collins JK. 2012. Watermelon: From dessert to functional food. *Israel J Plant Sci*. 60:395-402. <https://doi.org/10.1560/IJPS.60.1.402>
- Rhee, SJ, Han BK, Jang YJ, Sim TY, Lee GP. 2015. Construction of a genetic linkage map using a frame set of simple sequence repeat and high-resolution melting markers for watermelon (*Citrullus* spp.). *Hortic Env Biotech*. 56:669-676. <https://doi.org/10.1007/s13580-015-0110-5>
- Ribeiro IA, Voltolini TV, Simões WL, Ferreira MAJF, Menezes DR, Gois GC. 2019. Morphological responses, fruit yield, nutritive value and *in vitro* gas production of forage watermelon genotypes on semi-arid condition, *Biol Rhyt Res*. 50:1-9. <https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1629218>
- Ribeiro IA, Voltolini TV, Simões WL, Ferreira MAJF, Sobreira AM, Gois GC. 2021. Responses of forage watermelon genotypes submitted to different water supply. *Biol Rhyt Res*. 52:293-306. <https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1594122>

- Rodrigues AM, Vaz ESR. 2013. Utilização da melancia na alimentação de novilhos. *Agroforum*. [Internet]. [10 jan. 2022]; 21:33-38. Disponível em <https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/2039>
- Rojas-Downing MM, Nejadhashemi AP, Harrigan T, Woznick SA. 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Manag*. 16:145-163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
- Santos FS, Leite DDF, Câmara GB, Queiroz AJM, Figueirêdo RME. 2018. Obtenção e caracterização físico-química da farinha da casca de melancia cv. Africana. *Cong Tec Cient Eng Agron* [Internet]. [24 abril 2022]; 75:1-5. Disponível em <https://gvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/download/2824/2557>
- Santos RM, Melo NF, Fonseca MAJ, Queiroz MAA. 2017a. Combining ability of forage watermelon (*Citrullus lanatus* var *citroides*) germplasm. *Rev Caat*. 30:768-775. <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n325rc>
- Santos G, Moraes JMM, Nussio LG. 2017b. Custo e análise de sensibilidade na produção de silagem. *Rev iPecege*. 3(1):39-48. <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2017.1.39>
- Silva RLNV, Araújo GGL, Socorro EP, Garcez Neto AF, Bagaldo AR. 2009. Níveis de farelo de melancia forrageira em dietas para ovinos. *Rev Bras Zootec*. 38:1142-1148. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000600023>
- Silva MJS, Silva DKA, Magalhães ALR, Pereira KP, Silva ÉCL, Cordeiro FSB, Noronha CT, Santos KC. 2017. Influence of the period of year on the chemical composition and digestibility of pasture and fodder selected by goats in caatinga. *Rev Bras Saúde Prod Anim*. 18:402-416. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402017000300001>
- Silveira LM, Queiroz MA, Lima JAA, Negreiros MZ, Ramos NF, Nascimento AKQ. 2005. Seleção de acessos e progênies de *Citrullus* spp. para resistência a três Potyvirus. *Fitopat Bras*. 30:394-399. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582005000400009>
- Souto JCR, Araújo GGL, Silva DS, Porto ER, Turco SHN, Medeiros AN. 2005. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lindl.). *Rev Ci Agron*. [Internet]. [5 dez. 2020]; 36:376-381. Disponível em <https://www.redalyc.org/pdf/1953/195317500023.pdf>
- Yadav S, Bhargav M, Ramya R, Habeeb LN. 2016. *In vitro* antioxidante and immunomodulatory activity of *Citrullus lanatus* seed. *Int J Eng Sci Res Techn*. 5:678-685. <https://doi.org/10.5281/zenodo.212024>

Forma de citación del artículo:

Gois GC, Campos FS, Araújo CA, Araújo GGL, Carvalho DCO. 2023. Morfologia, produção e potencialidades na nutrição animal da melancia forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*): uma revisão. *Rev Med Vet Zoot*. 70(1): 111-128. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n1.100714>

Estudo metanalítico sobre a microbiologia da carne bovina moída no Brasil

C.A. Araújo^{1*} , J. J. S. Novaes¹ , D. O. Lima¹ , N. S. Santos¹ ,
F. S. Campos² , G. C. Gois¹ , P. H. P. Borba³ 

Recibido: 02/02/2022. Aprobado: 04/05/2022

RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade microbiológica da carne bovina moída por meio de um estudo metanalítico. Para o estudo metanalítico, utilizou-se como base de dados o Google Scholar Brasil, concentrando-se no período de busca entre outubro de 2020 e junho de 2021. Foram avaliados 108 estudos científicos com as variáveis analisadas referentes a contagens de bactérias mesófilas, bactérias psicrotróficas, coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. em unidade formadora de colônia por grama de carne (UFC.g⁻¹). Os dados foram submetidos a uma análise descritiva e distribuição normal por histograma de frequência. As contagens de bactérias mesófilas apresentaram uma média de 3,09 UFC.g⁻¹ com coeficiente de variação de 68,53%. As bactérias psicrotróficas apresentaram 27,27% dos dados levantados próximos a 5,60 UFC.g⁻¹. Com relação aos coliformes termotolerantes, 40% dos dados levantados estavam com contagens entre 0,90 e 40% em 3,10 UFC.g⁻¹. Oito estudos apresentaram efeitos ($P < 0,001$) sobre a presença de *Salmonella* sp. na carne moída, sendo este estudo metanalítico classificado como heterogêneo ($\text{Chi}^2 = 80,39$; $P < 0,001$) e com inconsistência alta ($I^2 = 81\%$). A metanálise constatou baixa contagem de bactérias mesófilas e *Staphylococcus aureus* em pesquisas brasileiras que abordassem a qualidade microbiológica da carne moída bovina. Estudos metanalíticos como o proposto são necessários para identificar os problemas relacionados à transmissão de doenças em alimentos. Observou-se que, nos achados brasileiros, *Staphylococcus aureus* e mesófilos foram encontrados em menor quantidade, com maior presença de *Samonella* sp.

Palavras-chave: inspeção, contaminação, produtos cárneos, saúde pública.

Meta-analytical study on the microbiology of ground beef in Brazil

ABSTRACT

This paper evaluates the microbiological quality of ground beef through a meta-analytic study using Google Scholar Brazil database, with a focus on the search period between October 2020 and June 2021. A total of 108 scientific studies were evaluated with the analyzed variables, referring to the counts of mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria, total coliforms, thermotolerant coliforms, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* sp. in

¹ Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Semiárido)

³ Universidade Federal de Viçosa (UFV)

* Autor correspondente: alcleytonaraujo@hotmail.com

colony forming unit per gram of meat (CFU.g⁻¹). Data were subjected to descriptive analysis and normal distribution by frequency histogram. The counts of mesophilic bacteria presented an average of 3.09 CFU.g⁻¹, with a coefficient of variation of 68.53%. Psychrotrophic bacteria represented 27.27% of the data collected, close to 5.60 CFU.g⁻¹. Regarding thermotolerant coliforms, 40% of the data collected had counts between 0.90 and 40% at 3.10 CFU.g⁻¹. Eight studies showed effects ($p < 0.001$) on the presence of *Salmonella* sp. in ground beef. This meta-analytic study was classified as heterogeneous ($\text{Chi}^2 = 80.39$; $p < 0.001$) and with high inconsistency ($I^2 = 81\%$). Besides, the meta-analysis allowed identifying low counts of mesophilic bacteria and *Staphylococcus aureus* in Brazilian studies addressing the microbiological quality of ground beef.

Keywords: Inspection, contamination, meat products, public health.

INTRODUÇÃO

A produção animal, nos mais diferentes sistemas de produção e habitats, contribui para a nutrição e saúde humanas, levando à redução da pobreza e da desigualdade social (Adesogan et al. 2020). Nas últimas décadas, houve um aumento de 300% no preço da carne bovina no mundo, efeito esse associado à taxa de produção que não consegue acompanhar a taxa de consumo com média de 8,9% (Lindawati e Situmorang 2021). Mesmo com esse aumento nos preços da carne bovina, o consumo por brasileiro foi de aproximadamente 42,12 kg ano⁻¹ (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes [ABIEC] 2019); além desse montante, o Brasil é um dos maiores produtores e exportador de carne bovina, com uma média de 214,69 milhões de cabeças de gado em 2018 (Martins et al. 2021). Embora o elevado consumo de carne bovina e seus derivados, estes ainda se encontram ausentes na dieta de quase 800 milhões de indivíduos (Adesogan et al. 2020).

A World Health Organization ([WHO] 2019) estima que cerca de 600 milhões de pessoas no mundo apresentem alguma característica patológica após a ingestão de alimentos, como reações alérgicas e infecções, das quais 420 mil chegam a óbito. Nesse sentido, a importância sobre a

manipulação e contaminação de alimentos vem tomando destaque ano após ano. Na indústria da carne, tal preocupação não é diferente, principalmente nos alimentos processados, a exemplo da carne bovina moída. Assim, no momento da aquisição dos alimentos, é importante avaliar a procedência da carne, bem como a higiene do ambiente e do manipulador. Entretanto, o brasileiro continua a basear suas decisões de aquisição do produto no preço e, em seguida, nas demais características extrínsecas à carne (Boito et al. 2021).

A carne moída, quando comparada a outros alimentos, principalmente cortes cárneos e carne mecanicamente processada, apresenta maior potencial de risco de contaminação biológica. Essa maior predisposição à contaminação está associada a maior superfície de contato e maior frequência de manipulação (Sousa et al. 2012), o que contribui para a contaminação cruzada via equipamentos e utensílios com condições sanitárias baixas (Germano e Germano 2008). Associada à disponibilidade no mercado, procura pelo valor nutricional e atividade da água, a contaminação da carne moída possibilita o crescimento de microrganismos que apresentam danos à saúde do consumidor, o que caracteriza um problema de saúde pública.

Estudos metanalíticos têm sido utilizados para combinar diversas pesquisas sobre um tema em comum, a fim de ter uma visão mais ampla, com estimativas que resumem o todo ou estimativas metanalíticas. Com esse tipo estudo, é possível ter diferentes abordagens e situações sobre o mesmo tema, expandindo a possibilidade do melhor entendimento acerca da contaminação da carne moída bovina e das espécies de bactérias mesófilas de maior impacto nesse produto. Dessa forma, objetivou-se realizar uma revisão sistêmica por meio de um estudo metanalítico sobre as características microbiológicas da carne bovina moída.

MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão sistêmica foi realizada por artigos científicos, dissertações e teses selecionados por meio da base de dados do Google Scholar, a qual foi priorizada devido à disponibilidade de trabalhos científicos de origem brasileira. O período de busca concentrou-se entre outubro de 2020 a junho de 2021. Para a busca dos artigos,

empregaram-se palavras-chave como “microbiologia”, “carne moída”, “inspeção de carne moída”, “mesófilas”, “contaminação e processamento da carne”, além da utilização de marcadores booleanos como *and*, *or* e *not*, a fim de enfatizar as relações entre as palavras-chave durante a busca, promovendo um maior filtro na seleção dos trabalhos; exemplos do emprego dos marcadores booleanos em conjunto com as palavras-chave: “carne moída” *and* “mesófilas”; “carne moída” *and* “microbiologia”; “carne moída” *or* “contaminação”; “carne moída” *not* “frango”; “carne moída” *not* “peixe”.

Durante a pesquisa bibliográfica, foram priorizados os estudos que encontrassem nas 10 primeiras páginas da base de dados, restringindo-os apenas a estudos desenvolvidos em território brasileiro, conforme metodologia de Bernardi et al. (2018). Neste estudo, foram contemplados trabalhos que se encontravam no período cronológico de 2013 a 2021 (os trabalhos utilizados para a construção do banco de dados encontram-se na Tabela 1).

TABELA 1. Estudos científicos que compuseram o banco de dados para o estudo metanalítico

Autores	Referências
Almeida et al.	Almeida CR, Massago M, Boni SM. 2018. Avaliação higiênico-sanitária de carne moída comercializada em açougues da cidade de Sarandi, PR, Brasil. <i>Infarmacia-Ciências Farmacêuticas</i> . 30:110-114. http://dx.doi.org/10.14450/2318-9312.v30.e2.a2018.pp110-114
Barbosa et al.	Barbosa MS, Guimarães MC, Viana MCP. 2019. Qualidade da carne bovina moída comercializada em supermercados do Centro-Sul Baiano. <i>Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar</i> . 8:178-192. https://doi.org/10.24302/sma.v8i0.2134
Costa et al.	Costa CACB, Luna VMCB, Santos JVL, Freitas JMD, Freitas JD, Freitas AJD, Morilla DP. 2020. Estudo da qualidade microbiológica e físico-química de carne bovina moída comercializada informalmente em feiras livres na cidade de Murici, Alagoas. <i>Brazilian Journal of Development</i> . 6:33433-33447. https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-049
Damer et al.	Damer JRS, Dill RE, Gusmão AA, Moresco TR. 2014. Contaminação de carne bovina moída por <i>Escherichia coli</i> e <i>Salmonella</i> sp. <i>Revista contexto & saúde</i> . 14:20-27. https://doi.org/10.21527/2176-7114.2014.26.20-27

Autores	Referências
Fenelon et al.	Fenelon ACG, Andrade PL, Raghianti F, Fátima Carrijo K, Cossi MVC. 2019. Qualidade microbiológica de carne bovina moída comercializada em supermercados na região central de Uberlândia, MG. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal. 13:452-460. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8156650
Gavião et al.	Gavião ER, Nespolo CR, Munieweg FR, Ferreira MB, Pinheiro FC, Pinheiro FC, Soares GM. 2018. Qualidade microbiológica de carne moída de bovino resfriada e comercializada em Itaqui, RS. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. 20:1-10. Disponível em: https://docplayer.com.br/114490028-Qualidade-microbiologica-da-carne-moida-resfriada-comercializada-em-itaqui-rs.html
Hangui et al.	Hangui SAR, Pereira AF, Dourado ATDS, Martins JD, Vargem DDS, Silva JR. 2015. Análise microbiológica da carne bovina moída comercializada na cidade de Anápolis-GO. Revista eletrônica de farmácia. 12:30-38. https://doi.org/10.5216/ref.v12i2.34969
Lamas et al.	Lamas IB, Gonçalves L, Junior OL, Eller LKW. 2020. Avaliação microbiológica de carne moída e quibe cru comercializada em uma cidade do Oeste Paulista. Colloquium Vitae. 12(1):85-92. https://doi.org.10.5747/cv.2020.v12.n1.v287
Leão et al.	Leão SC, Barreto DM, Ribeiro VC. 2015. Qualidade microbiológica e parasitológica da carne moída comercializada em Aracaju/SE. Brazilian Journal of Food Research. 6:15-22. https://doi.org.10.14685/rebrapa.v6i2.213
Lima et al.	Lima JA, Felinto ACB, Marçal EJA, Oliveira IM, Sousa JB, Bú SA, Silva Cavalcanti, M. 2021. Análise da qualidade da carne moída comercializada em um município no interior da Paraíba. Research, Society and Development. 10:e27610414148-e27610414148. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14148
Manfrin	Manfrin LC. 2013. Avaliação da qualidade microbiológica de carne moída bovina comercializada nos supermercados das cidades de Brasília e Taguatinga-DF (trabalho de conclusão de curso). Universidade de Brasília. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7020/1/2013_%20LaryssadeCastroManfrin.pdf
Monteiro et al.	Monteiro ES, Costa PA, Manfrin LC, Freire DO, Silva ICR, Orsi DC. 2018. Qualidade microbiológica de carne bovina moída comercializada em supermercados do Distrito Federal, Brasil. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal. 12:520-530. Disponível em: http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/467/2497
Nascimento et al.	Nascimento MVD, Guedes ATL, Silva HA, Santos VEP, França MCP. 2014. Avaliação da qualidade microbiológica da carne moída fresca comercializada no mercado central em Campina Grande-PB. Revista Saúde & Ciência Online. 3:56-68. https://doi.org/10.35572/rsc.v3i1.284
Nogueira et al.	Nogueira MFL, Oliveira MRC, Souza, VSG. 2019. Análise microbiológica da carne bovina moída comercializada no município de Campos dos Goytacazes-RJ. Conhecendo Online. 5:48-65. Disponível em: https://conhecendoonline.emnuvens.com.br/revista/article/view/74
Queiroz	Queiroz IKA. 2017. Carne moída bovina em Araguaína: qualidade higiênico-sanitária e perfil de resistência antimicrobiana de E. Coli e Salmonella sp. (dissertação-mestrado). Universidade Federal de Tocantins. Disponível em: https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-206241

Fonte: elaboração própria.

A busca resultou na identificação de 1.240 materiais; entretanto, como a avaliação se concentrou nas 10 primeiras páginas da base de dados, 108 artigos científicos constituíram a amostra primária do estudo. Após uma pré-análise pormenorizada dos materiais, realizou-se a exclusão de alguns materiais científicos. A exclusão dos artigos como material base dos estudos ocorreu por meio da ausência de contagem de bactérias mesófilas (17 trabalhos), experimentos com repetições inferior a quatro (11 trabalhos), apenas duas faixas de contagem de unidade formadora de colônias (30 trabalhos) e trabalhos que apresentaram os dados em número mais provável por grama (25 trabalhos).

O banco de dados consistiu nas variáveis analisadas referentes às contagens de bactérias mesófilas (UFC.g⁻¹), bactérias psicotróficas (UFC.g⁻¹), coliformes totais (UFC.g⁻¹), coliformes termotolerantes (UFC.g⁻¹), *Staphylococcus aureus* (UFC.g⁻¹) e *Salmonella* sp (UFC.g⁻¹).

Os resultados obtidos do bando de dados foram submetidos à análise descritiva e à distribuição normal dos dados por meio de um histograma de frequência com o auxílio do software Sisvar, versão 5.6, com nível de 5% de probabilidade. A elaboração

do gráfico *forest plot* foi realizada com o software Review Manager 5.4.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade microbiológica dos alimentos está diretamente relacionada com a saúde pública e a qualidade higiênica dos estabelecimentos de processamento e comercialização. Nesse sentido, podemos observar que o elevado coeficiente de variação (CV%) demonstra essa alteração do padrão microbiológico (Tabela 2), com CV superior a 46% para todos os microrganismos avaliados.

A legislação brasileira permite que a contagem de bactérias mesófilas oscile entre 10⁵ e 10⁶ para que a carne moída bovina esteja apta para a comercialização (Brasil 2019). As bactérias mesófilas apresentaram 31,11% dos dados levantados próximos a 1,13 log UFC.g⁻¹ de carne fresca (Figura 1). Essa maior frequência se distanciou da média observada (3,09 [Tabela 2]), sendo 2,73 vezes inferior. Tal observação pode ser justificada pela elevada amplitude. É praticamente impossível conseguir contagens iguais a zero de microrganismos mesófilos e psicotróficos, devido a que não existe um padrão determinado para esses grupos em alimentos frescos (Oliveira et al. 2008).

TABELA 2. Análise descritiva da qualidade microbiológica da carne moída bovina

Parâmetro	n	Média	Amplitude	Máx.	Mín.	S	EPM	CV (%)
Mesófilas	45	3,09	6,78	6,78	0,00	4,50	0,31	68,53
Psicotróficas	33	5,32	8,17	8,87	0,70	6,19	0,43	46,73
Coliformes totais	12	2,11	4,00	4,90	0,90	1,23	0,32	52,64
Coliformes termotolerantes	15	2,69	6,60	7,50	0,90	3,85	0,50	72,75
<i>Staphylococcus aureus</i>	18	0,92	3,30	3,30	0,00	0,52	0,17	78,75

N = número de amostra; Máx = máximo; Mín = mínimo; S = variância; EPM = erro-padrão da Média; CV (%) = coeficiente de variação.

Fonte: elaboração própria.

Esses microrganismos se proliferam com facilidade, estando presentes em todas as amostras de carne moída. Pela sua rápida proliferação e risco à saúde humana, são amplamente avaliados no controle de qualidade das produções. Dessa forma, uma contagem elevada de microrganismos aeróbios está associada a falhas na elaboração ou no armazenamento, levando ao crescimento desses microrganismos e aumentando o risco de contaminação e problemas de saúde pública (Gavião et al. 2018).

As bactérias psicrotóficas foram mais incisivas nas contagens, apresentando maiores populações, com maior frequência (27,27%) e contagem de 5,60 log UFC.g⁻¹ na carne fresca (Figura 2). A contagem de psicrotóficas está mais próxima da média gerada dos trabalhos (5,32 [Tabela 2]). Mesmo com a amplitude na contagem de psicrotóficas elevada com 8,17 (Tabela 2), houve uma distribuição normal dos dados, dessa forma a contagem de maior frequência ficou próximo da média. A presença de bactérias psicrotóficas é responsável pela

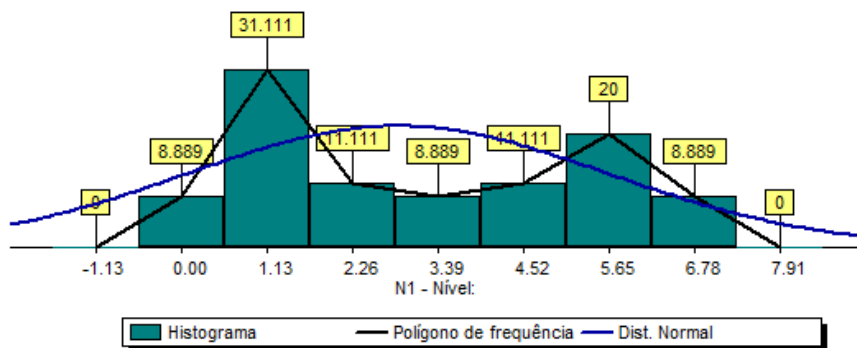


FIGURA 1. Histograma de classes para o quantitativo de bactérias mesófilas em diferentes artigos analisados
 Fonte: elaboração própria.

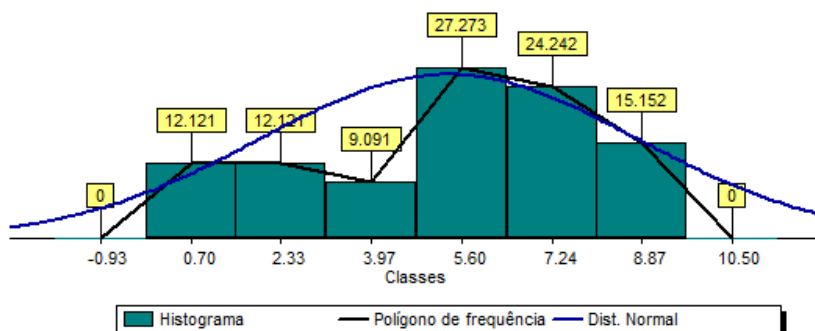


FIGURA 2. Histograma de classes para o quantitativo de bactérias psicrotóficas em diferentes artigos analisados
 Fonte: elaboração própria.

redução do tempo de prateleira de alimentos refrigerados (Internacional Commission on Microbiological Specifications for Foods 2002) devido à sua capacidade de crescimento em alimentos sob refrigeração de 0 a 7 °C (American Public Health Association 2001). Mesmo com a presença dessas bactérias em elevadas contagens, as instruções normativas do Brasil não especificam a contagem ideal para a comercialização da carne bovina moída.

Não existem parâmetros da quantidade permitida de coliformes para que a carne bovina moída esteja apta para a comercialização. A contagem de coliformes totais apresentou 50% dos dados levantados próximos de 2,90 log UFC.g⁻¹ de carne fresca (Figura 3), sendo superior à média encontrada (2,11 log UFC.g⁻¹). A presença dos coliformes não significa que o alimento é impróprio para o consumo humano, entretanto contagens elevadas podem trazer risco à saúde humana devido a doenças transmitidas por alimento (Antunes et al. 2016).

A presença de coliformes em carne bovina moída somente é permitida até os valores de 10⁴; valores acima desse limite indicam alta contaminação, o que impossibilita que o produto seja comercializado

(Brasil 2001). O quantitativo de coliformes termotolerantes concentrou-se (40% dos dados) em valores próximos a 0,90 log UFC.g⁻¹, e 40% dos dados concentraram-se em 3,10 log UFC.g⁻¹ (Figura 4), o que resultou em maiores coeficientes de variação 72,75% (Tabela 2). O crescimento desse grupo de microrganismos leva à produção de gás e ácidos em temperaturas entre 44 e 46 °C, sendo sua presença indicativo das condições higiênico-sanitárias (Lamas et al. 2020).

A avaliação de *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) nos estudos demonstrou que houve maiores concentrações (66,66%) na contagem de 1,10 log UFC.g⁻¹ e 22,22% das amostras não apresentaram contagens para *S. aureus* (Figura 5). A contaminação do alimento por *S. aureus* está associada com a higiene dos equipamentos, utensílios e manipuladores (Picoli et al. 2006). Carne moída bovina contaminada por *S. aureus* pode acarretar febre, toxinfecções alimentares e choque tóxico, devido à produção de toxinas no alimento (Williams et al. 2000). Contagens máximas de *S. aureus* na carne moída deve estar em 5,0x10³ UFC/g (2,38 log UFC.g⁻¹), conforme a Resolução da Diretoria Colegiada 12

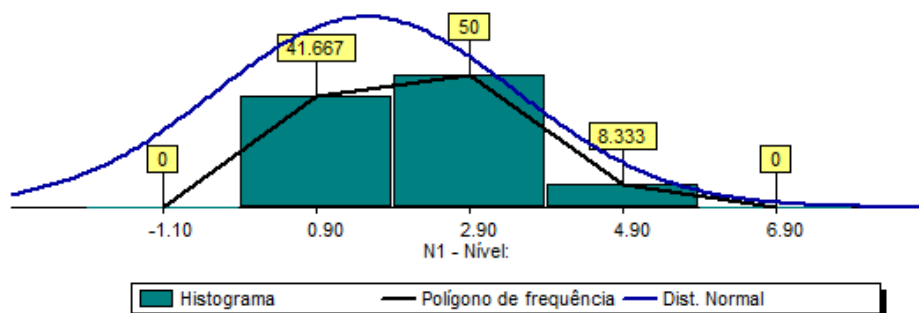


FIGURA 3. Histograma de classes para o quantitativo de coliformes totais em diferentes artigos analisados

Fonte: elaboração própria.

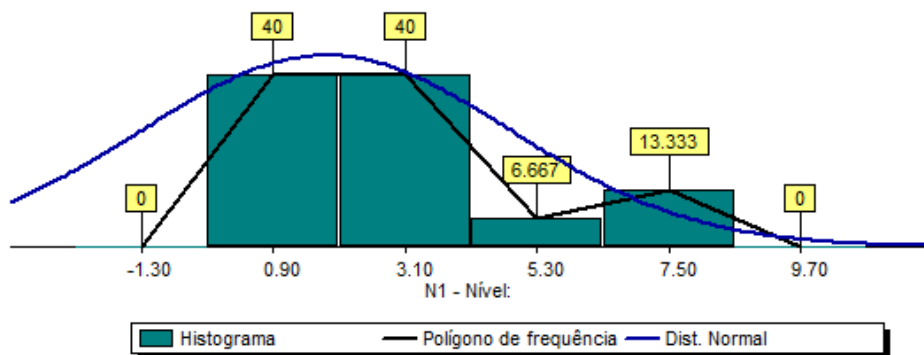


FIGURA 4. Histograma de classes para o quantitativo de coliformes termotolerantes em diferentes artigos analisados

Fonte: elaboração própria.

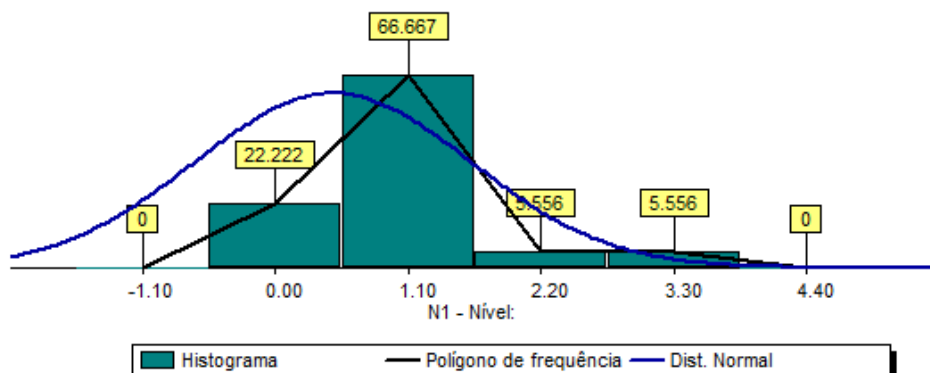


FIGURA 5. Histograma de classes para o quantitativo de *Staphylococcus aureus* em diferentes artigos analisados

Fonte: elaboração própria.

(Agência Nacional de Vigilância Sanitária 2001), o que demonstra que 94,43% dos dados levantados estão abaixo das contagens máximas determinadas.

Entre os estudos levantados, observou-se que oito apresentaram efeitos ($P < 0,001$) para a presença de *Salmonella* sp. na carne moída (Figura 6). O estudo foi classificado como heterogêneo ($\text{Chi}^2 =$

80,39; $P < 0,001$) e com inconsistência alta ($I^2 = 81\%$), apresentando uma diferença entre grupos de 0,33 de uma escala de 0,01 a 1,00. Em hipóteses desfavoráveis, a presença de *Salmonella* sp. estará presente em 0,40 (95% dos casos); com relação a hipóteses favoráveis, ela se encontrará em 0,27 (em uma escala de 0,01 a 1,00) em 95% dos casos (Figura 6).

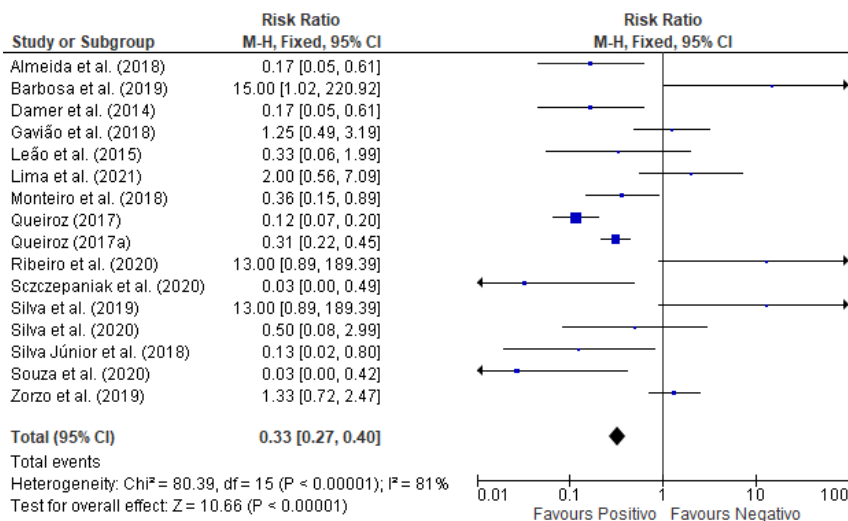


FIGURA 6. Forest plot dos estudos incluídos na metanálise sobre a presença de *Samonella ssp* na carne moída bovina

Fonte: elaboração própria.

CONCLUSÕES

O conhecimento da qualidade microbiológica, sobretudo de alimentos processados com elevada atividade de água, faz-se necessário a fim de diminuir as doenças transmitidas por alimentos. A metanálise indicou baixa presença de *Staphylococcus aureus* e mesófilos. Entretanto, constatou-se maior probabilidade da presença de *Samonella sp.* e coliformes em pesquisas brasileiras. Dessa forma, mais estudos são necessários para observar qual a origem da contaminação durante o processamento da carne.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram que não têm interesses concorrentes.

FONTES DE FINANCIAMENTO

Não houve recursos de nenhuma instituição para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Almeida CR, Massago M, Boni SM. 2018. Avaliação higiênico-sanitária de carne moída comercializada em açougues da cidade de Sarandi, PR, Brasil. *Infarma-Ciências Farmacêuticas*. 30:110-114. <http://dx.doi.org/10.14450/2318-9312.v30.e2.a2018.pp110-114>
- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. 2019. Beef report 2019. Brazilian Beef Exports Association. São Paulo. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/en/publicacoes/beef-report-2019-2/>
- Adesogan AT, Havelaar AH, McKune SL, Eilittä M, Dahl GE. 2020. Animal source foods: Sustainability problem or malnutrition and sustainability solution? *Perspective matters*. *Global Food Security*. 25:100325. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100325>
- Barbosa MS, Guimarães MC, Viana MCP. 2019. Qualidade da carne bovina moída comercializada em supermercados do Centro-Sul Baiano. *Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar*. 8:178-192. <https://doi.org/10.24302/sma.v8i0.2134>
- Bernardi A, Silva A, WL, Baretta D. 2018. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de

- verão à adubação nitrogenada. Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia, 70:545-553. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9501>
- Boito B, Lisbinski E, Campo MDM, Guerrero A, Resconi V, Oliveira TE, Barcellos JOJ. 2021. Perception of beef quality for Spanish and Brazilian consumers. Meat Science. 172: 108312. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108312>
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução (RDC) n.º 12, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffdd66-3767-4527-bfac-740a0400829b.
- Antunes AR, Oliveira GL, Salema RB, Souza LTD. 2016. Pesquisa de coliformes em carne bovina comercializada no município do Vale do Jequitinhonha MG. Higiene Alimentar. 30: 82-86. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2016/08/1533/separata-82-86.pdf>
- American Public Health Association. 2001. Committee on Microbiological Methods for Foods. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4ª ed. Washington.
- Costa CACB, Luna VMCB, Santos JVL, Freitas JMD, Freitas JD, Freitas AJD, Morilla DP. 2020. Estudo da qualidade microbiológica e físico-química de carne bovina moída comercializada informalmente em feiras livres na cidade de Murici, Alagoas. Brazilian Journal of Development. 6:33433-33447. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-049>
- Damer JRS, Dill RE, Gusmão AA, Moresco TR. 2014. Contaminação de carne bovina moída por *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. Revista contexto & saúde. 14:20-27. <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2014.26.20-27>
- Fenelon ACG, Andrade PL, Raghianti F, Fátima Carrijo K, Cossi MVC. 2019. Qualidade microbiológica de carne bovina moída comercializada em supermercados na região central de Uberlândia, MG. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal. 13:452-460. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8156650>
- Gavião ER, Nespolo CR, Munieweg FR, Ferreira MB, Pinheiro FC, Pinheiro FC, Soares GM. 2018. Qualidade microbiológica de carne moída de bovino resfriada e comercializada em Itaquí, RS. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. 20:1-10. Disponível em: <https://docplayer.com.br/114490028-Qualidade-microbiologica-da-carne-moída-resfriada-comercializada-em-itaqui-rs.html>
- Germano PML, Germano MIS. 2008. Higiene e vigilância sanitária de alimentos. 3ª ed. Barueri: Manole.
- Hangui SAR, Pereira AF, Dourado ATDS, Martins JD, Vargem DDS, Silva JR. 2015. Análise microbiológica da carne bovina moída comercializada na cidade de Anápolis-GO. Revista eletrônica de farmácia. 12:30-38. <https://doi.org/10.5216/ref.v12i2.34969>
- Internacional Commission on Microbiological Specifications for Foods. 2002. Microorganisms in Foods 7: Microbiological testing in food safety management. Nova York: Kluwer Academic.
- Lamas IB, Gonçalves L, Junior OL, Eller LKW. 2020. Avaliação microbiológica de carne moída e quibe cru comercializada em uma cidade do oeste paulista. Colloquium Vitae. 12(1):85-92. <https://doi.org/10.5747/cv.2020.v12.n1.v287>
- Leão SC, Barreto DM, Ribeiro VC. 2015. Qualidade microbiológica e parasitológica da carne moída comercializada em Aracaju/SE. Brazilian Journal of Food Research. 6:15-22. <https://doi.org/10.14685/rebrapa.v6i2.213>
- Lima JA, Felinto ACB, Marçal EJA, Oliveira IM, Sousa JB, Bú SA, Silva Cavalcanti, M. 2021. Análise da qualidade da carne moída comercializada em um município no interior da Paraíba. Research, Society and Development. 10:e27610414148-e27610414148. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14148>
- Lindawati L, Situmorang S. 2021. Analysis of beef price determinants in North Sumatera. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 782:022042 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/782/2/022042>
- Manfrin LC. 2013. Avaliação da qualidade microbiológica de carne moída bovina comercializada nos supermercados das cidades de Brasília e Taguatinga-DF (trabalho de conclusão de curso). Universidade de Brasília. Disponível em:

- https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7020/1/2013_%20LaryssadeCastroManfrin.pdf
- Martins MM, Saldaña E, Teixeira ACB, Selani MM, Contreras-Castillo CJ. 2021. Going beyond sensory and hedonic aspects: A Brazilian study of emotions evoked by beef in different contexts. *Meat Science*. 180:108536. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108536>
- Monteiro ES, Costa PA, Manfrin LC, Freire DO, Silva ICR, Orsi DC. 2018. Qualidade microbiológica de carne bovina moída comercializada em supermercados do Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*. 12:520-530. Disponível em: <http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/467/2497>
- Nascimento MVD, Guedes ATL, Silva HA, Santos VEP, França MCP. 2014. Avaliação da qualidade microbiológica da carne moída fresca comercializada no mercado central em Campina Grande-PB. *Revista Saúde & Ciência Online*. 3:56-68. <https://doi.org/10.35572/rsc.v3i1.284>
- Nogueira MFL, Oliveira MRC, Souza, VSG. 2019. Análise microbiológica da carne bovina moída comercializada no município de Campos dos Goytacazes-RJ. *Conhecendo Online*. 5:48-65. Disponível em: <https://conhecendoonline.emnuvens.com.br/revista/article/view/74>
- Oliveira MMD, Brugnera DF, Mendonça AT, Piccoli RH. 2008. Condições higiênico-sanitárias de máquinas de moer carne, mãos de manipuladores e qualidade microbiológica da carne moída. *Ciência e Agrotecnologia*. 32:1893-1898. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000600031>
- Piccoli SU, Bessa MC, Castagna SMF, Gottardi CPT, Schmidt V, Cardoso M. 2006. Quantificação de coliformes, *Staphylococcus aureus* e mesófilos presentes em diferentes etapas da produção de queijo fresco de leite de cabra em laticínios. *Food Science and technology*. 26:64-69. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000100011>
- Queiroz IKA. 2017. Carne moída bovina em Araguaína: qualidade higiênico-sanitária e perfil de resistência antimicrobiana de *E. Coli* e *Salmonella* sp. (dissertação-mestrado). Universidade Federal de Tocantins. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-206241>
- Sousa TM, Neto AC, Hernandez T, Souto PCS. 2012. Microrganismos patogênicos e indicadores de condições higiênico-sanitária em carne moída comercializada na cidade de Barra do Garças, MT. *Acta Veterinaria Brasileira*. 6:124-130. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/acta/article/view/2646/5130>
- World Health Organization. 2019. Food safety key facts.
- Williams RJ, Ward JM, Henderson B, Poole S, O'Hara BP, Wilson M, Nair SP. 2000. Identification of a novel gene cluster encoding staphylococcal exotoxin-like proteins: Characterization of the prototypic gene and its protein product, SET1. *Infection and immunity*. 68:4407-4415. <https://doi.org/10.1128/IAI.68.8.4407-4415.2000>

Forma de citación del artículo:

Araújo CA, Novaes JJS, Lima DO, Santos NS, Campos FS, Gois GC, Borba PHP. 2023. Estudo metanalítico sobre a microbiologia da carne bovina moída no Brasil. *Rev Med Vet Zoot*. 70(1): 129-139. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n1.100851>

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

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

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

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

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

TIPOS DE CONTRIBUCIÓN

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

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

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

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

REMISIÓN DE MANUSCRITOS

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

Todos los autores deben contar identificador ORCID para el momento de ingresar sus datos a la plataforma. Este registro no tiene ningún valor asociado. Para la creación del ORCID se puede ingresar al siguiente link: <https://orcid.org/register>

Junto con el manuscrito se deben adjuntar el “[Formato datos personales autores](#)” (uno por autor) y “[Formato autorización para publicación](#)”, que deberá ser firmado por todos los autores. Los formatos podrán ser descargados desde la página de la revista: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/index>.

Formato

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

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

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

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

Manuscrito

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

Resumen y palabras clave

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

Introducción

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

Materiales y métodos

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

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

Resultados y discusión

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

Conclusiones

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

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

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

Agradecimientos

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

Referencias

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

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

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

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

Libros

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

Capítulos de libro

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

E-Book

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

Artículo de revista

Hepworth PJ, Nefedov AV, Muchnik IB, Morgan KL. 2010. Early warning for hock burn in broiler flocks. Avian Pathol. 39:405-409. <https://doi.org/10.1080/03079457.2010.510500>

Nota: se deben anotar las iniciales de todos nombres que tengan los autores. Los nombres de las revistas se deben registrar en su forma abreviada; para consultar el nombre abreviado de las revistas sugerimos consultar el ISI Journal Title Abbreviations: <https://xperts.cific.com/es/journal-abbreviations/>

Artículo de revista o información publicada únicamente en forma electrónica

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

Tablas

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

Figuras

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

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

Nomenclatura

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

NORMAS DE ESTILO

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

CONSIDERACIONES ÉTICAS

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

Aprobación de comité de Ética:

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

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

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

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

Ética en el proceso de publicación

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

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

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

Revisión por pares:

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

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

Los criterios considerados durante la evaluación serán:

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

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

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

Derechos de autor:

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

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

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

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

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

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

Autorización de publicación y acuerdo editorial

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

Declaración de privacidad y Política de tratamiento de datos personales

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

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

GUIDE FOR AUTHORS AND ETHICAL CONSIDERATIONS

Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

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

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

Publication frequency: Quarterly (3 issues per year).

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

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

TYPES OF CONTRIBUTIONS

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

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

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

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

ARTICLE SUBMISSION

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

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

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

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

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

Essential title page information

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

Manuscript structure

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

Abstract and key words

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

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

Introduction

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

Materials and methods

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

Results and discussion

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

Conclusions

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

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

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

Acknowledgements

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

References

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

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

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

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

• Book

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

• Book chapter

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

• E-Book

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

• Journal article

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

Please note that the initials of all author's given names must be included. For journal title abbreviations: <https://xpertsscientific.com/es/journal-abbreviations/>

• Journal article or document published only online

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

Tables

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

Figures

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

Nomenclature

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

OTHER REQUIREMENTS

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

ETHICAL CONSIDERATIONS

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

raw data collection, data validation, writing, review and editing, data reduction, analysis and interpretation of results, application of the appropriate statistical model, elaboration of the manuscript and bibliographical search. Every author shall be able to explain his direct involvement with the manuscript and be able to defend its contents if the Editorial Committee so requires. Including honorary authors (improper author contribution) is considered unethical and unacceptable. Contribution of each author in the manuscript must be declared in the "Author information form". The addition or deletion of authors will not be accepted except in cases in which an applicable legal or ethical justification is demonstrated and only if approved by the Editor of the journal.

Ethics committee approval: All research that uses animals in their experimentation, must declare in the materials and methods section, the Ethics Committee for experimentation with animal's approval (name of the ethics committee, act and date of approval).

Manuscript submission. Documents submitted for evaluation and possible publication must not be submitted to other journal(s) simultaneously. This voids its originality and compromises the publication rights.

Manuscript integrity. Fabrication or making up results through instrument, materials or research processes manipulation, changing or omitting results or data, plagiarism (citation of his/her own or other's results without clarification according to citation rules), fragmented submission (submission of fragments as independent articles) are all considered unethical practices and are unacceptable.

Manuscript evaluation. Reviewers will only accept to review manuscripts that are within their area of expertise. Their opinions shall be objective and based only on academic and scientific grounds, without any personal consideration. During the evaluation process the reviewer must keep the contents of the manuscript confidential and shall not assign the reviewing task to any other person (co-researcher, graduate student, etc.). If during the reviewing process the referee finds any conflict of interest or any ethical conflict, he/she shall stop the evaluation process and let the Editorial Committee know about this.

Peer Review process:

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

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

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

The criteria considered during the evaluation will be:

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

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

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

[Reviewers personal data form](#)

[Research article form](#)

[Review article form](#)

[Case report form](#)

Publication ethics

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

Copyright:

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

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

Publication authorization and editorial agreement

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

Privacy Statement and Personal Data Protection Policy

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

INSTRUÇÕES AOS AUTORES E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

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

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

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

TIPOS DE CONTRIBUIÇÃO

A revista aceita os seguintes tipos de contribuições originais:

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

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

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

ENVIO DE MANUSCRITOS

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

Formato

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

Página inicial com título, nome e afiliação dos autores

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

Manuscrito

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

Resumo e palavras-chave

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

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

Introdução

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

Materiais e métodos

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

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

Resultados e discussão

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

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

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

Conclusões

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

Conflito de interesses.

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

Fontes de financiamento.

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

Agradecimentos

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

Referências

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

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

- Livros
 - Gilman AG, Rall TW, Nies AS, Taylor P. 1990. The Pharmacological Basis of Therapeutics. 8th ed. New York: Pergamon Press. 1811 p.
 - Capítulos de livro
 - Diaz GJ. 2001. Naturally occurring toxins relevant to poultry nutrition. In: Leeson S, Summers JD editores. Scott's Nutrition of the Chicken. 4th ed. Guelph: University Books. p. 544-591.
 - E-Book
 - Rollin, BE. 1998. The unheeded cry: animal consciousness, animal pain, and science [Internet]. Ames (IA): Iowa State University Press; [Citado 2008 agosto 9]. Disponível em: <http://www.netlibrary.com>.
 - Artigo de revista
 - Hepworth PJ, Nefedov AV, Muchnik IB, Morgan KL. 2010. Early warning for hock burn in broiler flocks. Avian Pathology 39:405-409. Doi: 10.1080/03079457.2010.510500.
- Nota: devem ser registradas as iniciais de todos os nomes dos autores. Pará abreviaturas nome revistas:
- <https://xpertscientific.com/es/journal-abbreviations/>
- Artigo de revista ou informação publicada eletrônica
 - Leng F, Amado L, McMacken R. 2004. Coupling DNA supercoiling to transcription in defined protein systems. J Biol Chem [Internet]. [Citado 2007 Jul. 24]; 279(46):47564-47571. Disponível em: <https://www.jbc.org/>
 - Paswan VK, Sahoo A. 2010. Rumen metabolites and enzymatic profiles in crossbred cattle bulls fed on high and low levels of tanniniferous oak (*Quercus incana*) leaves. Livestock Research for Rural Development [Internet]. [Citado 2011 Mar. 22]; 22(11). Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd22/11/pasw22207.htm>

Tabelas

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

Figuras

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

Nomenclatura

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

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

NORMAS DE ESTILO

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

CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

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

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

Aprovação do comitê de ética:

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

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

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

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

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

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

PROCESSO DE AVALIAÇÃO ACADEMICA:

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

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

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

Os critérios considerados durante a avaliação serão:

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

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

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

[Formato dos dados pessoais dos avaliadores](#)

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

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

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

Ética no processo de publicação

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

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

DIREITOS AUTORAIS:

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

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

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

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

AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO E ACORDO EDITORIAL

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

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

DECLARAÇÃO DE PRIVACIDADE E POLÍTICA DE PROCESSAMENTO DE DADOS PESSOAIS

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



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

© Universidad Nacional de Colombia, 2023