

Revista



SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Agroecológicos ISSN: 2248-4817



Universidad de los Llanos  
Grupo de investigación de Agroforestería  
[www.sistemasagroecologicos.co](http://www.sistemasagroecologicos.co)



Tel: +57 (8) 661 68 00 ext: 201 - 166 / [agroforesteria@unillanos.edu.co](mailto:agroforesteria@unillanos.edu.co)

## REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA UNILLANOS



### Innovación y Sostenibilidad Agropecuaria

La agropecuaria, es un sector crucial para el desarrollo y bienestar de nuestras comunidades. Es en esta tierra fértil y prometedora donde convergen la tradición y la innovación, construyendo el futuro agrícola y ganadero que anhelamos. Hoy queremos destacar cómo la industria agropecuaria ha experimentado una profunda transformación en los últimos años. Los avances tecnológicos y las prácticas sostenibles han revolucionado la forma en que cultivamos nuestros alimentos y criamos el ganado, abriendo un camino hacia una agricultura más inteligente y ecológica. En primer lugar, el papel de la tecnología en la agropecuaria es innegable. La adopción de la agricultura de precisión ha llevado la productividad a niveles nunca antes imaginados. Los drones, sensores y sistemas de información geográfica brindan a los agricultores información detallada sobre sus cultivos, permitiéndoles optimizar el uso de recursos como agua y fertilizantes, reduciendo el desperdicio y aumentando la eficiencia. Asimismo, la inteligencia artificial ha irrumpido en la ganadería, mejorando la salud y el bienestar del ganado mediante la detección temprana de enfermedades y el monitoreo continuo de su bienestar. Además, la aplicación de la genómica en la cría de animales ha dado lugar a cepas más resistentes y productivas, contribuyendo a una producción ganadera más sostenible. Sin embargo, la innovación tecnológica no es la única protagonista en este viaje hacia una agropecuaria más sostenible. La conciencia ambiental ha permeado en el sector, dando lugar a prácticas más responsables con el ecosistema y la biodiversidad. La agroecología y la agricultura orgánica ganan terreno, promoviendo un uso responsable de los recursos naturales y respetuosos con la vida silvestre. No obstante, el camino hacia una agropecuaria sostenible no está exento de desafíos.

La educación y capacitación en nuevas tecnologías y prácticas sostenibles son fundamentales para asegurar la adopción exitosa de estas innovaciones en todas las escalas, tal es el proceso en desarrollo de Sistemas de gestión de calidad que permiten aumentar la productividad implementando tecnologías de bajo costo y amigables con el medio ambiente; cumplir con normas, protocolos y códigos hace más efectivo la participación a una amplia área de mercados, además al ofrecer productos de mejor calidad, se disminuye el riesgo de propagación de patógenos por medio de los alimentos o insumos que se distribuyen tanto a nivel nacional como internacional (Fonseca et al., 2011). Además, es esencial fomentar políticas que incentiven la inversión en investigación y desarrollo, así como la adopción responsable de prácticas sostenibles. Como sociedad, debemos reconocer el valor y el arduo trabajo que nuestros agricultores y ganaderos realizan diariamente para llevar alimentos nutritivos y seguros a nuestras mesas. Su labor incansable en la tierra es un pilar fundamental para el desarrollo y la prosperidad de nuestras naciones, es así como un estudio realizado por Fonseca y Vega (2019) denominado “sostenibilidad como estrategia de competitividad empresarial en sistemas de producción agropecuaria”, identificaron que las fincas en la zona de Sumapaz- Cundinamarca, tienen una gran capacidad para adoptar e implementar mecanismos administrativos, herramientas, participar en actividades de desarrollo, teniendo en cuenta factores sociales y económicos; por ende aumentando la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de los agropecuarios y ofreciendo mejores productos de calidad a los consumidores. Juntos, como sociedad y sector agropecuario, podemos construir un futuro más próspero y sostenible para todos.

Fonseca Carreño, N. E y Vega Baquero, Z. Y. Sostenibilidad como estrategia de competitividad empresarial en sistemas de producción agropecuaria. Revista Estrategia Organizacional, 2019; 8 (1). pp. 9-26. DOI: <https://doi.org/10.22490/25392786.3168>

Fonseca, J. A., Muñoz, N. A., & Cleves, J. A. El sistema de gestión de calidad: elemento para la competitividad y la sostenibilidad de la producción agropecuaria colombiana. Revista de investigación agraria y ambiental, 2011; 2(1), 9-22. Disponible en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/909>

**MVZ. MARIA ALEJANDRA VELASQUEZ PEÑA**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA**

## **Integración Curricular, un camino para el proceso de formación en el área de la salud, una perspectiva desde la Medicina Veterinaria**

**Curricular Integration, a path for the training process in the health area, a perspective from Veterinary Medicine**

**Integração Curricular, um caminho para o processo formativo na área da saúde, uma perspectiva da Medicina Veterinária**

Londoño Rueda Jaime Alfonso<sup>1</sup>, Castaño Gómez Manuela<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Médico Veterinario y MSc - Educación Veterinaria, Universidad de Antioquia, Colombia.

<sup>2</sup> Licenciada en Educación Básica y Máster en estudios avanzados de la literatura, Universidad de Antioquia y Universidad Internacional de la Rioja, Colombia.

Autor de correspondencia: [jalfonso.londono@udea.edu.co](mailto:jalfonso.londono@udea.edu.co)

Recibido 13 de Febrero 2023, aceptado 30 de Junio 2023

### **RESUMEN**

La integración curricular (IC) es un modelo de desarrollo curricular de amplio uso en propuestas de tipo crítico, que se enfocan en el aprendizaje, y por lo tanto, plantean propuestas con énfasis en el estudiante, buscando que logre comprensiones significativas. La IC es una alternativa para dar respuesta a estas necesidades, y para esto establece los elementos a integrar y las estrategias didácticas para lograrlo, de acuerdo con el perfil de egreso. Este artículo caracteriza el uso actual de la IC en programas profesionales del área de la salud, los elementos relevantes de dichas experiencias e identifica las estrategias didácticas de mayor uso en su implementación, mediante una consulta bibliográfica en bases de datos científicas (PubMed, ScienceDirect, ClinicalKey, ERIC y Scielo) y el análisis de los niveles de investigación correspondientes al tema, tanto en la formación en Medicina Veterinaria como en otros programas de salud. Los resultados evidencian la relevancia de enfoques como “One Health” y Educación Interprofesional (EIP), para

que un currículo con IC, contribuya a dar respuesta a los problemas de salud derivados de la interacción Humano - Animal - Medioambiente.

**Palabras claves:** Integración curricular, aprendizaje, Investigación.

### **ABSTRACT**

Curriculum integration (CI) is a development model used in critical-type proposals, which focus on learning, and therefore, provide proposals with an emphasis on the student, seeking to achieve significant learning. The CI is an alternative to respond to these needs, and for this it establishes the elements to integrate and the didactic strategies to achieve it, according to the graduation profile. This article characterizes the current use of CI in professional programs in the health area, the relevant elements of said experiences, and identifies the most widely used didactic strategies in its implementation, through a bibliographical consultation in scientific databases (PubMed, ScienceDirect, ClinicalKey, ERIC and Scielo) and the analysis of the levels of research corresponding to the subject, both in training in Veterinary Medicine and in other health programs. The results show the relevance of approaches such as "One Health" and Interprofessional Education (IPE), so that a curriculum with IC contributes to responding to health problems derived from Human - Animal - Environment interaction.

**Keywords:** Curricular integration, learning, Research.

### **RESUMO**

A integração curricular (IC) é um modelo de desenvolvimento curricular amplamente utilizado em propostas de tipo crítico, que têm como foco a aprendizagem e, portanto, propõem propostas com ênfase no aluno, buscando a compreensão significativa. O IC é uma alternativa para responder a essas necessidades, e para isso estabelece os elementos para integrar e as estratégias didáticas para alcançá-lo, de acordo com o perfil da graduação. Este artigo caracteriza o uso atual do IC em programas profissionais da área da saúde, os elementos relevantes dessas



experiências e identifica as estratégias didáticas mais utilizadas em sua implementação, por meio de consulta bibliográfica em bases de dados científicas (PubMed, ScienceDirect, ClinicalKey, ERIC e Scielo) e da análise dos níveis de pesquisa correspondentes ao assunto, tanto na formação em Medicina Veterinária quanto em outros programas de saúde. Os resultados mostram a relevância de abordagens como "Uma Saúde" e Educação Interprofissional (EIP), para que um currículo com IC contribua para responder aos problemas de saúde derivados da interação Humano-Animal-Ambiente.

**Palavras-chave:** Integração curricular, aprendizagem, investigação.

## INTRODUCCIÓN

La La Integración Curricular (IC) es un modelo de desarrollo curricular de frecuente uso en los programas de pregrado del área de la salud, y ha sido implementado cada vez con mayor frecuencia en los proceso de transformación curricular de las últimas décadas, a las cuales han acudido las instituciones de educación superior, para responder a las necesidades y problemáticas sociales del entorno. Este modelo realiza aportes significativos en la formación disciplinar y personal de los individuos, (Escanero, 2007), a través de una visión holística del proceso enseñanza-aprendizaje y un trabajo articulado entre los distintos niveles.

Los movimientos sociales que promueven dicha transformación comienzan a ser referenciados desde finales del siglo XIX (Silva, 2007), cuando los cambios en los sistemas de producción y organización social que produjo el periodo de industrialización, se traducen en nuevas necesidades para los diferentes sectores productivos y sociales. Se pasa de una educación orientada a la formación técnica y de mano de obra para el mercado laboral, a la visión de formación del individuo desde el ser para prepararlo en otras competencias que le permitan desenvolverse en funciones laborales y sociales que superan la visión de productividad. Estas demandas comienzan a trazar la ruta que permite pasar de currículos tradicionales, caracterizados por la enseñanza técnica, disciplinar y repetitiva; hacia propuestas

curriculares críticas que incorporan características del individuo de acuerdo con su contexto y función social, por ejemplo, la comunicación, la planificación y el cuidado del medio ambiente.

Estos cambios invitan a resignificar el papel de los individuos que intervienen en el proceso formativo, pasando de modelos con enfoque mayoritario en la enseñanza y en el papel que desarrolla el profesor en el aula como sujeto poseedor y transmisor del conocimiento, hacia procesos de formación centrados en el aprendizaje, cuyo principal actor es el estudiante, y en la forma como éste procesa el nuevo conocimiento, promoviendo estrategias que le permitan validar y conectar desde los conceptos previos, considerando sus características e intereses, para proponer estrategias didácticas que, con la mediación de la motivación que proporciona el interés, le permitan aprender de forma significativa y en coherencia con su contexto de desarrollo (Sacristán, 2015).

La función del profesor frente a estos cambios ha constituido grandes retos para su ejercicio porque requiere que éste comprenda la importancia de dar el rol activo al estudiante dentro del proceso de formación, sin dejar de ser un referente de conocimiento y desempeño social, tanto en el aula como en otros espacios que hacen parte de la cultura de dicho proceso. Esta visión ha demandado que los profesores empleen estrategias didácticas que superen la enseñanza magistral tradicional, y que correspondan con las características y demandas del estudiante. Además, comprender que su función trasciende los límites de lo disciplinar y de los espacios institucionales tradicionalmente relegados al aula o espacios equivalentes.

En el área de la salud, las necesidades de formación no han sido ajenas a estos procesos. Además, considerando la importancia de la salubridad, de enfrentar retos propios que se derivan de los procesos de bienestar y enfermedad, como la aparición de nuevas afecciones, de la pandemia derivada del SARS-CoV2, o la dificultad para controlar otras enfermedades emergentes o reemergentes a partir de la resistencia antimicrobiana, por ejemplo. Situaciones que se presentan no solo por

el manejo clínico, sino que demandan una visión integral que incluye los sistemas de producción agrícola, el impacto medioambiental, el uso adecuado de medicamentos, entre otros. Y que involucra directamente la relación humano – animal y la visión colectiva de bienestar. Este tipo de situaciones ha motivado iniciativas que se articulan con la formación integral y el trabajo interprofesional en el área con iniciativas como One Health y One Welfare.

Desde la década de los 90's, la integración Curricular (IC), se ha convertido en un modelo de desarrollo curricular que se aplica cada vez con más frecuencia en los programas del área de la salud porque permite desarrollar el proceso formativo considerando las características y necesidades descritas. En Medicina Veterinaria, el uso ha sido bajo en relación con otros programas del sector (Cavalieri, 2009), y la experiencia de su implementación ha tenido resultados variables que establecen retos adicionales para los actores del proceso, que reconocen el aporte del modelo, pero que se ven limitados por otros aspectos, al no tener una formación pedagógica específica, entre otros factores. Sin embargo, referencias como la permanencia de la integración curricular en las transformaciones del programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Antioquia en Colombia, evidencian el reconocimiento de este modelo de desarrollo curricular en algunos procesos formativos.

A partir de este contexto y referencias, el objetivo de este artículo es hacer una revisión que permita actualizar el uso de la IC en los procesos de formación e identificar nuevas estrategias y oportunidades en su implementación, para ratificar la pertinencia de su consideración en las transformaciones curriculares de los programas del área de la salud.

## **METODOLOGÍA**

Este artículo es un estado de la cuestión que busca caracterizar y actualizar el uso de la integración curricular como modelo de desarrollo en programas del área de la salud, con énfasis en la formación del médico veterinario y el trabajo interdisciplinar

que puede desarrollar con otros programas de esta área para dar respuesta sus problemáticas y necesidad de abordaje integral.

Se caracteriza por ser una metodología cualitativa, que realiza una revisión documental a partir del sistema de bases de datos bibliográficas de la Universidad de Antioquia, siguiendo criterios específicos. Las bases de datos fueron seleccionadas de acuerdo con su tipo y especialidad, considerando bases de datos relacionadas con el área de la salud, como PubMed, Clinical Key y ScienceDirect. También bases de datos de humanidades, con enfoque en investigaciones de tipo educativo, social y humanístico, para identificar experiencias investigativas en el área de la salud con esta perspectiva, para esto las fuentes fueron ERIC y Scielo.

Para las palabras claves de búsqueda, en esta experiencia, se definió como clave de búsqueda “Integración Curricular” (curricular integration), orientado por el tesoro de ERIC. Además, se establecieron otros criterios motivados por el propósito de la revisión, para referenciar el volumen de investigación educativa sobre integración curricular en 3 categorías: general, área de salud (medicina, medicina veterinaria, enfermería y farmacia) y medicina veterinaria. También establece un periodo de tiempo para identificar el estado de la investigación en el último periodo, considerando 3 rangos: 10 años (2012 – 2022), 5 años (2018 – 2022) y 2 años (2021 – 2022).

La selección específica de artículos estuvo orientada por la cantidad de resultados para cada base de datos, área y periodo de tiempo. Estableciendo como prioridad las investigaciones relacionadas con medicina veterinaria y aquellas que estaban orientadas a investigar estrategias didácticas para implementar currículos con IC en programas del área de la salud.

El análisis e interpretación de los artículos seleccionados, a partir de los criterios descritos, inició con una organización por categorías de acuerdo con las bases de datos y en correspondencia con el propósito de la búsqueda. Para continuar con una revisión de carácter crítico-interpretativa, seleccionando aspectos concurrentes



(comunes) y no concurrentes (no tradicionales o innovadores), y que representan aportes para la integración curricular. Estos permitieron establecer categorías para el estado de la cuestión sobre el tema, para orientar la discusión y las conclusiones en torno a la enseñanza en el área de la salud, siguiendo este modelo. (Hernández, 2014).

## RESULTADOS

### • Cantidad y disciplinas identificadas

Siguiendo la orientación metodológica, se realizó la búsqueda en las bases de datos seleccionadas, los resultados muestran un número significativo de investigaciones que incluyen Integración Curricular (IC) dentro de los asuntos de interés (10098 artículos, en los últimos 10 años). De los cuales, los relacionados con el área de la salud representan el 60,03% (6062 artículos), y los que corresponde a Medicina Veterinaria constituyen el 1,2% (121 artículos). En el periodo de 5 años está tendencia se mantiene, sin embargo, para el periodo de 2 años se identifica un incremento en las publicaciones del Área de la Salud, mientras en Medicina Veterinaria se mantiene la tendencia. La tabla 1 presenta los resultados consolidados.

**TABLA 1.** Resultados consulta en bases de datos seleccionadas

| BASE DE DATOS | GENERAL             |                    |                    | ÁREA DE LA SALUD    |                    |                    | MEDICINA VETERINARIA |                    |                    |
|---------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
|               | 10 AÑOS (2012-2022) | 5 AÑOS (2018-2022) | 2 AÑOS (2020-2022) | 10 AÑOS (2012-2022) | 5 AÑOS (2018-2022) | 2 AÑOS (2020-2022) | 10 AÑOS (2012-2022)  | 5 AÑOS (2018-2022) | 2 AÑOS (2020-2022) |
| PubMed        | 1058                | 654                | 420                | 1058                | 654                | 420                | 26                   | 15                 | 11                 |
| Clinical Key  | 1988                | 859                | 390                | 1955                | 954                | 486                | 5                    | 2                  | 1                  |
| ScienceDirect | 6437                | 3311               | 1435               | 2912                | 1615               | 734                | 90                   | 51                 | 17                 |
| ERIC          | 350                 | 52                 | 13                 | 2                   | 0                  | 0                  | 0                    | 0                  | 0                  |
| Scielo        | 265                 | 150                | 46                 | 135                 | 72                 | 19                 | 0                    | 0                  | 0                  |
| <b>TOTAL</b>  | 10098               | 5026               | 2304               | 6062                | 3295               | 1659               | 121                  | 68                 | 29                 |

Dentro del área de la salud, los resultados muestran un mayor número de investigaciones en disciplinas como medicina, enfermería y farmacia, en relación con la producción en Medicina Veterinaria. Además, aparecen investigaciones que son desarrolladas con la participación de varias carreras, es decir, con una visión multidisciplinar. Sobre el origen de las investigaciones, éstas se realizaron principalmente en países como Estados Unidos, Australia y Canadá. Sin embargo, se referencian experiencias de investigación en todos los continentes, incluso trabajos articulados entre universidades de diferentes regiones del mundo.

**Tabla 2.** Origen y áreas de los artículos de investigación.

| BASE DE DATOS | PAÍSES   | ÁREA DE FORMACIÓN   |
|---------------|--|---|
| PubMed        | Estados Unidos, Australia, Canadá, Alemania, Reino Unido, Irlanda, Pakistán, Etiopía | Medicina, Farmacia, Enfermería, Medicina Veterinaria y multidisciplinar |
| Clinical Key  | España y Perú  | Medicina y Farmacia   |
| ScienceDirect | Estados Unidos e India   | Medicina, Farmacia, Medicina Veterinaria y multidisciplinar             |
| ERIC          | China  | Medicina  |
| Scielo        | Perú, Brasil y Jordania  | Medicina y Enfermería   |

- **Artículos seleccionados**

La aplicación de los criterios de selección indicados (integración curricular, estrategias didácticas, desarrollo curricular, área de la salud con énfasis en medicina veterinaria, y actualidad), orientó la selección de artículos, que fueron considerados pertinentes para el propósito de la revisión, esta selección se resume de la siguiente manera:

**Tabla 3.** Resumen de artículos seleccionados

| BASE DE DATOS | ARTÍCULOS SELECCIONADOS |
|---------------|-------------------------|
| PubMed        | 24                      |
| Clinical Key  | 2                       |
| ScienceDirect | 6                       |
| ERIC          | 1                       |
| Scielo        | 4                       |
| <b>TOTAL</b>  | <b>37</b>               |

La aplicación de los criterios permitió seleccionar 38 artículos en los cuales se identificaron experiencias significativas relacionadas con Integración Curricular (IC). Además, fueron consideradas otras características como objetivos, tipo de estudio, resultados y conclusiones. Después de analizar e interpretar cada artículo, se identificó el aporte a la IC de acuerdo con el propósito de la búsqueda. A continuación, se presenta el resumen de la selección de artículos:

**Tabla 4.** Artículos seleccionados y aportes al estado de la cuestión sobre Integración Curricular (IC):

|   | BASE DE DATOS  | AUTOR / AÑO        | BASE DE DATOS | APORTES  |
|---|--|--------------------|---------------|--|
| 1 | Medical Students' Attitude and Perception Towards Embryology Course at Debre Markos University, Ethiopia | B. W. Sume - 2022  | PubMed        | IC entre asignaturas homogéneas: Formación básica,   |
| 2 | Pathology Rotations Embedded Within Surgery Clerkships Can Shift Student Perspectives About Pathology    | A. S.Taylor - 2022 | PubMed        | IC entre asignaturas de práctica profesionalizante y niveles anteriores                                |
| 3 | Der Querschnittsbereich 14 „Schmerzmedizin“ an der Universität Leipzig – was wurde erreicht?             | G. Hempel - 2022   | PubMed        | IC a partir de problemas. Por ejemplo: El dolor. Asignaturas relacionadas orientan aporte al problema. |

|    |   |                          |        |  |
|----|---|--------------------------|--------|--|
| 4  | Level of integration in current undergraduate curricula of two private-sector medical colleges in Karachi   | N. Baig - 2022           | PubMed | Plan de estudios diseñado con participación de profesores de últimos niveles (práctica profesionalizante), participan en diseño de asignaturas de formación básica   |
| 5  | Harvard Medical School's Sexual and Gender Minority Health Equity Initiative: Curricular and Climate Innovations in Undergraduate Medical Education           | A. S. Keuroghlian - 2022 | PubMed | IC, incluye buen vivir y bienestar. Enfoque: Equidad y género  |
| 6  | From Centralized to Decentralized Model of Simulation-Based Education: Curricular Integration of Take-Home Simulators in Nursing Education                    | B. Barth - 2022          | PubMed | IC: Uso de material didáctico, que se pueda llevar a casa, para fortalecer competencias, por ejemplo, habilidades del hacer.   |
| 7  | Situated learning in community environments (SLICE): Systems design of an immersive and integrated curriculum for community-based learning                    | L. Taoube - 2022         | PubMed | IC a partir de problemas (pensamiento sistémico), desarrollo interprofesional (EIP). Además, enfoque en aprendizaje situado en entornos comunitarios (SLICE).  |
| 8  | End-of-Semester Report-Out: A Curriculum Evaluation Strategy  | A. S. Lanz - 2022        | PubMed | IC: Estrategia didáctica con informe al final del semestre (tipo ensayo), evidencia de aprendizajes, evaluación formativa y seguimiento curricular.  |
| 9  | "Preparing them for the profession": An interpretative phenomenological analysis of anatomy educators coping with complexity in the United Kingdom curriculum | K. B. Kirkness - 2022    | PubMed | IC: Propuesta a partir de problemas (la complejidad: ver el asunto desde el todo). Además, trabajo articulado entre profesores, con evaluación de tipo formativa.  |
| 10 | Sex and Gender Health Educational Tenets: A Report from the 2020 Sex and Gender Health Education Summit   | J. M. Kling - 2022       | PubMed | IC: Incluye buen vivir y bienestar. Enfoque: Equidad y género. Definir competencias con enfoque: (1) Conocimiento de salud de sexo y género, (2) Revisar literatura e incorporar sexo y género, (3) Consideraciones de sexo y género en la toma de decisiones clínicas, y (4) Demostrar equidad y respeto con respecto al sexo y género. Además, Educación Interprofesional (EIP). |
| 11 | Cultural Competence is Everyone's Business: Embedding Cultural Competence in Curriculum Frameworks to Advance Veterinary Education                            | J. Gongora - 2022        | PubMed | IC: (1) Competencia cultural explícita, relacionada con IC, (2) Relacionamiento con propietario y comunidad. (3) One Health y (4) Articulación de RA con enseñanza-aprendizaje.  |
| 12 | Integrating Individual Student Advising into Financial Education to Optimize Financial Literacy in  | C. Jones - 2019          | PubMed | IC: Competencia en educación financiera para formación integral y reducir estrés. Con apoyo de un asesor   |

|    |   |                       |        |   |
|----|---|-----------------------|--------|---|
|    | Veterinary Students   |                       |        | especialista en finanzas.   |
| 13 | Climbing the Integration Ladder: A Case Study on an Interdisciplinary and Case-Based Approach to Teaching General Pathology, Parasitology and Microbiology in the Veterinary Curriculum | H. Jahns - 2022       | PubMed | IC: (1) Evaluar posibilidad de avanzar en nivel de IC (escalón correlación a uno más alto). Estrategia: Trabajo articulado entre cursos con características de vinculación. Ejemplo: Parasitología - Microbiología - Patología. Conservando criterios de independencia. (2) Estrategias didácticas: Estudio de casos, aumentar práctica y reducir tiempo de evaluación (evaluación integrada).  |
| 14 | POSIBLE: Development and Evolution of the Clinical Skills Learning Center as an Integral Component of the Illinois Veterinary Professional Curriculum                                   | D. E. Morin - 2020    | PubMed | IC: Centro de aprendizaje de habilidades clínicas para promover formación clínica temprana a partir de la IC (Incrementar práctica clínica en año 1 y 2, a partir de planeación estratégica de espacios).   |
| 15 | A realist synthesis of quality improvement curricula in undergraduate and postgraduate medical education: what works, for whom, and in what contexts?                                   | A. Brown - 2021       | PubMed | IC: Estrategias didácticas para desarrollar IC por niveles del programa en enseñanza del área de la salud.  |
| 16 | The Creation of a Massive, Multi-team Organized (MMO) Course  | J. D. Tayce - 2022    | PubMed | IC: Construcción colectiva de asignaturas para desarrollar incorporar (área, estrategias y profesores).   |
| 17 | "The SOFTVETS Competence Model" - a preliminary project report  | C. Kleinsorgen - 2021 | PubMed | IC: Identificar las competencias blandas esenciales (SoftVet) para la formación del Médico Veterinario. Ejemplo: competencias de comunicación, emprendedoras y digitales.   |
| 18 | Monitoring the Curriculum through the Student Perspective   | E. D. Malone - 2020   | PubMed | IC: (1) Propuesta curricular para IC horizontal y vertical, orientado por visión humanista, con tiempo de estudio razonable (60 horas semana, para docencia directa y trabajo independiente). Cargo específico para apoyar el desarrollo de la IC para que sea progresiva y en espiral (requiere especial en diseño para evitar repetición de temas y similares. Se creó un puesto de coordinador de currículo para favorecer la interacción entre las asignaturas. y definir tipo y momento de la evaluación. (2) Estrategia didáctica: Enfoque en pedagogías activas. |

|    |   |                      |        |  |
|----|---|----------------------|--------|--|
| 19 | Curricular Revision and Reform: The Process, What Was Important, and Lessons Learned                | J. E. Ilkiw - 2017   | PubMed | IC: Crear ambiente de cambio y motivación con los profesores, antes de iniciar la transformación curricular. (2) Propuesta enfocada en el estudiante que aprende. Promueve estrategias activas como trabajo en equipo y fortalecimiento de competencias blandas, como liderazgo.   |
| 20 | Approaches and Study Skills of Veterinary Medical Students: Effects of a Curricular Revision        | E. Zamor - 2017      | PubMed | IC: Factores que limitan el desarrollo de una propuesta curricular con IC, estos incluyeron: (1) Alta carga de trabajo académico - (2) Evaluación - (3) Preparación de los profesores para orientar el aprendizaje - (4) Desarrollar trabajo en equipo - (5) Implementar la IC específica - (6) Enfoque del aprendizaje  |
| 21 | Incorporating Inter-Professional Education into a Veterinary Medical Curriculum                     | A. H. Estrada - 2016 | PubMed | IC: Propuesta de educación interprofesional (EIP). Incluye competencias blandas y "One Health". Por ejemplo: Asignatura común para área de salud (veterinaria, medicina, odontología, enfermería...)   |
| 22 | Scaffolded Active Learning: Nine Pedagogical Principles for Building a Modern Veterinary Curriculum | S. A. May - 2015     | PubMed | IC: Propuesta IC innovadora en Mv, que esté orientada por: (1) Pedagogías activas, (2) Aprendizaje integrado, progresivo y en espiral, (3) Aprendizaje basado en evidencias. Estrategias didácticas: (ABP), contribuye al aprendizaje activo de los estudiantes (conceptos previos - reflexión - motivación - autoindagación). (4) Integración horizontal-vertical y espiral. Además, llevar niveles superiores (prácticas clínicas a los primeros niveles) (5) Conocimientos básicos, se siguen utilizando y fortaleciendo durante toda la carrera. |



|    |   |                     |              |  |
|----|---|---------------------|--------------|--|
| 23 | Curriculum Asset Mapping for One Health Education   | S. M. Morn - 2013   | PubMed       | IC: (1) One Health para una propuesta curricular con IC, a partir de problemas y cursos con buenas experiencias docentes, que permitan desarrollar IC desde las fortalezas e incluir One Health. (2) Educación Interprofesional (EIP). El enfoque comprende: (a) identificar un problema para abordaje con perspectiva integrada e interdisciplinaria, (p. ej., EID [enfermedades infecciosas emergentes]); (b) Identificar áreas de enseñanza disciplinarias individuales pertinentes al problema (p. ej., comunicación sobre la salud, ecología de la vida silvestre); (c) identificar las competencias que se espera adquirir (p. ej., responder a los brotes); (d) Encuestar a los miembros del programa sobre áreas de enseñanza que aborden estas competencias; y (e) Compilar las respuestas en una base de datos que se puede buscar por área de enseñanza y competencia. Base: 13 áreas de enseñanza y 16 competencias relevantes para la epidemiología aplicada. Sobre esta se identifican los recursos. |
| 24 | Effects of a curricular revision on learner outcomes in veterinary clinical pathology       | C. Hollinger - 2013 | PubMed       | IC: Propuesta IC para patología clínica. Estudio no demuestra diferencias significativas entre curso independiente e integrado, en términos de conocimiento. Sin embargo, los estudiantes reconocen mayor apropiación y diferencian los límites de los cursos del área.  |
| 25 | Unsticking from time to create a parasitologic amalgamation                                 | D. Bowman - 2018    | PubMed       | IC: Parasitología. Preparar para hoy y el futuro. Propuesta de formación disciplinar específica y áreas complementarias. Concepciones: Los estudiantes de parasitología tienen mayor interés en lo que les sirve para la práctica clínica. Conclusión: Fusionar la escuela vieja y nueva de parasitología  |
| 26 | Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina                                   | J. Almenara - 2016  | Clinical Key | IC: Instrumentos. Uso de realidad aumentada para enseñar embriología y anatomía, como forma de IC en asignaturas de nivel básico   |
| 27 | Integración de la medicina alternativa en la malla curricular de las carreras de Medicina y | C. García - 2018    | Clinical Key | IC: Propuesta para IC a través de temas no convencionales como la medicina alternativa (homeopatía).   |

|    |  |                       |               |  |
|----|--|-----------------------|---------------|--|
|    | Enfermería de las universidades peruanas   |                       |               |  |
| 28 | Purr-fecting skills- Design of a piloted veterinary pharmacy elective course with a compounding focus  | M. Fredrickson - 2022 | ScienceDirect | IC: Propuesta interprofesional para que estudiantes de Mv aprendan de farmacia y los de farmacia identifiquen la importancia y potencial laboral de la farmacología veterinaria.   |
| 29 | Survey of One Health programs in U.S. medical schools and development of a novel one health elective for medical students.                     | L. Docherty - 2021    | ScienceDirect | IC: Curso interprofesional (EIP) a partir de One Health, propone tópicos para el desarrollo del curso con el aporte al problema, y el abordaje desde cada disciplina. Participan expertos de cada programa y especialidades. Curso puede ser tomado por estudiantes de carreras como: Medicina - Mv - Salud Pública - Enfermería - Odontología |
| 30 | Roles of health professionals in addressing health consequences of climate change in interprofessional education -                             | S McKinnon- 2022      | ScienceDirect | IC: (1) Curso interprofesional (EIP) a partir de problemáticas de cambio climático. Ejes temáticos: sostenibilidad, cambio climático y salud, y salud planetaria. (2) Estrategia didáctica: ABP  |
| 31 | Chapter 10 - Challenges and future perspectives for the application of One Health -  | B Muhammad - 2022     | ScienceDirect | IC: Propuesta interprofesional para abordar problemas infecciosos, teniendo en cuenta el alto costo económico, aumento de población animal y humana, urbanismo y similares. Desde la visión multiprofesional.  |
| 32 | Sustaining large scale longitudinal interprofessional community-based health education experiences - Recommendations from three institutions - | T. Gunaldo - 2022     | ScienceDirect | IC: Propuesta interprofesional (EIP), con enfoque en One Health y salud comunitaria, donde los estudiantes puedan llevar su conocimiento al contexto del problema e intercambiar conocimientos y experiencias entre disciplinas del área de la salud.  |
| 33 | 32 - Interprofessional Education (IPE) A framework for introducing teamwork and collaboration in health professions curriculum -               | C A Mohammed - 2021   | ScienceDirect | IC. Propuesta interprofesional (EIP). Incluye One Health, con la visión de la Organización Mundial de la Salud (OMS), para asuntos como COVID-19   |
| 34 | Seeking the Optimal Time for Integrated Curriculum in Jinan University School of Medicine  | S. Pan - 2017         | ERIC          | IC: Momento para implementar IC. Mejores resultados cuando el estudiante tiene claridad con formación básica, es decir, después del año 3. Aunque, se puede considerar integrar desde el año 1, pero valorar resultados en el tiempo. Aporte a la formación en aspectos como pensamiento crítico; y limitada para                              |

|    |   |                         |        |  |
|----|---|-------------------------|--------|--|
|    |   |                         |        | contribuir al desarrollo de habilidades clínicas.  |
| 35 | Dimensión ambiental en la formación de profesionales de la salud: concepciones de los docentes de una universidad pública                       | R. Arroyo - 2020        | Scielo | IC: Buen vivir. Incorporar al desarrollo de las asignaturas actuales o crear nuevas. Los profesores requieren capacitación y acompañamiento.   |
| 36 | La integración curricular en la evaluación formativa de la educación médica continua a distancia: el uso de actividades integradoras            | B. Vagar- 2022          | Scielo | IC: (Posgrado) Evaluación a través de actividades integradoras en un curso de nivel de especialización, modalidad a distancia. (2) Evaluación: aporta en pensamiento crítico y habilidades blandas. Permite valorar el reconocimiento del problema por parte del estudiante. Es fundamental el acompañamiento del tutor. (3) Favorece el trabajo interdisciplinario. |
| 37 | Percepción y manifestación de competencias colaborativas de estudiantes de grado en salud   | A. Silva de Lima - 2020 | Scielo | IC: (1) Educación interprofesional (EPI). Prácticas curriculares integrando 5 programas de la salud. (2) Desarrollar competencias colaborativas.   |
| 38 | Percepciones de los estudiantes de medicina sobre la patología y una propuesta de iC con la histología, una visión futura del cambio curricular | A. Khader - 2020        | Scielo | IC: Valoración de la percepción de IC entre histología y patología.<br>RESULTADOS: Bajo número de estudiantes reconoce el aporte práctico de histología a patología.<br>RECOMENDACIONES: Mejorar imágenes y/o usar en momento oportuno (cuando se está explicando el tejido).  |

Análisis e interpretación: La organización de los artículos seleccionados permitió relacionarlos y establecer aspectos concurrentes y ocurrentes entre ellos. Para esto se consideró la intención de los artículos en el abordaje de asuntos curriculares y didácticos. Además, el rol desempeñado por los agentes del proceso educativo (profesores, estudiantes, administrativos). Este análisis permitió establecer categorías entre los aspectos concurrentes y referencias las ocurrencias. Precisando que algunos artículos abordan situaciones de diferentes categorías y aportes. La tabla 5 presenta la síntesis de las concurrencias y ocurrencias:

**Tabla 5.** Síntesis y frecuencia de aspectos concurrentes y ocurrentes:

| CATEGORÍA  | CANTIDAD | OBSERVACIONES  |
|--|----------|--|
| IC desarrollado con enfoque en Educación Interprofesional (EIP)  | 11       |  |
| Construcción colectiva de cursos con IC                          | 10       | Profesores de diferentes áreas y niveles en trabajo integrado  |
| IC: Situaciones ocurrentes *                                     | 10       | * Ver lista con información complementaria   |
| IC desarrollado con enfoque en "One Health"                      | 9        |  |
| IC a partir de problemas (tópicos) de interés para el área **ABP | 9        | *Algunos artículos hacen referencia a problemas como tópicos, otros a la estrategia didáctica ABP y en otros no se diferencia. |
| IC incluye el desarrollo de competencias no disciplinares        | 9        | Comunicación, emprendimiento, digitales, equidad, violencia y género   |
| IC, aumentar trabajo práctico y habilidades del hacer            | 4        |  |
| IC, estrategias de evaluación enfoque formativo                  | 4        |  |
| IC, estrategias didácticas activas para su desarrollo            | 3        |  |

Las situaciones ocurrentes, que se identificaron en el análisis de los artículos, comprenden los siguientes aspectos:

- Factores limitantes para implementar IC: (a) Alta carga de trabajo académico - (b) Evaluación - (c) Preparación de los profesores para orientar el aprendizaje - (d) Desarrollar trabajo en equipo - (e) Implementar la IC específica - (f) Enfoque del aprendizaje.
- Contar con un persona capacitada para brindar acompañamiento curricular específico en el diseño de asignaturas con IC y evaluación.
- Desarrollar estrategias de sensibilización y motivación con los profesores, antes de iniciar trabajos de construcción de este tipo.

4. Desarrollar IC desde asignaturas compatibles y con fortalezas docentes identificadas para su implementación. Por ejemplo: Epidemiología.
5. No se identificaron diferencias significativas entre cursos desarrollados de forma regular y los que incluyen IC, en la experiencia de Patología Clínica. Sin embargo, los estudiantes perciben mayor apropiación y diferencia entre los cursos.
6. Experiencias de IC a nivel de posgrado del área de la salud en modalidad virtual.
7. No se identificó aportes significativos entre asignaturas de la misma área (Histología y Patología), en propuesta con IC. Se reconocen aspectos favorables y se propone mejorar material de apoyo al curso (imágenes).
8. Desarrollar la IC a partir de temas no tradicionales en los planes de estudio, como la homeopatía.
9. Se pueden obtener mejores resultados, en relación con IC, cuando se desarrollan las asignaturas después del ciclo básico. Se identifica mayor apropiación de los conceptos y oportunidad de aplicación.
10. La IC se puede incluir en las asignaturas actuales o proponer nuevas alternativas que incluyan este modelo.

## DISCUSIÓN

La Integración Curricular es un modelo vigente en programas de pregrado del área de la salud. Además, el número de investigaciones identificadas evidencia un incremento en su implementación en programas como Medicina, Enfermería y Farmacia. En Medicina Veterinaria también hay incremento en relación con los resultados obtenidos en consultas de 5 a 10 años atrás, que indican la pertinencia de la incorporación parcial o el desarrollo completo de los currículos con IC, en propuestas de tipo crítico, humanista y con pedagogías activas.

La construcción de las asignaturas en un currículo con IC, debe involucrar a la comunidad académica en general, es decir, deben estar articulados desde el nivel macro hasta el micro curricular. Esto permite elaborar una propuesta a partir de las condiciones del programa, considerando las fortalezas y oportunidades de las asignaturas, profesores que las desarrollan y recursos institucionales. Lo que favorece la oportunidad de integración, a partir de elementos como: el trabajo colaborativo entre los profesores, la oportunidad de integración a nivel horizontal y vertical, la relación entre asignaturas de nivel básico, intermedio y profesionalizante. Además, permite la interacción continua de los docentes para seguir reflexionando sobre las prácticas académicas, establecer acciones de mejoramiento continuo y atender otras necesidades que surjan para el proceso de formación.

En las últimas décadas, la educación se ha transformado para aportar a la solución de los problemas de las sociedades desde una visión global. Esto ha demandado en las instituciones y programas profesionales, la migración de una formación tradicional y disciplinar, hacia una integral e interdisciplinaria. El área de la salud no ha sido ajena a esto, sumado a la responsabilidad específica que tiene por el bienestar de las personas, animales y medio ambiente. Donde a través de enfoques como "One Health", una sola salud, buscan responder a estos retos desde una visión holística de los problemas que se derivan de la relación humano - animal - medio ambiente. En la actualidad, la IC orienta este enfoque, promoviendo la conexión entre disciplinas del área a través de la Educación Interprofesional (EIP), planteando asignaturas comunes, para dar respuesta integral y fortalecer el trabajo interdisciplinario.

La implementación en el aula de este tipo de propuestas ha significado uno de los mayores retos para los currículos con enfoque crítico y post-crítico. Cómo superar las prácticas docentes tradicionales y llevar al aula propuestas centradas en el estudiante, en concordancia con propuestas de este tipo, suele ser una demanda actual de los docentes y, aunque las estrategias didácticas para lograrlo son variadas, aquellas que se plantean a partir de problemáticas recurrentes en el área,



y que son abordados con estrategias como Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), tópicos generadores o similares, son reconocidas por profesores y estudiantes como adecuadas para lograr aprendizajes significativos que permitan dar solución a la problemática del contexto de desarrollo. Sin embargo, estas no son las únicas alternativas, y otras estrategias didácticas de tipo activo, que promueven la motivación, el trabajo colaborativo, práctico e integrado, alcanzan este propósito en modelos curriculares con IC. En cuanto a la evaluación, las pruebas tradicionales y memorísticas no suelen ser adecuadas para dar cuenta de la apropiación del conocimiento, pero, en coherencia con una formación centrada en quien aprende, la evaluación de tipo formativo, con instrumentos contruidos colectivamente entre las áreas, se considera pertinente para este propósito.

### **CONCLUSIONES**

La IC sigue siendo una alternativa válida, vigente y adaptable para las propuestas curriculares en los programas profesionales del área de la salud. Además, después de algunas décadas de implementación de propuestas curriculares con este enfoque, los profesores de dicha área, que no suelen tener una formación pedagógica específica, han avanzado en la apropiación del discurso curricular e implementación de didácticas activas, tanto para el diseño de los cursos como en las prácticas de aula. Esto favorece la continuidad de propuestas curriculares con IC, que busca evitar que el estudiante tenga la responsabilidad de integrar el conocimiento, y establece interacciones en el aula que permiten aprendizajes significativos para los involucrados. Lo que lleva a considerar que la IC es un camino válido para incorporar en el currículo las necesidades de formación que vayan apareciendo en un mundo globalizado y dinámico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arroyo R. Dimensión ambiental en la formación de profesionales de la salud: concepciones de los docentes de una universidad pública. An. Fac. med. vol.82 no.1 Lima ene./mar. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v82i1.20751>.
2. Baig N, et al,. Level of integration in current undergraduate curricula of two private-sector medical colleges in Karachi. Can Med Educ J. 2022 Jul 6;13(3):84-90. DOI: 10.36834/cmej.73910.
3. Barth B, et al,. From Centralized to Decentralized Model of Simulation-Based Education: Curricular Integration of Take-Home Simulators in Nursing Education. Cureus. 2022 Jun 27;14(6):e26373. DOI: 10.7759/cureus.26373.
4. Bowman DD. Unsticking from time to create a parasitologic amalgamation. Vet Parasitol. 2018 Mar 15;252:98-100. DOI: 10.1016/j.vetpar.2018.01.027.
5. Brown A, et al. A realist synthesis of quality improvement curricula in undergraduate and postgraduate medical education: what works, for whom, and in what contexts? BMJ Qual Saf. 2021 Apr;30(4):337-352. DOI: 10.1136/bmjqs-2020-010887.
6. Cabero A. J., Barroso O. J. y Obrador M. Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina. Educación Médica, 2017-07-01, Volumen 18, Número 3, Páginas 203-208Ju.
7. Cavalieri J. Curriculum Integration within the Context of Veterinary Education. Journal of Veterinary Medical Education. Win. 2009; 36(4): 388-396.
8. Docherty L, Foley P, Survey of One Health programs in U.S. medical schools and development of a novel one health elective for medical students, One Health, Volume 12, 2021, 100231, ISSN 2352-7714, DOI: [doi.org/10.1016/j.onehlt.2021.100231](https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2021.100231).
9. Escanero J. Integración Curricular - Curricular Integration. Revista Educación Médica. 2007; 10(4): 217-219.
10. Estrada AH, et al. Incorporating Inter-Professional Education into a Veterinary Medical Curriculum. J Vet Med Educ. 2016 Fall;43(3):275-81. doi: 10.3138/jvme.0715-121R. Epub 2016 Apr 13. PMID: 27075273.
11. Fredrickson M, Parry V. Purr-fecting skills: Design of a piloted veterinary pharmacy elective course with a compounding focus. Currents in Pharmacy Teaching and Learning, Volume 14, Issue 8, 2022, Pages 1040-1045, ISSN 1877-1297, DOI: [doi.org/10.1016/j.cptl.2022.07.013](https://doi.org/10.1016/j.cptl.2022.07.013).
12. Gongora J, et al. Cultural Competence is Everyone's Business: Embedding Cultural Competence in Curriculum Frameworks to Advance Veterinary Education. J Vet Med Educ. 2022 Jan 21:e20210113. DOI: 10.3138/jvme-2021-0113.
13. Gualdo P. T. Sustaining large scale longitudinal interprofessional community-based health education experiences: Recommendations from three

- institutions. *Journal of Interprofessional Education & Practice*. Volume 29, 2022, 100547, ISSN 2405-4526, DOI: doi.org/10.1016/j.xjep.2022.100547
14. Hempel G, et al. „Schmerzmedizin“ an der Universität Leipzig – was wurde erreicht? : Eine Analyse der Selbsteinschätzung der Studierenden vor, während und fünf Jahre nach Etablierung des Querschnittsbereichs [The cross-sectional field "pain medicine" in medical studies at the University of Leipzig-What has been achieved?: An analysis of self-estimation of students before, during and 5 years after establishment of the cross-sectional field]. *Schmerz*. 2022 Aug 26:1–9. German. DOI: 10.1007/s00482-022-00665-7.
  15. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México D.F. McGraw-Hill. 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0
  16. Hollinger C, et al. Effects of a curricular revision on learner outcomes in veterinary clinical pathology. *J Vet Med Educ*. 2013 Summer; 40(2):158-70. DOI: 10.3138/jvme.0812-072R. PMID: 23697542.
  17. Jahns H, Markey BK, de Waal T, Cassidy JP. Climbing the Integration Ladder: A Case Study on an Interdisciplinary and Case-Based Approach to Teaching General Pathology, Parasitology and Microbiology in the Veterinary Curriculum. *J Vet Med Educ*. 2022 Apr; 49(2):210-222. DOI: 10.3138/jvme-2020-0085.
  18. Jan E. et al. Curricular Revision and Reform: The Process, What Was Important, and Lessons Learned. *Journal of Veterinary Medical Education*. 2017. DOI: 10.3138/jvme.0316-068R
  19. Jones C, Fouty JR, Lucas RB, Frye MA. Integrating Individual Student Advising into Financial Education to Optimize Financial Literacy in Veterinary Students. *J Vet Med Educ*. 2019 Winter; 46(4):562-572. DOI: 10.3138/jvme.1117-156r1.
  20. Karen B. Kirkness, et al. "Preparing them for the profession": An interpretative phenomenological analysis of anatomy educators coping with complexity in the United Kingdom curriculum. 2022. *Anatomical Sciences Education*. DOI: doi.org/10.1002/ase.2225
  21. Keuroghlian AS, et al., Harvard Medical School's Sexual and Gender Minority Health Equity Initiative: Curricular and Climate Innovations in Undergraduate Medical Education. *Acad Med*. 2022 Aug 9. DOI: 10.1097/ACM.0000000000004867.
  22. Khader A. Percepciones de los estudiantes de medicina sobre la patología y una propuesta de integración curricular con la histología: una visión futura del cambio curricular. *Revista Internacional de Morfología*. 2020. ISSN 0717-9502. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022020000100038.
  23. Kleinsorgen C, et al. "The SOFTVETS Competence Model" - a preliminary project report. *GMS J Med Educ*. 2021 Mar 15; 38(3):Doc50. DOI: 10.3205/zma001446.
  24. Kling JM, et al. Sex and Gender Health Educational Tenets: A Report from the 2020 Sex and Gender Health Education Summit. *J Womens Health (Larchmt)*. 2022 Jul; 31(7):905-910. DOI: 10.1089/jwh.2022.0222.

25. Lanz AS, Adams MH, Frith KH. End-of-Semester Report-Out: A Curriculum Evaluation Strategy. *Nurs Educ Perspect.* 2022 Aug 23. DOI: 10.1097/01.NEP.0000000000001025.
26. May SA, Silva-Fletcher A. Scaffolded Active Learning: Nine Pedagogical Principles for Building a Modern Veterinary Curriculum. *J Vet Med Educ.* 2015 Winter; 42(4):332-9. DOI: 10.3138/jvme.0415-063R.
27. Malone ED, et al. Monitoring the Curriculum through the Student Perspective. *J Vet Med Educ.* 2020 Apr; 47(2):177-192. DOI: 10.3138/jvme.0418-038r1.
28. McKinnon S, et al. Roles of health professionals in addressing health consequences of climate change in interprofessional education: A scoping review. *The Journal of Climate Change and Health, Volume 5, 2022, 100086, ISSN 2667-2782, DOI: doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100086.*
29. Mor SM, et al. Curriculum asset mapping for One Health education. *J Vet Med Educ.* 2013 Winter; 40(4):363-9. DOI: 10.3138/jvme.0313-0525R. PMID: 24072190.
30. Morin DE, et al. Development and Evolution of the Clinical Skills Learning Center as an Integral Component of the Illinois Veterinary Professional Curriculum. *J Vet Med Educ.* 2020 Jun; 47(3):307-320. DOI: 10.3138/jvme.1217-186r1.
31. Mohammed C, Anand R, Saleena V. Interprofessional Education (IPE): A framework for introducing teamwork and collaboration in health professions curriculum. *Medical Journal Armed Forces India, Volume 77, Supplement 1, 2021, Pages S16-S21, ISSN 0377-1237, DOI: doi.org/10.1016/j.mjafi.2021.01.012.*
32. Muhammad-Bashir B, Halimah B. Chapter 10 - Challenges and future perspectives for the application of One Health, *One Health, 2022, Pages 329-343, ISBN 9780128227947, doi.org/10.1016/B978-0-12-822794-7.00007-1*
33. Sacristan, G. *Los contenidos, una reflexión necesaria.* España. Ed. Morata. 2015. ISBN: 978-84-7112-809-6.
34. Sanqiang P, et al. Seeking the Optimal Time for Integrated Curriculum in Jinan University School of Medicine. *International Journal of Higher Education, v6 n1 p25-33 2017. ISSN: ISSN-1927-6044.*
35. Silva de Lima A. Percepción y manifestación de competencias colaborativas de estudiantes de grado en salud. *Revista Latino-Americana de Enfermagem.* 2020;28:e3240. DOI: doi: 10-1590/1518-8345.3227/.3240.
36. SILVA, Tomaz Tadeu da. *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo.* Belo Horizonte: Autêntica, 2007. 158. p. 3ra. ed. ISBN-13: 978-8586583445.
37. Sume B. Medical Students' Attitude and Perception Towards Embryology Course at Debre Markos University, Ethiopia. *Advances in Medical Education and Practice.* 2022; | 3 789-796.
38. Taoube L, et al. Situated learning in community environments (SLICE): Systems design of an immersive and integrated curriculum for community-based learning. *Med Teach.* 2022 Aug 1:1-9. DOI: 10.1080/0142159X.2022.2102468. Epub ahead of print. PMID: 35914523.

39. Taylor A. Pathology Rotations Embedded Within Surgery Clerkships Can Shift Student Perspectives About Pathology. *Medical Science Educator*. 2022. 32:793-801
40. Tayce JD, Macik M, Johnson M. The Creation of a Massive, Multi-team Organized (MMO) Course. *J Vet Med Educ*. 2022 Apr; 49(2):164-171. DOI: 10.3138/jvme-2020-0106.
41. Valarezo-García C., Solis Cartas U. y Valarezo E. P. Integración de la medicina alternativa en la malla curricular de las carreras de Medicina y Enfermería de las universidades peruanas. *Educación Médica*, 2019-03-01, Volumen 20, Número 2, Páginas 118-124
42. Zamor E, et al. Approaches and Study Skills of Veterinary Medical Students: Effects of a Curricular Revision. *J Vet Med Educ*. 2017 Fall; 44(3):490-501. DOI: 10.3138/jvme.1015-176R1.

**Coeficiente de digestibilidad aparente de torta de algodón y harina de pescado en la alimentación de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)**

**Apparent digestibility coefficient of cotton cake and fishmeal in the feeding of fingerlings of red tilapia (*Oreochromis sp.*)**

**Coeficiente de digestibilidade aparente do bagaço de algodão e da farinha de peixe na alimentação de juvenis de tilápia vermelha (*Oreochromis sp.*)**

Mora Solarte Diego<sup>1,2</sup>, Calderón Delgado Ivonne<sup>1,2</sup>, Francisco Jojoa Pablo<sup>1</sup>, Pinza Jonathan<sup>1</sup>, Chamorro Mauricio<sup>1</sup>, Velasco Santamaría Yohana<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniería en producción acuícola, Programa de recursos hidrobiológicos. Universidad de Nariño. Ciudadela Universitaria Torobajo, Pasto, Nariño, Colombia.

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Biotecnología y Toxicología Acuática y Ambiental - BioTox, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, km 12 vía Puerto López, vereda Barcelona, Villavicencio, Colombia.

Autor de correspondencia: [dimora@unillanos.edu.co](mailto:dimora@unillanos.edu.co)

Recibido 20 de Enero 2023, aceptado 24 de Abril 2023

## RESUMEN

Los Coeficientes de Digestibilidad Aparente (CDA) de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), Extracto etéreo (EE), Extracto no nitrogenado (ENN) y energía bruta (EB) del ingrediente alimenticio torta de algodón fueron determinados en juveniles de *Oreochromis sp.* (10 ± 2.5 g). En el experimento la dieta de referencia se mezcló con el ingrediente de prueba en una relación de 70:30. El óxido crómico se usó como indicador inerte. La dieta de referencia y la dieta de prueba fueron suministradas a *Oreochromis sp.* mantenidas en confinamiento a una temperatura de 27 ± 2 °C. Las muestras fecales fueron colectadas por sifoneo. Los CDA para MS, PC, EE, ENN y EB de la Torta de algodón fueron 50.59 ± 2.18, 72.71 ± 1.60, 80.74 ± 0.94, 42.98 ± 3.92, 57.57 ± 2.69, para harina de pescado fueron 71.54 ± 3.74, 90.80 ± 4.34, 89.68 ± 0.56, 63.44 ± 4.69, 76.35 ± 2.68, mientras que los valores para la dieta de referencia fueron 44.27 ± 2.86, 68.43 ± 2.91, 85.11 ± 1.32, 41.48 ± 3.07, 50.38 ± 2.89, respectivamente. De acuerdo con el análisis estadístico no se



encontraron diferencias significativas entre la dieta de referencia y la torta de algodón, sin embargo, se presentaron diferencias significativas entre la dieta de referencia y la harina de pescado. Aunque la torta de algodón tiene bajos niveles de digestibilidad, debido a sus métodos de extracción y estructura bioquímica, no permite una completa asimilación de sus nutrientes en la digestión de los peces; sin embargo, en una dieta complementada con otras materias primas puede suplir requerimientos nutricionales y ser muy útil para reducir costos de alimentación debido a su bajo costo de producción, al ser utilizada como una materia prima alternativa.

**Palabras claves:** Coeficientes de Digestibilidad, alimentación, alevinos.

### ABSTRACT

The Apparent Digestibility Coefficients (ADC) of dry matter (DM), crude protein (CP), Ether Extract (EE), Non-Nitrogenous Extract (NNS) and gross energy (GE) of the feed ingredient cotton cake were determined in *Oreochromis sp.* juveniles ( $10 \pm 2.5$  g). In the experiment the reference diet was mixed with the test ingredient in a 70:30 ratio. Chromic oxide was used as an inert indicator. The reference diet and the test diet were fed to *Oreochromis sp.* kept in confinement at a temperature of  $27 \pm 2$  °C. Fecal samples were collected by siphoning. The ADCs for DM, CP, EE, ENN and EB of cotton cake were  $50.59 \pm 2.18$ ,  $72.71 \pm 1.60$ ,  $80.74 \pm 0.94$ ,  $42.98 \pm 3.92$ ,  $57.57 \pm 2.69$ , for fish meal were  $71.54 \pm 3.74$ ,  $90.80 \pm 4.34$ ,  $89.68 \pm 0.56$ ,  $63.44 \pm 4.69$ ,  $76.35 \pm 2.68$ , while the values for the reference diet were  $44.27 \pm 2.86$ ,  $68.43 \pm 2.91$ ,  $85.11 \pm 1.32$ ,  $41.48 \pm 3.07$ ,  $50.38 \pm 2.89$ , respectively. According to the statistical analysis, no significant differences were found between the reference diet and the cotton cake; however, significant differences were found between the reference diet and the fish meal. Although cottonseed cake has low digestibility levels, due to its extraction methods and biochemical structure, it does not allow a complete assimilation of its nutrients in the digestion of fish; however, in a diet supplemented with other raw materials it can supply nutritional requirements and be very useful to reduce feeding costs due to its low production cost, when used as an alternative raw material.

**Keywords:** Digestibility Coefficients, feeding, fingerlings.

## RESUMO

Os Coeficientes de Digestibilidade Aparente (CAD) da matéria seca (MS), proteína bruta (PC), extrato etéreo (EE), extrato não nitrogenado (ENN) e energia bruta (EB) da torta de algodão foram determinados em juvenis de *Oreochromis sp.* ( $10 \pm 2,5$  g). No experimento a dieta referência foi misturada com o ingrediente teste na proporção de 70:30. O óxido crômico foi usado como indicador inerte. A dieta referência e a dieta teste foram fornecidas a *Oreochromis sp.* mantidos em confinamento a uma temperatura de  $27 \pm 2$  °C. As amostras fecais foram coletadas por sifonagem. O CDA para MS, PC, EE, ENN e EB da torta de algodão foram  $50,59 \pm 2,18$ ,  $72,71 \pm 1,60$ ,  $80,74 \pm 0,94$ ,  $42,98 \pm 3,92$ ,  $57,57 \pm 2,69$ , para a farinha de peixe foram  $71,54 \pm 3,74$ ,  $90,80 \pm 4,34$ ,  $89,68 \pm 0,56$ ,  $63,44 \pm 4,69$ ,  $76,35 \pm 2,68$ , enquanto os valores para a dieta referência foram  $44,27 \pm 2,86$ ,  $68,43 \pm 2,91$ ,  $85,11 \pm 1,32$ ,  $41,48 \pm 3,07$ ,  $50,38 \pm 2,89$ , respectivamente. De acordo com a análise estatística, não foram encontradas diferenças significativas entre a dieta referência e a torta de algodão, porém, houve diferenças significativas entre a dieta referência e a farinha de peixe. Embora a torta de algodão tenha baixos níveis de digestibilidade, devido aos seus métodos de extração e estrutura bioquímica, não permite a completa assimilação de seus nutrientes na digestão dos peixes; entretanto, em dieta suplementada com outras matérias-primas, pode suprir as exigências nutricionais e ser muito útil para reduzir custos com rações devido ao seu baixo custo de produção, quando utilizado como matéria-prima alternativa.

**Palavras-chave:** Coeficientes de Digestibilidade, alimentação, alevins.

## INTRODUCCIÓN

La industria piscícola, como los otros sectores pecuarios, busca producir carne con máximos rendimientos al mínimo costo. El uso de alimentos balanceados puede mejorar la producción de peces e incrementar las utilidades; sin embargo, los alimentos provocan entre 50 al 70% del total de los gastos variables de producción.

Por lo tanto, la calidad y el costo del alimento son factores críticos para la rentabilidad de una granja piscícola (Barragan et al., 2017).

Hajen et al. (1993) mencionan que la determinación de la digestibilidad es esencial no sólo para formular dietas a bajo costo, sino que además es muy útil para la investigación de requerimientos nutricionales, selección de ingredientes con valor nutritivo potencial (en relación a la calidad de la materia prima) y formulación de dietas que minimicen la contaminación del agua. Otros trabajos en salmónidos promueven el uso de alimentos altamente digeribles para conservar la calidad del agua en el cultivo (Cho et al., 1993, 1994, Romero & Manrique, 1993). En el cultivo acuícola en general, Lee & Lawrence (1997) mencionaron que la imposición progresiva de regulaciones ambientales estrictas de los efluentes de granjas acuícolas, y el alto costo de su tratamiento, está generando la demanda de alimentos asimilables que produzcan menos desechos de nitrógeno y de fósforo, por lo que el estudio de la digestibilidad en los alimentos ha tomado un gran interés.

Akiyama et al. (1993) y Brown et al. (1989) coincidieron en que la evaluación de la digestibilidad resulta esencial en la determinación de la calidad de un alimento; adicionalmente el conocimiento de la digestibilidad de las materias primas permite realizar una formulación más precisa de la dieta, pudiendo disminuir la cantidad de proteína o bien se podrían utilizar fuentes de proteína de menor costo reduciendo así substancialmente el precio del alimento. El objetivo de este estudio fue determinar los coeficientes de digestibilidad aparente para materia seca, ceniza, proteína cruda, extracto etéreo, extracto no nitrogenado y energía bruta del ingrediente torta de algodón, para la alimentación de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

## METODOLOGÍA

### Preparación de las dietas

La dieta de referencia fue formulada para satisfacer los requerimientos nutricionales de los alevinos de tilapia (Tabla 1). En la preparación de la dieta de referencia se utilizaron ingredientes como harina de pescado, torta de soya, harina de trigo,

cebada y harina de maíz, premezcla de vitaminas y minerales, monofosfato sódico. El óxido crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) fue usado como un indicador inerte a una concentración de 0,05% de la dieta. Las dietas de experimentación fueron formuladas usando el 70% de la dieta de referencia y el 30% restante correspondía a la materia prima a evaluar para cada tratamiento (torta de algodón y harina de pescado). La dieta fue mezclada en seco para homogenizar los ingredientes y posteriormente se agregó agua, la mezcla fue peletizada y se dejó secar en horno durante 24 horas, posterior a este periodo se almacenaron en seco y fresco en un recipiente plástico.

**Tabla 1.** Composición porcentual de la dieta de referencia y la dieta prueba utilizada para la determinación de los coeficientes de digestibilidad aparente en *Oreochromis sp.*

| Ingrediente                 | Dieta de referencia (%) | Dieta tratamientos (70%) |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Harina de pescado           | 35.72                   | 24,95                    |
| Torta de soya               | 30.18                   | 21.08                    |
| Torta de algodón            | 0,995                   | 0,69                     |
| Mogolla de trigo            | 0.99                    | 0.69                     |
| Harina de maíz amarillo     | 24.08                   | 17,33                    |
| Harina aceite de pescado    | 0.99                    | 0.69                     |
| Aceite de soya              | 1.77                    | 1.24                     |
| Premezcla vitamínica        | 1.99                    | 1.39                     |
| Monofosfato ácido ascórbico | 0.06                    | 0.04                     |
| Monofosfato sódico          | 1.99                    | 1.39                     |
| Oxido crómico               | 0.5                     | 0.5                      |

Fuente: Autores

### Peces y condiciones experimentales

Se utilizaron 180 juveniles de tilapia roja, con un peso promedio de  $10 \pm 2.5$  g y fueron distribuidos al azar en acuarios de 60 L de capacidad, equipados con fondo inclinado para la colecta de heces, con piedras difusoras y termostato. La

temperatura del agua se mantuvo a  $27 \pm 2$  °C. Los peces fueron mantenidos en los acuarios de digestibilidad por 8 días antes de iniciar el experimento y se suministró durante este tiempo la dieta de experimentación con el fin de adaptarlos al alimento. Durante todo el experimento se mantuvo un recambio del 20 % cada 2 o 3 días para mantener la calidad del agua estable.

### **Alimentación y recolección de heces**

Se implementó la técnica de sifoneo, ya que los acuarios metabólicos contaban con el fondo inclinado a 45° facilitando esta actividad. Con el fin de obtener la mayor cantidad de heces diarias se alimentaba cada hora en horario de 7:00 h a 19:00 h y treinta minutos después de cada comida se hacía la recolección de las heces; esta metodología variaba cuando los peces no presentaban un comportamiento alimenticio activo. Todos los días a las 6:45 h del día siguiente, las heces sedimentadas fueron extraídas, y desechadas ya que debido a la temperatura del agua presentaban una lixiviación, volviéndolas inútiles para el ensayo. Este procedimiento se repitió durante 25 días aproximadamente hasta conseguir una cantidad promedio de 6 g de heces secas para el análisis proximal por cada replica.

### **Análisis proximal**

Para el análisis proximal de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, extracto no nitrogenado y energía se utilizaron los siguientes procedimientos:

- **Determinación Materia Seca**

Para la determinación de materia seca total se utilizó Caja Petri para el secado de la muestra en una estufa a 105°C durante 4 horas. Los porcentajes de materia seca se realizaron con la siguiente ecuación.

$$\% MS = \frac{(Pesocaja + MST) - (Pesocaja)(g)}{(PesoMuestra)(g)} * 100$$

- **Determinación Proteína**

En la determinación de proteína se siguió el método de Kjeldahl, pesando 0.2 gramos de la muestra (incluyendo 2 gramos de la muestra catalítica), para transferirlo al tubo Buchí, agregando ácido sulfúrico y llevándolo al digestor buchí hasta que el líquido cambie a un color azul verdoso; se deja enfriar para llevarlo al destilador de Nitrógeno buchí, empleando 25 ml de ácido Bórico e indicador mixto fijando 6 minutos de tiempo de destilación y finalmente se comprueba la destilación del amoniaco con papel indicador de pH; para calcular el porcentaje de proteína se utiliza la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Proteina} = \frac{\text{VolH}_2\text{SO}_4 * N * 14 * 6.25 * 100}{(\text{PesoMuestra})(\text{mg})}$$

- **Determinación Extracto Etéreo**

En el procedimiento para extracto etéreo por el método Soxhlet, se pesa un gramo de la muestra envuelta en un papel filtro para colocarla en la unidad de extracción adicionando algunas esferas de cristal y se acopla al equipo extractor Soxhlet, adicionando éter etílico al balón de fondo plano; posteriormente, se conecta la plancha de calentamiento, regulando la temperatura en 80°C para extraer la grasa aproximadamente a las 12 horas; el porcentaje de extracto etéreo se calcula con la siguiente ecuación.

$$\% \text{ EE} = \frac{(\text{Pesobalon} + \text{EE}) - (\text{Pesobalon})(\text{g})}{(\text{PesoMuestra})(\text{g})} * 100$$

- **Determinación Energía Bruta**

En el cálculo de energía bruta se implementó una bomba adiabática, con el fin de medir el calor liberado en el agua por la materia prima; se pesa 0.6 g de muestra, convirtiéndola posteriormente en pellet. Se coloca el pellet sobre la capsula de combustión tocando la superficie de este con el alambre fusible unido a los electrodos de la bomba; se adiciona agua destilada, y posteriormente se inyecta 30 atm de oxígeno; una vez hecho este procedimiento, se ubica la bomba dentro de la cubeta del calorímetro con 2 litros de agua destilada, conectando los polos de

ignición a la cabeza de la bomba y se tapa; a continuación se inicia la agitación durante 5 minutos para buscar el equilibrio antes de empezar las lecturas, que se realizan cada minuto hasta el minuto 5 en donde se inicia la ignición y se registra la temperatura a los 45, 60, 75, 90 y 120 segundos posteriores; se continúa con registros de temperatura en intervalos de 1 minuto hasta alcanzar temperatura constante en 5 registros consecutivos. Hecho este proceso se lava el interior de la bomba para retirar la solución ácida, a esta solución se le agrega rojo de metilo y se titula con carbonato de sodio, además se mide el alambre que no se quemó.

- **Determinación de Extracto no Nitrogenado**

El porcentaje de extracto no nitrogenado se determinó restando de 100 los porcentajes de humedad, extracto etéreo, fibra, cenizas y proteína. Este corresponde fundamentalmente a los carbohidratos solubles, es decir, los carbohidratos que son completamente utilizados por el animal. Este procedimiento está afectado por las inexactitudes propias de la determinación analítica de los otros componentes, por eso sus resultados son relativamente aproximados.

$$ENN = 100 - (H + EE + F + C + P)$$

La anterior metodología es descrita en las guías implementadas para la sección de laboratorios de la Universidad de Nariño.

## VARIABLES A EVALUAR

### ***Coefficientes de digestibilidad aparente de las dietas***

Los CDA tanto para la dieta de referencia como para las dietas experimentales se calcularon de acuerdo a la siguiente fórmula (Guillaume, 2004):

$$CDA\ MS\ (\%) = 100 - 100 * \frac{\% Cr_2O_3\ Alimento}{\% Cr_2O_3\ Heces}$$

$$CDA\ nutrientes\ (\%) = 100 - 100 * \left( \frac{\% Cr_2O_3\ Alimento}{\% Cr_2O_3\ Heces} * \frac{\% Nutriente\ en\ heces}{\% Nutriente\ en\ Alimento} \right)$$

## **Coeficientes de digestibilidad aparente de los nutrientes de las materias primas**

Los valores de digestibilidad aparente para extracto etéreo, energía, proteína de los ingredientes se determinaron basados en la proporción de 70: 30 de mezcla de la dieta de referencia e ingrediente, según la fórmula:

$$CDI (\%) = \frac{100}{30} * \left( DA \text{ Nutriente en dieta evaluada} - \frac{70}{100} * DA \text{ Nutriente en dieta de referencia} \right)$$

**CDI**= coeficiente de digestibilidad del ingrediente analizado (materia prima)

## **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis estadístico descriptivo y los datos se expresaron como media  $\pm$  SEM. Para cada parámetro se realizó un análisis de dos vías para evaluar el efecto del ingrediente y del nutriente y se realizó un post-test de Bonferroni. En todos los casos se utilizó un valor de  $p < 0.05$  como el nivel para considerar diferencias estadísticas significativas. Los procedimientos estadísticos fueron realizados por medio del software GraphPad Prism V.5.01.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **Análisis bromatológico**

Una vez realizado en análisis bromatológico en las 3 dietas empleadas no se encontraron diferencias significativas sobre los parámetros evaluados. Sin embargo, si se puede evidenciar que los valores de proteína fueron más elevados en las dietas preparadas en la proporción 70:30, la Dieta de referencia con harina de pescado tuvo un valor de 46.61%, mientras que la dieta de referencia con inclusión de torta de algodón fue de 41.7%, estos valores son semejantes a los reportados por Akiyama (1995)<sup>7</sup> y Kubaryk (1997). Además, estos autores concluyen que los valores óptimos de proteína deben ser superiores a un 30% para lograr un desarrollo idóneo de los peces.

**Tabla 2.** Análisis Bromatológico de las dietas utilizadas en el experimento (dieta de referencia, Dieta con torta de algodón y dieta con harina de pescado) para la alimentación de *Oreochromis sp.*



|                                 | Dieta de referencia | Dieta ref.+ Torta de algodón | Dieta ref.+ Harina de pescado |
|---------------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|
| <b>Materia seca - %</b>         | 95.25 <sup>a</sup>  | 93.73 <sup>a</sup>           | 94.55 <sup>a</sup>            |
| <b>Contenido de Humedad - %</b> | 4.75 <sup>a</sup>   | 6.27 <sup>a</sup>            | 5.45 <sup>a</sup>             |
| <b>Ceniza - %</b>               | 12.71 <sup>a</sup>  | 11.15 <sup>a</sup>           | 7.51 <sup>a</sup>             |
| <b>Materia orgánica - %</b>     | 82.54 <sup>a</sup>  | 82.58 <sup>a</sup>           | 92.49 <sup>a</sup>            |
| <b>Extracto etéreo - %</b>      | 6.90 <sup>a</sup>   | 8.45 <sup>a</sup>            | 5.98 <sup>a</sup>             |
| <b>Fibra cruda - %</b>          | 1.82 <sup>a</sup>   | 4.86 <sup>a</sup>            | 4.2 <sup>a</sup>              |
| <b>Energía - Kcal/100g</b>      | 403 <sup>a</sup>    | 398 <sup>a</sup>             | 399 <sup>a</sup>              |
| <b>Fosforo - %</b>              | 1.91 <sup>a</sup>   | 1.83 <sup>a</sup>            | 0.77 <sup>a</sup>             |
| <b>Calcio - %</b>               | 1.85 <sup>a</sup>   | 1.45 <sup>a</sup>            | 0.28 <sup>a</sup>             |
| <b>Magnesio - %</b>             | 0.23 <sup>a</sup>   | 0.61 <sup>a</sup>            | 0.75 <sup>a</sup>             |
| <b>Cromo - %</b>                | 0.54 <sup>a</sup>   | 0.42 <sup>a</sup>            | 0.65 <sup>a</sup>             |
| <b>Proteína - %</b>             | 37.14 <sup>a</sup>  | 41.70 <sup>a</sup>           | 46.61 <sup>a</sup>            |

Letras diferentes indican diferencias significativas entre dietas. Fuente: Autores

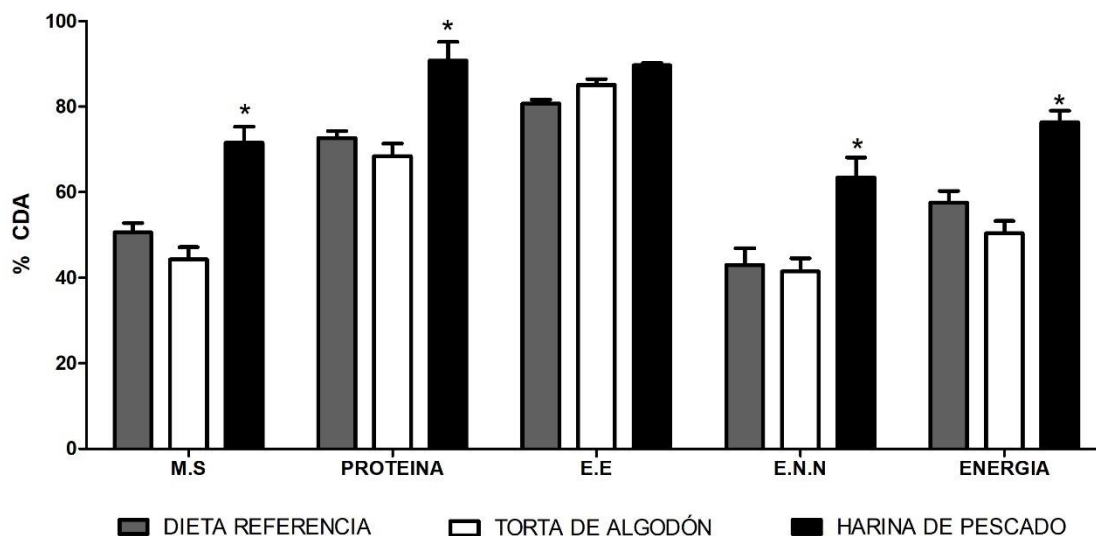
### **Coefficiente de digestibilidad Aparente**

Los valores de CDA para ceniza no fueron presentados ya que al encontrarse en bajas cantidades en una dieta no se hace indispensable realizar el CDA; para fibra ocurre algo similar ya que debido a su composición hace que su digestibilidad dentro de algún organismo, para nuestro caso omnívoro, los resultados no serán muy determinantes y con respecto a los minerales fosforo, calcio y magnesio no se puede hablar de una verdadera digestibilidad sino más bien de una disponibilidad dentro del alimento como en el ambiente, debido a que los peces son capaces de absorber parte de los minerales que requieren del agua a través de las branquias o de la superficie corporal, lo que no sucede con animales terrestres (Gonzales, 1983).

Los CDA de MS para la dieta de referencia, dieta referencia + torta de algodón, y dieta referencia + harina de pescado fueron  $50.51 \pm 2.18$  %,  $44.27 \pm 2.86$  %,  $71.55 \pm 3.74$  %, respectivamente. De acuerdo con el análisis de ANOVA simple ( $p < 0.05$ ) se encontraron diferencias significativas de la dieta con harina de pescado y las otras dos dietas (Figura 1). Los valores obtenidos para la dieta de referencia y dieta con torta de algodón se comportan por debajo de los obtenidos para materias primas de origen vegetal, según Kirchgessner et al. (1986) y Barros et al. (1988) quienes

determinaron un CDA de la MS para el maíz amarillo duro con valores más altos (90,0 y 86,9%) en *Cyprinus carpio* y *Oreochromis niloticus* respectivamente. Sin embargo, se encontraron valores similares con la soya integral, según espejo (2003) se obtuvieron valores de soya integral incorporando el 30 % a la dieta obteniendo un valor en el CDA 49.4 %. Por lo tanto, la dieta de referencia y la dieta con torta de algodón en la parte de materia seca apenas es asimilable aproximadamente el 50%. Para el caso de la dieta con harina de pescado, se observa un porcentaje cercano al 70%, lo cual indica que la digestibilidad en materia seca es significativamente mayor a las dietas con mayores inclusiones de materias primas vegetales.

El CDA para proteína fue de  $72.71 \pm 1.60$  %,  $68.43 \pm 2.91$  % y  $90.81 \pm 4.34$  % para la dieta de referencia, dieta de referencia + torta de algodón y dieta de referencia + harina de pescado, respectivamente (Figura 1). El valor de la dieta con harina de pescado fue significativamente más alto en referencia a las otras dos dietas. De acuerdo con otros estudios los valores pueden presentar un bajo porcentaje en el CDA, dependiendo a la calidad de la materia prima y su transformación. Castro y Correa (2003) presentan un valor de CDA de PC de 84% para torta de algodón evaluado en la misma especie, valor superior al reportado en este estudio. Mientras que Hanley (1987) obtuvo un CDA de 86 % con la utilización de harina de pescado en la alimentación de tilapia, valor inferior al reportado en este estudio. Aunque la dieta con harina pescado tiene una mejor asimilación de la proteína, debido a la calidad y fuente de este nutriente, los costos de esta dieta serán un 30% más elevado. Por otro lado, la torta de algodón se comporta dentro de los porcentajes altos de la digestibilidad de proteína, sin presentar diferencias significativas con la dieta de referencia y convirtiéndose en una buena alternativa alimenticia.



**Figura 1.** Coeficientes de Digestibilidad Aparente (CDA) de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), Extracto etéreo, (EE), Extracto no nitrogenado (ENN) y energía bruta (EB) de la torta de algodón y harina de pescado suministrada a *Oreochromis sp.* \*Asterisco indica diferencias significativas con la dieta de referencia ( $p < 0.05$ ).

Con respecto a los CDA para EE para la dieta de referencia, dieta ref + torta de algodón, y dieta ref + harina de pescado, los valores que se obtuvieron fueron:  $80.74 \pm 0.94 \%$ ,  $85.11 \pm 1.31 \%$ ,  $89.67 \pm 0.56\%$ , respectivamente (Figura 1). En este caso no se encontraron diferencias significativas al realizar el análisis estadístico ( $p > 0.05$ ) entre las tres dietas. Hernández y Millan (1998) reportaron un valor de 81% para torta de algodón, valor semejante al reportado en el presente estudio. Mientras que Fernández et al (2004) reportó un valor de CDA de EE de 77% para harina de pescado en la alimentación de *Piaractus brachypomus*. Los niveles de extracto etéreo que se obtuvieron en este ensayo para todas las dietas fueron inferiores al 12% (Tabla 2). Según Castillo (2002), se deben suministrar niveles menores de 12% en la dieta, ya que niveles superiores retrasan el crecimiento debido a la acumulación de glucógeno y grasa en el hígado (hepatomegalias). Por tanto, los peces se comportan como diabéticos ante altas concentraciones de glucosa, ya que no secretan las cantidades adecuadas de insulina, afectando al mismo tiempo, la digestibilidad de la proteína y por ende su eficacia.

Tanto la dieta con torta de algodón como la que incluía harina de pescado, proporcionan cantidades adecuadas de ácidos grasos y una alta digestibilidad de estos para la alimentación de *Oreochromis sp.*

Para el CDA de la EB los valores para la dieta de referencia, dieta referencia + torta de algodón, y dieta referencia + harina de pescado fueron  $57.57 \pm 2.68 \%$ ,  $50.38 \pm 2.89 \%$ ,  $76.35 \pm 2.67 \%$ , respectivamente. El valor de la dieta con harina de pescado fue significativamente más alto en referencia a las otras dos dietas ( $p < 0.05$ ). Los valores encontrados en este estudio para la torta de algodón y la dieta de referencia son inferiores a los presentados por Castro y Correa (2003) con un valor de 62,5% para la misma especie. De igual manera para la dieta con harina de pescado, Gutierrez-Espinosa et al, (2011), reporta una digestibilidad del 88% con una inclusión del 30% de esta materia prima en la dieta de *Oreochromis niloticus*, valor superior al presentado en este estudio. Como se mencionó anteriormente la variabilidad en los datos de CDA puede presentarse para una misma especie, debido a diferentes factores como pueden ser el origen, procesamiento y almacenamiento, entre otros (Gutiérrez et al., 2003).

Es importante que los alimentos suministrados a peces contengan un nivel energético óptimo ya que un exceso o defecto de energía puede resultar en una reducción en las tasas de crecimiento (NRC, 1983), de acuerdo con esta misma organización el nivel adecuado de energía digestible para Tilapia es de 290 Kcal/100g, aunque cabe aclarar que este es un valor estimado ya que se dificulta la cuantificación de las pérdidas energéticas en la ecuación de balance energético (Brafield, 1985). Por lo tanto, las tres dietas suplirían adecuadamente los requerimientos energéticos para esta especie.

### Coeficiente de Digestibilidad del Ingrediente

Respecto a los valores de CDI de materia seca, se puede deducir que debido al origen animal de la harina de pescado la digestibilidad de este ingrediente es significativamente más alta que la de la torta de algodón. De igual manera ocurre con los parámetros de EB, PC y ENN los cuales fueron significativamente más altos en la harina de pescado que en la torta de algodón (Tabla 3). Convencionalmente, es de suponer que los coeficientes de digestibilidad fluctúen entre 0 y 100%, pero hasta ahora no se ha determinado completamente el por qué en ocasiones se generan resultados con digestibilidades mayores al 100%. Tal y como sucedió en este caso para EB y ENN. Sin embargo, valores negativos (Akiyama et al., 1989) o mayores al 100% en la digestibilidad evaluada en camarones no son inusuales, ya que han sido reportados en otros estudios (Divakaran et al., 2000, Cruz-Suárez et al., 2001, Rivas-Vega et al., 2009).

**Tabla 3.** Coeficientes de digestibilidad del ingrediente para materia seca (MS), proteína cruda (PC), Extracto etéreo, (EE), Extracto no nitrogenado (ENN) y energía bruta (EB) de la torta de algodón suministrada a *Oreochromis sp.*

| CDI               | MS%                | EE%               | EB%                 | PC%                | ENN%                |
|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| HARINA DE PESCADO | 84.29 <sup>a</sup> | 3.16 <sup>a</sup> | 100.16 <sup>a</sup> | 92.30 <sup>a</sup> | 116.15 <sup>a</sup> |
| TORTA DE ALGODÓN  | 56.11 <sup>b</sup> | 3.16 <sup>a</sup> | 13.37 <sup>b</sup>  | 3.16 <sup>b</sup>  | 21.37 <sup>b</sup>  |

<sup>a, b</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas entre dietas. Fuente: Autores

### CONCLUSION

Se puede concluir que los valores de digestibilidad generados por la torta de algodón en *Oreochromis sp.* fueron bajos con respecto a los generados por otras especies omnívoras de ambientes tropicales y con materias primas de origen vegetal. Los CDA obtenidos para la Torta de algodón demuestran una baja utilización de la tilapia roja por las fracciones proteica y lipídica, cuando esta especie es alimentada con dietas donde se utiliza la torta de algodón como una fuente de proteína.

La torta de algodón al ser implementada como una materia prima alternativa constituye una baja fuente de proteína y componentes lipídicos (energéticos), debido a su baja digestibilidad, sin embargo, se debe considerar realizar estudios

con torta de algodón extraída por otros medios e implementada en otras fases o en animales de diferente talla. De ser útil la torta de algodón puede convertirse en un buen ingrediente al momento de balancear dietas ya que su costo de producción es relativamente bajo, según el Fondo de Fomento Algodonero y la Confederación Colombiana del Algodón.

## BIBLIOGRAFIA

1. Barragán A, Zanazzi N, Gorosito A, Cecchi F, Prario M, Imeroni J, & Mallo J. Utilización de harinas vegetales para el desarrollo de dietas de pre-engorde y engorde de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 2017; 18(9), 1-15.
2. Hajen W, Beames R, Higgs D & Dosanjh B. Digestibility of various feed stuffs by post-juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water. Validation of technique. *Aquaculture*. 112:321-332. 1993.
3. Cho C Y, Kaushik S J, Luquet P. Digestibility of feedstuffs as a major factor in aquaculture waste management. En *Fish nutrition in practice. Colloquium Number 61*. Institut National de la Recherche Agronomique, París, France. 365-374. 1993.
4. Cho, C Y, Hynes J D, Wood K R, Yoshida H K. Development of high nutrient-dense, lowpollution diets and prediction of aquaculture wasteds using biological approaches. *Aquaculture*. 124:293-305. 1994.
5. Romero J J y Manrique J A. Esfuerzos desarrollados en Chile para disminuir el impacto ecológico en centros de cultivo de peces. Seminario Internacional Acuícola Y Medio Ambiente, 2-3 Septiembre. Fundación Chile. .1993 189pag.
6. Lee P, Lawrence A. Digestibility. In: D'Abraham, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M, (Eds), *Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture*, The World Aquaculture Society, Louisiana State University, Baton Rouge, USA, 6: 194-260. 1997.
7. Akiyama D, Dominy W, Lawrence A L. Nutrición de camarones peneidos para la industria de alimentos comerciales. En Cruz-Suárez L.E., Ricque-Marie D. y Mendoza-Alfaro R. (Eds) *Memorias del Primer Simposium Internacional de*

- Nutrición y Tecnología de Alimentos Para Acuicultura. F.C.B. - U.A.N.L., Monterrey, N.L. México. 1993.
8. BROWN, P; ROBINSON, E; CLARK, A; LAWRENCE, A. L. Apparent Digestible Energy Coefficients And Associative Effects In Partial Diets For Rid Swamp Crayfish". Journal of The World Acuaculture Society. 1989; 20(3):122-126.
  9. Metodologías de prácticas académicas para análisis proximal, de energía y minerales. Laboratorio de Bromatología. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. 2008. 21 pág.
  10. Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Métailler R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Madrid. Ediciones Mundi Prensa, 2004. 475 p.
  11. Kubaryk J. Nutrición de Tilapia: Alternativa para alimentar camarones. Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico. Pág. 225-244. (Citado 20 de octubre del 2011). Disponible en URL: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/724/72430204.pdf>
  12. Gonzales C. La piscicultura: Una alternativa viable en la producción de proteína de alta calidad. Protinal. 1983. 137, 10-11 pág
  13. Kirchgessner M, Kurzinger H & Schwartz F J. Digestibility of crude nutrients in different feeds and estimation of their energy content for carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture, 1986; 58:185-194.
  14. Barros M M; Pezzato L E, Silveira A C & Pezzato A.C. Digstibilidade aparente de fonts energéticas pela tilapia do nilo (*Oreochromis niloticus*). Pages433-437 in Vi Simposio Latinoamericano e V Simposio Brasileiro de Acuicultura. Florianópolis, Brazil. 1988.
  15. Espejo C, Victoria N, Leterme P. Valor nutricional de la soya integral para la tilapia roja, IV seminario Internacional de Acuicultura, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Septiembre 2003.
  16. Castro C Y Correa A. Determinación del valor nutricional y rendimiento en campo del guandul y las tortas de algodón, girasol y lino como fuente de proteína en la tilapia roja, Tesis de grado, Universidad Nacional, sede Palmira, 2003.

17. Hanley F. The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity on digestibility determinations in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L). *Aquaculture*, 66: 163-179. 1987.
18. Hernandez J, Millan J. Coeficiente de digestibilidad y energía metabolizable de ingredientes utilizados en la alimentación de sargo rayado (*Archosargus rhomboidalis*). Universidad Autónoma de Baja California, ciencias marinas. Ensenada, México. 1998. 11 p
19. Fernández J.B.K, Lochmann R & Alcantara F. Apparent Digestible Energy and Nutrient Digestibility Coefficients of Diet Ingredients for Pacu *Piaractus brachypomus*. *Aquaculture*, 2004; (35) 2: 237-244.
20. Gutiérrez-Espinosa Mc, Yossa-Perdomo Mi, y Vásquez-Torre W. "Apparent digestibility of dry matter, protein and energy regarding fish meal, poultry by-product meal and quinua for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*." *Orinoquia* 15.2 (2011): 169-179.
21. National research Council. Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes (NRC). 1983. National Academy Press, Washington, D.C., 102 p.
22. Brafield A E. 1985 Laboratory studies of energy budgets. In *Fish energetics: New perspectives*, edited by P. Tytler and P. Calow. Croom Helm Ltd., London and Sydney, pp. 257–281.
23. Akiyama D M, Coelho S R, Lawrence A L & Robinson E.H. Apparent digestibility of feedstuffs by the marine shrimp *Penaeus vannamei* BOONE. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 1989.55: 91-98.
24. Divakaran S, Velasco M, Beyer E, Foster I & Tacon A. Soybean meal apparent digestibility for *Litopenaeus vannamei*, including a critique of methodology, p. 267-276. In: L.E. Cruz -Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.A. Olvera-Novoa & R. Civera-Cerecedo (eds.). *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 19-22 Noviembre, Mérida, Yucatán, México. 2000.
25. Cruz-Suárez L E, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, McCallum I M & Hickling D. Assessment of differently processed feed pea (*Pisum sativum*) meals and



- canola meal (*Brassica* sp.) in diets for blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*). *Aquaculture*, 2001; 196: 87-104.
26. Rivas-Vega M E, Rouzaud-Sandez O, Salazar-Garcia M G, Ezquerra-Brauer J M, Goytortua-Bores E & Civera-Cerecedo R. Physicochemical properties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) meals and their apparent digestibility in white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone). *Hidrobiológica*, 2009; 19: 15-23.
27. Confederación Colombiana del Algodón, Costos de producción de algodón cosecha Interior 2019 y 2020(est). Consultado: 20/10/2022. Disponible en: <http://conalgodon.com/wp-content/uploads/2020/07/Costos-de-produccion-de-algodon-cosecha-Interior-2019-2020.pdf>.

## **Mini revisión: posibles hospederos intermediarios del SARS-CoV-2 en tiempos pos-pandémicos**

**Mini-review: possible intermediate hosts of SARS-CoV-2 in post-pandemic times**

**Mini-revisão: possíveis hospedeiros intermediários do SARS-CoV-2 em tempos pós-pandêmicos**

Osorio Alfonso Ana Sofia<sup>1</sup>, Rubiano Aparicio María Alejandra<sup>1</sup>, Jaramillo-Hernández Dumar Alexander<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Grupo de investigación en Farmacología experimental y Medicina interna - Élite, Escuela de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta. Colombia.

<sup>2</sup> MVZ. Esp. MSc. PhD. Escuela de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta. Colombia.

Autor de correspondencia: [dumar.jaramillo@unillanos.edu.co](mailto:dumar.jaramillo@unillanos.edu.co)

Recibido 10 de Julio 2023, aceptado 29 de Julio 2023

### **RESUMEN**

El SARS-CoV-2, responsable de la enfermedad COVID-19, emergió en diciembre de 2019 en Wuhan, China, y se convirtió rápidamente en una pandemia mundial. Los esfuerzos se han centrado en comprender los mecanismos de transmisión, los reservorios naturales, los síntomas y las medidas de prevención de esta enfermedad. Varios estudios demuestran la susceptibilidad de especies animales de infectarse con SARS-CoV-2 post-convivencia con persona positiva a COVID-19 (antropozoonosis); la especie doméstica con más alta susceptibilidad son los gatos, ya que desarrollan y eliminan el virus muy rápido, sin embargo, en los últimos años varios estudios han establecido que el síndrome respiratorio agudo severo por coronavirus-2 (SARS-CoV-2) infecta a una amplia gama de animales, englobando visones de granja,

rumiantes, hurones, y otros animales de compañía como perros, los animales de zoológico documentados que también son susceptibles a la infección son los tigres, leones, pumas, leopardos de las nieves, gorilas, nutrias, e hipopótamo. Por mecanismos naturales de mutación del virus a mediados del 2020 surgieron diferentes variantes, entre ellas el Ómicron, que es una de las variantes que ha generado preocupación por la alta capacidad de contagio en animales y la habilidad para evadir la protección inmunológica proporcionada por las vacunas.

**Palabras claves:** Animales domésticos, enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), síndrome respiratorio agudo severo por coronavirus 2 (SARS-CoV-2), transmisión Interspecies, variantes antigénicas.

### ABSTRACT

SARS-CoV-2, responsible for the disease COVID-19, emerged in December 2019 in Wuhan, China, and quickly became a global pandemic. Efforts have focused on understanding the transmission mechanisms, natural reservoirs, symptoms, and prevention measures for this disease. Several studies demonstrate the susceptibility of animal species to become infected with SARS-CoV-2 after living with a person positive for COVID-19 (anthroozoonosis); the domestic species with the highest susceptibility are cats, since they develop and eliminate the virus very quickly, however, in recent years several studies have established that severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2) infects to a wide range of animals, including farmed mink, ruminants, ferrets, and other companion animals such as dogs, documented zoo animals that are also susceptible to infection are tigers, lions, pumas, snow leopards, gorillas, otters, and hippopotamus. Due to natural mutation mechanisms of the virus, in mid-2020 different variants emerged, among them the Omicron, which is one of the variants that has generated concern due to the high contagion capacity in animals and the ability to evade the immunological protection provided by vaccines.

**Keywords:** Domestic animals, coronavirus disease 2019 (COVID-19), severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), interspecies transmission, antigenic variants.

## RESUMO

O SARS-CoV-2, responsável pela doença COVID-19, surgiu em dezembro de 2019 em Wuhan, na China, e rapidamente se tornou uma pandemia global. Os esforços têm se concentrado na compreensão dos mecanismos de transmissão, reservatórios naturais, sintomas e medidas de prevenção dessa doença. Vários estudos demonstram a suscetibilidade de espécies animais de se infectarem com SARS-CoV-2 após conviverem com uma pessoa positiva para COVID-19 (antropozoonose); as espécies domésticas com maior suscetibilidade são os gatos, pois desenvolvem e eliminam o vírus muito rapidamente, no entanto, nos últimos anos, vários estudos estabeleceram que a síndrome respiratória aguda grave coronavírus-2 (SARS-CoV-2) infecta uma ampla gama de animais, incluindo visons de criação, ruminantes, furões e outros animais de companhia, como cães, animais de zoológico documentados que também são suscetíveis à infecção são tigres, leões, pumas, leopardos da neve, gorilas, lontras e hipopótamos. Devido aos mecanismos naturais de mutação do vírus, em meados de 2020 surgiram diferentes variantes, entre elas o Omicron, que é uma das variantes que tem gerado preocupação devido à alta capacidade de contágio em animais e à capacidade de evadir a proteção imunológica fornecida por vacinas.

**Palavras-chave:** Animais domésticos, doença do coronavírus 2019 (COVID-19), síndrome respiratória aguda grave do coronavírus 2 (SARS-CoV-2), transmissão interespecies, variantes antigênicas.

## INTRODUCCIÓN

El pasado diciembre de 2019 surgió por primera vez en Wuhan-China, casos con historial de síntomas respiratorios, como tos y dificultad para respirar, identificándose como causa el síndrome respiratorio agudo severo por Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) (Hernández et al., 2020), agente etiológico causante de la enfermedad por coronavirus 19 (COVID-19) (Fusco et al., 2022). En semanas esta enfermedad, cruzó fronteras internacionales afectando un número alarmante de personas y en efecto la nueva enfermedad se declaró pandemia mundial por la organización mundial de la

salud, desde entonces se busca definir, mecanismos de transmisión, reservorios naturales, signología y prevención (OMS, 2020).

El virus SARS-CoV-2 causante de COVID-19, fue aislado por primera vez de un humano en abril de 2020 (OMS, 2020). Su genoma se conforma de ARN monocatenario no segmentado protegido por un complejo de proteínas llamada cápside, ésta junto al genoma interno reciben el nombre de nucleocápside (Pérez et al., 2020), el virión que es la partícula vírica insustituible para la transmisión viral posee una envoltura conformada por 3 estructuras proteicas; la proteína de membrana (cápside) y la proteína de envoltura que entre ella se disponen las proteínas de espigas virales que otorgan al virus su función de tropismo y especificidad hacia la angiotensina 2 (ACE2) para ingresar a la célula huésped (Yan et al., 2020; Chen et al., 2020). El COVID-19 pertenece a los coronavirus, estos se catalogan en la familia Coronaviridae y se clasifican en 4 géneros: *Alphacoronavirus*, *Betacoronavirus*, *Gammacoronavirus* y *Deltacoronavirus* (Cortés et al., 2020). El COVID-19 es un *Betacoronavirus* (Chen et al., 2020), que infectan mamíferos y tiene afinidad por las células del sistema respiratorio y provocan problemas digestivos, hepáticos y neurológicos en humanos y en un amplio rango de especies animales (Burrell et al., 2017; Cortés et al., 2020).

Según la Organización mundial de sanidad animal (WOAH), el 60% de las enfermedades infecciosas que afectan al hombre son zoonóticas y el 75% de los agentes patógenos de las enfermedades infecciosas del ser humano son de origen animal (Villanueva et al., 2021). Desde inicio de pandemia se documentaron casos de animales con signos respiratorios después de tener contacto con personas COVID-19 positivas (Oreshkova et al., 2020), así que, la enfermedad respiratoria por SARS-CoV-2 afecta a humanos y especies animales de manera global incluidos animales del hogar, animales de granja, grandes felinos, venado cola blanca, animales en cautiverio como gorilas y nutrias (Vandegrift et al., 2022). Se estima que el huésped original del SARS-CoV-2 son los murciélagos (Zhou et al., 2020) pero se desconocen el conjunto de hospederos intermediarios que colaboran en la transmisión del virus entre especies; en la convivencia de animales con humanos puede existir una elevada posibilidad para que se dé el transporte pasivo del virus entre estas dos especies (Stevanovic et al., 2020).

Los caninos y felinos suelen tener una convivencia cercana con sus dueños (Meehan et al., 2017). Según un estudio realizado en Villavicencio-Colombia la interacción humano COVID-19 positivo y animal sano aumenta el riesgo de infección por coronavirus tipo 2 en animales domésticos (perros y gatos) siendo más susceptibles los felinos (Jaramillo et al., 2022); por esto, es importante vigilar si perros y gatos desempeñan un papel en la transmisión del virus y tomar precauciones necesarias para disminuir su diseminación; varios son los estudios experimentales que demuestran una mayor susceptibilidad de felinos a infectarse con SARS-CoV-2 en comparación con caninos (Rendon et al., 2021; Liew et al., 2022), debido al rápido desarrollo de la enfermedad y eliminación del virus (Halfmann et al., 2020). Durante la pandemia no hubo indicios de que el virus SARS-CoV-2 haya sido transmitido de gatos a humanos (Martina et al., 2020) hay evidencia que sugiere una elevada posibilidad de que las mascotas sean un medio de transporte pasivo del virus (Stevanovic et al., 2020).

El primer estudio de seroprevalencia en animales domésticos se realizó en Wuhan, China, donde se evaluaron 102 gatos, el 14,5% presentaba anticuerpos contra el SARS-CoV-2 (Zhang et al., 2020). En Italia se realizó un estudio donde se detectaron anticuerpos neutralizantes de SARS-CoV-2 en 3,3% de perros (Patterson et al., 2020). En Francia, una investigación reporta un 15,4% de perros y un 23,5% de gatos positivos para anticuerpos neutralizantes y en Estados Unidos, de 47 mascotas con resultado serológico, 4 perros y 4 gatos tenían anticuerpos neutralizantes detectables contra el SARS-CoV-2 ( Fritz et al., 2021; Goryoka et al., 2021).

A través del tiempo el virus del SARS-CoV-2 ha cambiado su estructura y genoma, la justificación de estas mutaciones se basa en 3 eventos; evolución prolongada del virus por una infección crónica, evolución silenciosa por múltiples contagios en una población y evolución del virus por infección en animales dando origen a variantes capaces de huir de los mecanismos naturales de protección inmunitaria, por vacunación o por infecciones previas (Kupferschmidt., 2021; Harvey et al., 2021). La OMS ha asignado nomenclaturas a las variantes de cuidado (VOC) y a las variantes de interés (VOI) que se han identificado como Variante Alfa, Beta, Gamma, Delta, Eta, Iota, Lambda y Mu con origen en Reino Unido, Sudáfrica, Brasil, India, Estados Unidos, Perú y Colombia respectivamente (Bedoya et al., 2021), la variante Ómicron

(B.1.1.529) fue identificada en Sudáfrica y Botswana, se diseminó con rapidez en 34 países (He et al., 2021). La variante Ómicron fue declarada por la OMS como variante de gran preocupación pública por sus mutaciones de contagio y la protección inmune nula por vacunación debido a las características de su estructura viral (Shao et al., 2022; Espinoza., et al 2021). El Ómicron tiene tres cepas: BA.1, tiene más prevalencia de cepa a nivel mundial, la cepa BA.2, ha estado cerca a superar y reemplazar a la cepa BA.1, y la cepa BA.3, no registra tantos casos (Fan et al., 2022). La infección por Ómicron genera una replicación rápida en las vías respiratorias superiores, en pulmones e intestino tiene una replicación baja (Fan et al., 2022), el Ómicron exhibe un tropismo celular alterado lo que se traduce en una baja replicación del virus en el parénquima pulmonar (vías respiratorias inferiores), se estima entonces que aunque sea altamente infecciosa tiene una patogenicidad reducida (Meng et al., 2022; Hui et al., 2022; Shuai et al., 2022). Según evidencias científicas y reportes SARS-CoV-2 en animales, el objetivo de esta revisión es aportar información sobre posibles hospederos intermediarios del COVID-19 en tiempos pos-pandémicos.

### **Características epidemiológicas y clínicas de la infección natural por SARS-CoV-2 en animales**

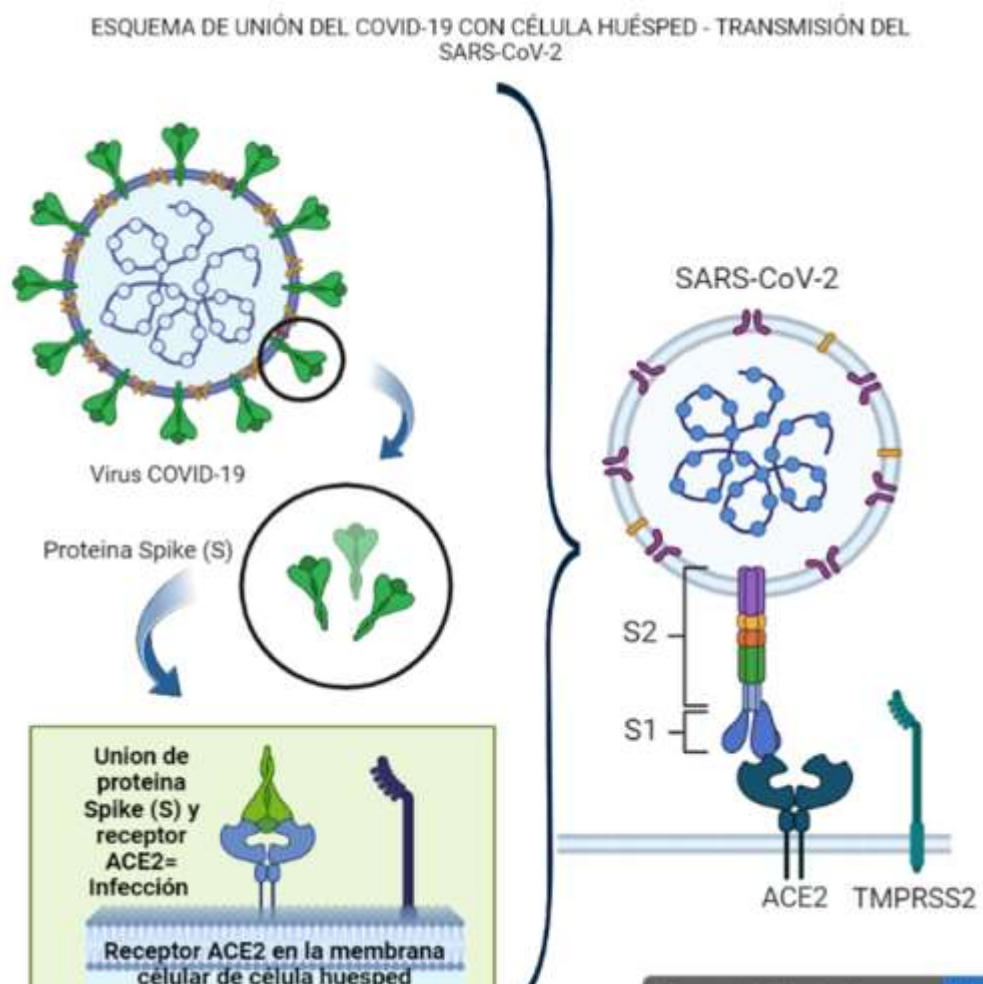
El 94 % de mascotas (caninos y felinos) tienen historial clínico con exposición previa a una persona con COVID-19, esto argumenta fuertemente que la mayoría de las veces, los cuidadores representan el foco de infección para sus mascotas (Liew et al., 2022). Según un estudio de vigilancia realizado en Estados Unidos, el periodo de incubación del virus es de 10 días en gatos y 6 días en perros, esta etapa se define por la fecha de inicio de los síntomas del cuidador (fecha de exposición) y el inicio de los signos clínicos en la mascota (Liew et al., 2022). La duración de la infección activa (tiempo en que se perciben signos clínicos) es de 10 días en gatos y 17 en perros (Bao et al., 2021). Entre la signología observada en mascotas positivas se observan signos respiratorios en un 84 %, signos no específicos (letargo, fiebre, inapetencia) en un 55 % y gastrointestinales 16 % (Gerhards et al., 2022), en felinos los estornudos son comunes y por lo contrario en caninos es frecuente el curso de la enfermedad con tos (Michelitsch et al., 2023).

El SARS-CoV-2 responsable de la enfermedad en extremo contagiosa por COVID-19 es un agente antropozoonótico (zoonosis inversa) (Jo et al., 2021) que puede generar

infección en animales de granja, domésticos y salvajes previa a la exposición con un humano SARS-CoV-2 positivo (WOAH, 2022), el receptor diana de enzima convertidora de angiotensina humana 2 (ACE2) está presente en las células de la mayoría de vertebrados, para el desarrollo de la enfermedad la glicoproteína Spike (S) del SARS-CoV-2 debe unirse a los receptores ACE2 del huésped y formar el complejo de proteína S: ACE2 (Conceicao et al., 2020). La proteína S del virus presenta una alta afinidad de unión físico-química por el receptor ACE2, este receptor posee análogos en diversas especies animales como caninos, felinos, hurones, visones, hamsters, venados cola blanca, grandes felinos y rumiantes; por esta amplia ubicuidad, es posible la entrada del virus a sus organismos (Cardoso et al., 2023; Fusco et al., 2023). Además, estudios experimentales in vitro discuten que las células del tracto respiratorio en rumiantes expresan ACE2 lo que permite sostener la replicación viral, así entonces se contempla que los animales son capaces de albergar y extender el virus (Gaudreault et al., 2021; Teodoro et al., 2021).

Se ha estudiado la caracterización del tropismo de la proteína S con la ACE2, el rango de huéspedes del SARS-CoV-2 y sus perfiles como reservorios naturales (Rendon et al., 2021), sobre todo en especies de interés como caninos y felinos por su estrecha relación con el humano, la susceptibilidad de la infección depende de la capacidad de acoplamiento molecular entre el dominio RBD de la proteína S del SARS-CoV-2 con el receptor ACE2 del huésped (Figura 1) (Chen et al., 2020). La estructura primaria de ACE2 de los humanos estructuralmente es en un 85,8% semejante en gatos permitiendo una unión eficiente con el RBD de la proteína S, en perros la similitud entre la enzima ACE2 disminuye a un 84% (Rendon et al., 2021). Tanto en perros y gatos el gen ACE2 se expresa en el riñón, el corazón, el hígado y la retina, en los gatos, adicionalmente se expresa en la piel, la punta de las orejas y pulmones (Sun et al., 2020), los gatos son más susceptibles al SARS-CoV-2 en función a la unión entre el virus y ACE2 por una mayor similitud en la secuencia aminoácidos de este receptor en la célula huésped que únicamente se diferencian en tres aminoácidos con la ACE2 humana, en caninos hay una diferencia de 6 aminoácidos, esta interacción proteína:proteína demuestra que algunas especies animales son más susceptibles que otras a la infección (Cabrera et al., 2022).





**Figura 1.** Esquema representativo del mecanismo de infección por SARS-CoV-2 mediante la unión de la proteína S (Spike) del virus y la proteína ACE2 que actúa como receptor en la célula huésped. Fuente: Autores.

Para conocer más de la patogenicidad del SARS-CoV-2 se ha reproducido de manera experimental la infección del virus en varios modelos animales (Muñoz et al., 2022), incluidos modelos de hurones, tigres, rumiantes, pangolines con proteína ACE2 ortóloga a la humana (Sun et al., 2020; Damas et al., 2020; Fusco et al., 2022). En pangolines se identificó la expresión de ACE2 en tejidos como el pulmón, el hígado y el bazo (Liang et al., 2023). También se ha demostrado la interacción de la proteína S con la ACE2 gracias a su afinidad por el SARS-CoV-2 en pequeños rumiantes, evento que predispone la entrada del virus en las células (Damas et al., 2020). El ACE2 humano difiere en sólo 14.2, 13.8, 16, 15 y 17.2 % con los ortólogos de gato, tigre, perro, hámster y hurón respectivamente, estos datos exponen que son varios los animales capaces de infectarse, hospedar y posiblemente difundir el SARS-CoV-2 Inter especies (Rendon et al., 2021).

## **Reservorios animales de SARS-CoV-2**

Los animales domésticos y salvajes son susceptibles a la infección y son reservorios potenciales de variantes del virus (Figura 2) (Cardoso et al., 2023). A la fecha las especies con mayor predisposición según parámetros de contacto por medio de una persona infectada son aquellas especies animales que viven en cautiverio, animales de granja y domésticos (Jo et al., 2021). Si bien es de interés el estudio del papel que tienen los perros y gatos en la transmisión del SARS-CoV-2 (Shi et al., 2020), el coronavirus animal también causa una amplia gama de enfermedades que tienen un importante impacto en la epidemiología, economía y producción de varios animales (Hasoksuz et al., 2008).

Entre los animales domésticos los felinos son más susceptibles a la infección (Tabla 1), hay evidencia de peso que lo demuestra; el anticuerpo neutralizante específico del virus se produce rápidamente y es sostenido durante 17 días, por esto la naturaleza leve de la infección en felinos, además la acelerada producción de títulos intervienen a favor para una detección temprana de la infección, esta es posible de 3 a 5 días después de la presunta exposición (Liew. et al., 2022). Un estudio en Tailandia incita a pensar en la transmisión de gato infectado a humano sano, los datos epidemiológicos indican que después de que un felino en convivencia con personas positivas para COVID-19, estornudara sobre su veterinario, unos días después esta persona dio positivo a COVID-19 (Sila et al., 2022). Además, los gatos son un reservorio más susceptible a la infección debido a la naturaleza estructural de la proteína ACE2, que es más similar a la proteína ACE2 humana y que actúa como receptor afín del coronavirus (Cabrera, et al., 2022). La predisposición a la infección también está relacionada a los fenotipos sanguíneos (A, B, AB), los anticuerpos anti-A o anti-B naturales en los individuos del grupo sanguíneo B o A respectivamente se unen a la proteína S del coronavirus y bloquean su interacción con ACE2, lo que previene la infección al bloquear la unión y la entrada del virus (Guillon et al., 2008; Breiman et al., 2020); mientras que los gatos con sangre de fenotipo AB carecen de estos aloanticuerpos representando un mayor riesgo de seropositividad para el SARS-CoV-2. (Spada et al .,2020; Bruno et al., 2022).

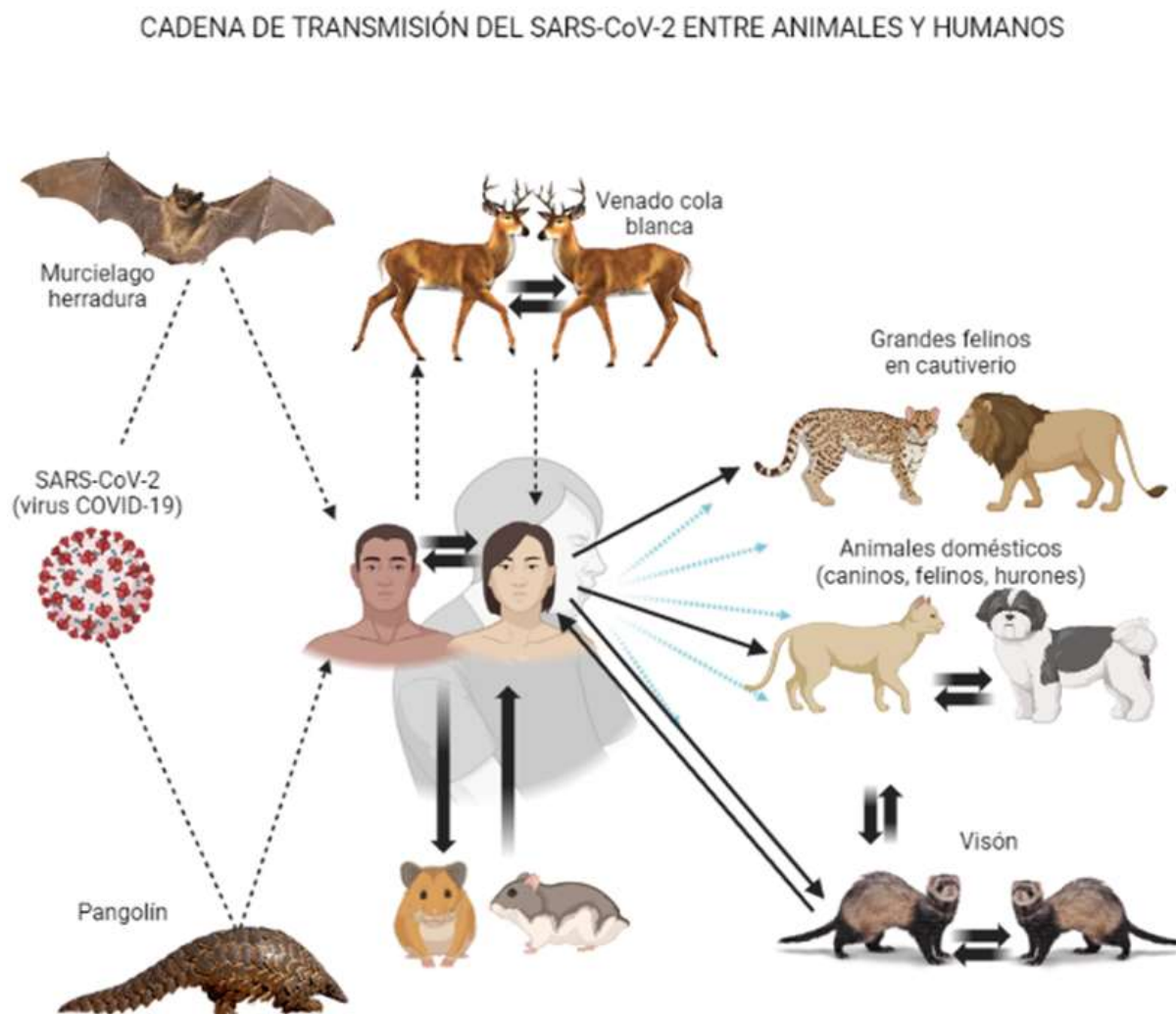
Recientemente se ha descubierto que la infección por SARS-CoV-2 afecta a varias especies animales (Figura 2, Tabla 1) (Oreshkova, et al., 2020). En una revisión

sistemática argumenta la infección natural con SARS-CoV-2 de más de 200 perros y felinos domesticados a través de la zoonosis inversa, suceso común que acontece en hogares con cuidadores de mascotas positivos para COVID-19 (Chacón G. et al., 2022). En condiciones experimentales el contagio en hurones y hamsters sirios dorados exhiben replicación viral en el tracto respiratorio y un desarrollo de la enfermedad de leve a moderada (Figura 2) (Shi J, et al., 2020; Sia et al., 2020). Además de las infecciones experimentales, un estudio realizado en Nueva York reportó contagios ocasionales de humano a Venado cola blanca (*Odocoileo virginianus*) en libertad con resultado positivo para el SARS-CoV -2 por la presencia de anticuerpos séricos para la variante Ómicron (Hale et al., 2022). Debido a una propagación del virus en Hong Kong, se identificaron hamsters importados como la fuente más probable de infección (Yen et al., 2022). Actualmente otras especies de interés son los rumiantes debido a la cercanía cotidiana con trabajadores del campo, veterinarios y animales silvestres probablemente reservorios (Gaudreault et al. 2021; Fusco et al., 2022), al igual que para otras especies anteriormente nombradas, el ACE2 de rumiantes (vacas y ovejas) muestra afinidad con el dominio RBD del SARS-CoV-2 y es posible insinuar que son muchas las especies animales que pueden albergar y propagar el virus (Tabla 1) (Zhai et al., 2020; Di-Teodoro et al., 2021).

**Tabla 1.** Resumen de Animales susceptibles a infección por SARS-CoV-2, por contagio experimental y natural, información recopilada de WOA [https://www.woah.org/fileadmin/Home/MM/ES\\_Factsheet SARS-CoV-2.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/MM/ES_Factsheet_SARS-CoV-2.pdf)

| ESPECIES  | TIPO DE INFECCIÓN<br>[EXPERIMENTAL<br>(LABORATORIO)/NATURAL<br>(CAMPO)] | SUSCEPTIBILIDAD DE LA<br>INFECCIÓN<br>[NINGUNA/EXTREMADAMENTE<br>BAJA/BAJA/MEDIA/ALTA] | SIGNOS CLÍNICOS  | TRANSMISIÓN                        |
|---|---|--|--|------------------------------------|
| <b>ANIMALES DE GRANJA</b>   |   |  |  |                                    |
| Visón americano<br>( <i>Neovison vison</i> )                      | Natural y experimental  | Alta   | Sí (en algunos casos)  | de visones al hombre               |
| Hurones   | Natural y experimental  | Alta   | Sí (en algunos casos)  | Sí, entre hurones                  |
| Bovinos ( <i>Bos taurus</i> )                                     | Experimental  | Extremadamente baja  | No   | No                                 |
| <b>ANIMALES DE COMPAÑÍA</b>                                       |   |  |  |                                    |
| Gatos (domésticos)  | Natural y experimental  | Alta   | Sí (pero no se han observado en todos los casos)                     | Sí, entre gatos                    |
| Hámsteres dorados   | Experimental  | Alta   | Sí (de ninguno a muy leves en algunos casos, dependiendo de la edad) | Sí, entre hámsteres                |
| Perros  | Natural y experimental  | Baja   | Sí (pero no se han observado en todos los casos)                     | No                                 |
| <b>ANIMALES SILVESTRES</b>  |   |  |  |                                    |
| Grandes felinos (tigres, leones, leopardos de las nieves y pumas) | Natural   | Alta   | Sí, en la mayoría de los casos                                       | Sí, entre animales                 |
| Ciervos de cola blanca<br>( <i>Odocoileus virginianus</i> )       | Experimental  | Alta   |  | Sí, a otros ciervos de cola blanca |

En cuanto al origen y la fuente zoonótica del SARS-CoV-2 aún surgen incógnitas, entre los coronavirus que se encuentran estrechamente relacionados con el SARS-CoV-2 por la similitud en un 96% respecto a la secuencia de nucleótidos se incluye el betacoronavirus RaTG13 derivado de murciélago y dos linajes de coronavirus (PCoV-GD y PCoV-GX) identificados en pangolín (Figura 2) (Temmam et al., 2022; Nie et al., 2021). En un estudio experimental capturaron pangolines malayos (*Manis javanica*) infectados naturalmente por PCoV-GD, un coronavirus estrechamente relacionado con el SARS-CoV-2 identificado en pangolines (Liang et al., 2023; Nie et al., 2021). Los SARS-CoV-2 de pangolín en comparación con SARS-CoV-2 derivados de murciélagos tienen una similitud de secuencia más baja con el SARS-CoV-2 que infecta humanos (Wacharapluesadee et al., 2021). Sin embargo, los pangolines malayos positivos cursan con signos respiratorios como tos, dificultad para respirar y en tomografías computarizadas exhiben un patrón pulmonar bilateral similar a la neumonía por COVID-19 en fase temprana y en fase avanzada (Shi et al., 2020; Zhou et al., 2019). Los Pangolines son una especie de interés para investigar la posibilidad de que estos coronavirus se propaguen entre otras especies que aún no han sido afectadas por el SARS-CoV-2 como cerdos y aves (Shi et al., 2020; Schlottau et al., 2020).



**Figura 2.** Esquema representativo de la transmisión del SARS-CoV-2 Interespecies.

Fuente: Autores.

### Prospección futura del SARS-CoV-2 en animales

Los cambios en la secuencia genética del virus capaces de afectar la capacidad de infección en la célula son denominadas mutaciones (Bravo, 2021). Las mutaciones del SARS-CoV-2 se han observado tanto en animales como en humanos, llegando a ser leves sin generar un daño significativo o capaces de alterar característicamente al virus (García et al., 2021). En una granja de Holanda se evidenció una población de visones americanos los cuales estaban infectada con SARS-CoV-2 logrando observar la presencia de mutaciones específicas del virus, llegando hasta el punto de transmitir este virus a los humanos; debido a toda esta problemática se implementó

el uso de medidas de control, entre ellas, el sacrificio de los ejemplares (Morant, 2022).

A mediados del 2020 se identificaron diferentes linajes del virus SARS-CoV-2, el primer linaje identificado fue el Beta (B.1.351) en Sudáfrica en mayo de 2020, seguido por el linaje Alpha (B.1.1.7) en el Reino Unido en septiembre de 2020 (Zerpa et al., 2021). En noviembre de 2020, se reconoció la variante Gamma (P1) originaria de Brasil (Ramirez et al., 2022). Han surgido recientemente las variantes Delta y Ómicron del SARS-CoV-2, las cuales se clasificaron como variantes de preocupación debido a su alta transmisibilidad en comparación con otras variantes (Farinholt et al, 2021). Se han reportado casos de transmisión de la variante Delta de vuelta a varias especies, incluyendo gatos, perros, pumas y leones en un zoológico en Sudáfrica (Köppel et al., 2022) así como hamsters sirios en tiendas de mascotas en Hong Kong (Yen et al., 2022).

Las especies animales de interés que manejan una estrecha relación con los seres humanos son: visones americanos y hurones, por su susceptibilidad a la infección y el papel que desempeñan en la propagación del virus (Portalés, 2021); felinos, entre ellos los gatos y los leones, por la capacidad que tienen de transmitir el virus a otros felinos y en algunos casos la transmisión a humanos (Salas et al., 2020); perros, aunque ha habido presencia de infección por SARS-CoV-2, esta especie tienen una baja susceptibilidad y una baja capacidad de transmisión del virus (Tabla 1) (Meunier et al., 2021). Hay que destacar que las especies animales son las responsables de que exista una propagación del virus en la población humana (Villanueva et al., 2021).

La infección previa a coronavirus humanos circulantes (HCoV) provocan respuestas inmunitarias de protección cruzada para la infección por SARS-CoV-2 en humanos (Fritz et al., 2021; Bravo, 2021), lo que podría disminuir las complicaciones desfavorables en pacientes con comorbilidades (Lesmes et al., 2023) estudio como este realizado en Sudáfrica, podría extrapolarse a la infección SARS-CoV-2 en animales con el fin de alcanzar un conocimiento amplio sobre el desarrollo y mecanismos de la enfermedad en diferentes especies animales y así tener herramientas eficaces para el manejo y tratamiento de la infección.



## RECOMENDACIONES

La zoonosis inversa es un evento que se puede generar a partir de varias especies animales incluyendo caninos, felinos, pequeños rumiantes, hurones, hamsters, venados cola blanca y otros infectados por COVID-19, este evento tiene lugar durante una exposición previa con humanos infectados. En consecuencia es preciso que las organizaciones mundiales e investigativas, sigan trabajando en conjunto con el fin de identificar otras posibles especies susceptibles al SARS-CoV-2, además de identificar las posibles mutaciones que afectan tanto a humanos como animales considerándose esto un evento agravante que contribuye al escape inmunitario de las variantes antes lo mecanismos de defensa por inmunización previa, finalmente la información que se sintetizó en este documento intenta crear conciencia y generar medidas preventivas para mitigar la propagación del SARS-CoV-2 interespecie aportando al crecimiento del movimiento "One Health".

## REFERENCIAS

1. Bao L, Z Song, J Xue, H Gao, J Liu, J Wang, Q Guo, B Zhao, Y Qu, F Qi, S Gong, M Liu, Q Lv, D Li, Y Han, W Zhao, S Deng, Y Liu, Z Xiang, B Yang, W Deng, H Yu, Z Cong, Q Wei, J Xu, GF Gao y C Qin. "Susceptibilidad y transmisibilidad atenuada del SARS-CoV-2 en gatos domésticos". *J infectar enfermedad*, 2021; 223(8):1313-1321. DOI: <https://doi.org/10.1101/2022.02.04.479189>
2. Bedoya-Sommerkamp Marcelo, Medina-Ranilla Jesús, Chau-Rodríguez Víctor, Li-Soldevilla Renato, Vera-Albújar Álvaro, & García Patricia J. Variantes del SARS-CoV-2: epidemiología, fisiopatología y la importancia de las vacunas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 2021; 38(3), 442-451.
3. Bravo, M. T. V. SARS-CoV-2: Importancia de la vigilancia genómica de variantes. *Revista del Instituto de Salud Pública de Chile*, 2021; 5(1).
4. Breiman A, Ruven-Clouet N, Le Pendu, J. Aprovechamiento de la respuesta inmune natural anti-glicanos para limitar la transmisión de virus, 2020.
5. Bruno F, Spada E, Castelli G, Vitale F, Reale S, Biondi V, Migliazzo A, Perego R, Baggiani L, Proverbio D. ¿Los fenotipos sanguíneos del sistema de grupo sanguíneo AB felino afectan el estado serológico del anticuerpo SARSCoV- 2 en gatos? *virus*, 2022; 14, 2691. DOI: <https://doi.org/10.3390/v14122691>
6. Burrell CJ, Howard CR y Murphy FA. Coronavirus. *Virología médica de Fenner y White*, 2017; 437.
7. Cabrera A, González-Álvarez D, Gutiérrez LA, Díaz FJ, Forero D, Rodas JD. Infección natural por SARS-CoV-2 en gatos y perros domésticos de personas con diagnóstico de COVID-19 en el Valle de Aburrá, Antioquia. *Biomédica*.

- 2022;42(Supl.2):48-58  
<https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/6407>
8. Cardoso NP, Rivero C, Castillo M, Mansilla FC, Pastorino P, Piccirilli G, Alonso L, Martínez G, Lullo DD, Bentancor LV and Capozzo AV. Tamizaje serológico de infección por SARS-CoV-2 en animales de compañía de Buenos Aires afueras. *Frente. Veterinario. Ciencia.* 2023;10:1161820. DOI: 10.3389/fvets.2023.1161820
  9. Chen H, Guo J, Wang C, Luo F, Yu X, Zhang W. Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records. *The Lancet*, 2020; 395(10226): 809-15.
  10. Conceicao C, Thakur N, Human S, Kelly JT, Logan L, Bialy D, et al. La proteína espiga del SARS-CoV-2 tiene un amplio tropismo por las proteínas ACE2 de los mamíferos. *PLoS Biol*, 2020; 18:e3001016. DOI: 10.1371/JOURNAL.PBIO.3001016
  11. Cortés, Manuel E. ,Coronavirus como amenaza a la salud pública. *Revista médica de Chile*, 2020; 148 (1), 124-126. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872020000100124>
  12. Chacón García, M. C., Velásquez Peña, M. A., & Jaramillo-Hernández, D. A. Revisión sistemática de la situación epidemiológica y análisis genómico del SARS-CoV-2 aislado de perros y gatos domésticos. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 2022; 33(3). DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i3.22909>
  13. Damas J, Hughes GM, Keough KC, Painter CA, Persky NS, Corbo M, Hiller M, Koepfli KP, Pfenning AR, Zhao H, Genereux DP, Swofford R, Pollard KS, Ryder OA, Nweeia MT, Lindblad-Toh K, Teeling EC, Karlsson EK, Lewin HA Broad host range of SARS-CoV-2 predicted by comparative and structural analysis of ACE2 in vertebrates. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2022; 117(36):22311–22322. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2010146117>
  14. Espinoza, J., & Ch, R. C. Variante Ómicron SARS-CoV-2: Una nueva variante de preocupación. *Boletín Micológico*, 2021; 36(2).
  15. Fan Y, Li X, Zhang L, Wan S, Zhang L y Zhou F. SARS-CoV-2 Variante Omicron: avances recientes y perspectivas de futuro. *Transducción de señales y terapia dirigida*, 2022; 7 (1), 141.
  16. Farinholt, T. El evento de transmisión de la variante delta del SARS-CoV-2 revela múltiples infecciones por avance de la vacuna. *BMC Med*, 2021; 19, 255, doi:10.1186/s12916-021-02103-4
  17. Fritz M, Rosolen B, Krafft E, Bécquart P, Elquero E, Vratskik O, Denollv S, Boson B, Vanhomwegen I, Gouilh MA. Alta prevalencia de anticuerpos contra el m SARS-CoV-2 en mascotas de hogares con COVID-19+. *una salud*, 2021; 100192.
  18. Fusco G, Cardillo L, Levante M. First serological evidence of SARS-CoV-2 natural infection in small ruminants. *Vet Res Commun*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11259-022-10044-3>
  19. García León M, Bautista Carbajal P, Ángel Ambrocio A, Valadez González Y, Vásquez Martínez L, Morales Fernández A & Wong Chew, R. Caracterización genómica y variantes del virus SARS-CoV-2. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 2021; 19(3), 445-456.
  20. Gaudreault NN, Cool K, Trujillo JD, Morozov I, Meekins DA, McDowell C, Bold D, Carossino M, Balaraman V, Mitzel D, Kwon T, Madden DW, Artiaga BL,



- Pogranichniy RM, Roman-Sosa G, Wilson WC, Balasuriya UBR, García-Sastre A, Richt JA. Susceptibilidad de ovejas a la coinfección experimental con el linaje ancestral de SARS-CoV-2 y su variante alfa. *BioRxiv*, 2021 22 de noviembre, 2021; 11.15.468720. Actualizar. Los microbios emergentes infectan 1–27. <https://doi.org/10.1101/2021.11.15.468720>
21. Gerhards Nora M. , Jose L. Gonzales, Sandra Vreman, Lars Ravesloot, Judith M.A. van den Brand, Harmen P. Doekes, Herman F. Egberink, Arjan Stegeman, Nadia Oreshkova, Wim H.M. van der Poel, Mart C.M. de Jong *bioRxiv*, 2022; 06.17.496600; doi: <https://doi.org/10.1101/2022.06.17.496600>
  22. Goryoka GW, Cossaboom CM, Gharpure R, Dawson P, Tansey C, Rossow J, y Barton Behravesh C. Una investigación de Health sobre la infección por SARS-CoV-2 y la seropositividad entre mascotas en hogares con casos confirmados de COVID-19 en humanos: Utah y Wisconsin, *Viruses*, 2021; 13 (9), 1813.
  23. Guillon, P.; clmimento, M.; Smibille, V.; Rivain, J.-G.; Chou, C.-F.; Ruvoen-Clouet, N.; Le Pendu, J. Inhibición de la interacción entre la proteína Spike del SARS-CoV y su receptor celular por anticuerpos anti-histo-grupo sanguíneo. *Glicobiología*, 2008; 18, 1085–1093.
  24. Hale VL, Dennis PM, McBride DS, Nolting JM, Madden C, Huey D, Ehrlich M, Grieser J, Winston J, Lombardi D, Gibson S, Saif L, Killian ML, Lantz K, Tell RM, Torchetti M, Robbe-Austerman S, Nelson MI, Faith SA, Bowman AS. SARS-CoV- 2 Infección en ciervos de cola blanca en libertad. *Naturaleza*, 2022; 602 (7897): 481– 486. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04353-x>
  25. Halfmann PJ, Hatta M, Chiba S, Maemura T, Fan S, Takeda M, Kinoshita N, Hattori S, Sakai-Tagawa Y, Iwatsuki-Horimoto K, Imai M, & Kawaoka Y. Transmission of SARS-CoV-2 in Domestic Cats. *New England Journal of Medicine*, 2020; 383(6), 592-594. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMc2013400>
  26. Harvey, WT et al. Variantes de SARS-CoV-2 de pico y escape inmunológico. *Nat. Rev. Microbiol*, 2021; 19,409-424
  27. Hasoksuz M, Vlasova A, Saif LJ. Detección de coronavirus del grupo 2a con énfasis en cepas de bovinos y rumiantes salvajes. En: Cavanag D (editor). *SARS y otros coronavirus*. Totowa, Nueva Jersey, EE. UU.: Humana Press, 2008; págs. 43-60.
  28. He X, Hong W, Pan X, Lu G & Wei X. SARS-CoV-2 Omicron variant: characteristics and prevention. *MedComm*, 2021; 2(4), 838-845.
  29. Hernández RJ. Aspectos clínicos relacionados con el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS-CoV-2). *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 2020; 19(Suppl: 1):1-18.
  30. Hui, KPY et al. Replicación de la variante SARS-CoV-2 Omicron en bronquios y pulmones humanos ex vivo. *Naturaleza*, 2022; 603,715–720
  31. Jo WK, Oliveira-Filho EF, Rasche A, Greenwood AD, Osterrieder K, Drexler JF. Fuentes zoonóticas potenciales de infecciones por SARS-CoV-2. *Enfermedades emergentes transfronterizas*, 2021; 68:1824–34. DOI: 10.1111/TBED.13872
  32. Jaramillo-Hernández, Dumar Alexander and Chacón, Maria Clara and Velásquez, Maria Alejandra and Vásquez-Trujillo, Adolfo and Sánchez Blanco, Ana Patricia and García Martínez, Gina Lorena and Velasco-Santamaría, Yohana Maria and Pedraza castillo, Luz Natalia and Lesmes-Rodríguez, Lida Carolina. Seroprevalence of Exposure to SARS-CoV-2 in Domestic Dogs and

- Cats and its Relationship with COVID-19 Cases in the City of Villavicencio, Colombia, 2022; DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4156064>
33. Köppel, KNet al. SARS-CoV-2 Zoonosis inversa a pumas y leones, Sudáfrica. ciervos en estados de EE. UU. y hámsters sirios en tiendas de mascotas en Hong Kong, 2022; DOI:10.3390/v14010120,
  34. Kupferschmidt, k ¿De dónde vino el “extraño” Ómicrocon? Ciencia, 2021; 374,1179
  35. Lesmes-Rodríguez Lida C., Lambarey Humaira, Chetram Abeen, Riou Catherine, Wilkinson Robert J., Joyimbana Wendy, Jennings Lauren, Orrell Catherine, Jaramillo-Hernández Dumar A., Schäfer Georgia. Previous exposure to common coronavirus HCoV-NL63 is associated with reduced COVID-19 severity in patients from Cape Town, South Africa, 2023; URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fviro.2023.1125448>
  36. Liang X, Chen X, Zhai J, Li X, Zhang X, et al. Pathogenicity, tissue tropism and potential vertical transmission of SARSr-CoV-2 in Malayan pangolins. PLOS Pathogens, 2023; 19(5): e1011384. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1011384>
  37. Liew, Amanda Y. Ann Carpenter, Taylor A. Moore et al. Clinical and epidemiologic features of SARS-CoV-2 in dogs and cats compiled through national surveillance in the United States, 2022; PREPRINT (Version 2) available at Research Square. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1987536/v2>
  38. Meehan, M.; Massavelli, B.; Pachana, N. Uso de la teoría del apego y la teoría del apoyo social para examinar y medir las mascotas como fuentes de apoyo social y figuras de apego. *antozoos*, 2017; 30, 273–289. DOI: <https://doi.org/10.1080/08927936.2017.1311050>.
  39. Meng, B. et al. El uso alterado de TMPRSS2 por SARS-CoV-2 Omicron afecta el tropismo y la fusogenicidad. *Naturaleza*, 2022; 603,706–714.
  40. Meunier, C., Mantei, L., Pascu, C. y Herman, V. Información actual sobre el SARS-CoV-2 en mascotas. *LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE*, 2021; 48.
  41. Michelitsch, Anna & Allendorf, Valerie & Conraths, Franz & Gethmann, Jörn & Schulz, Jana & Wernike, Kerstin & Denzin, Nicolai. SARS-CoV-2 Infection and Clinical Signs in Cats and Dogs from Confirmed Positive Households in Germany. *Microbial Releases: Viruses, Bacteria, Fungi*, 2023; 15. 837. DOI: 10.3390/v15040837.
  42. Morant, M. La Covid-19 y el especismo contra los visones. *SIKÉ EDIZIONI*, 2022; 27.
  43. Muñoz-Fontela C, Widerspick L, Albrecht RA, Beer M, Carroll MW, de Wit E, et al. Avances y lagunas en los modelos de infección por SARS-CoV-2. *Patog de PLoS*. 2022; 18(1):e1010161.
  44. Nie, J., Li, Q., Zhang, L. et al. Comparación funcional de SARS-CoV-2 con coronavirus de pangolín y murciélago estrechamente relacionados. 2021; 7 , 21. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41421-021-00256-3>
  45. Oreshkova Nadia, Molenaar Robert Jan, Sandra Vreman, Frank más duro, Oude Munnink Bajo B, Hakze-van der Honing Renate W, Gerhards Nora, Tolsma Paulien, Ruth Bouwstra, Sikkema Reina S, Tacken Mirriam GJ, de Rooij Myrna MT, Weesendorp Eefke, Engelsma Marc Y, Brusckke Christianne JM, Smit LidwienAM, Marion Koopman, Van der Poel Wim HM, Stegeman Arjan. Infección por SARS-CoV-2 en visones de granja, Países Bajos, 2020;

- [Eurovigilancia.2020;25\(23\);pii=2001005.DOI:  
https://doi.org/10.2807/15607917.ES.2020.25.23.2001005](https://doi.org/10.2807/15607917.ES.2020.25.23.2001005)
46. Organización Mundial de la Salud (OMS). Transmisión del SARS-CoV-2: repercusiones sobre las precauciones en materia de prevención de infecciones, 2020; Consultado en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333390/WHO-2019-nCoV-Sci\\_Brief-Transmission\\_modes-2020.3-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333390/WHO-2019-nCoV-Sci_Brief-Transmission_modes-2020.3-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  47. Organización Mundial de la Salud (OMS). Status of COVID-19 Vaccines within WHO EUL/PQ evaluation. 2021; Consultado en: [https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/documents/Status\\_COVID\\_VAX\\_01April2021.pdf](https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/documents/Status_COVID_VAX_01April2021.pdf)
  48. Organización Mundial de Sanidad Animal (WOAH). Infección por SARS-CoV-2 en animales. 2020; Consultado en: [https://www.oie.int/fileadmin/Home/MM/A\\_Sampling\\_Testing\\_and\\_Reporting\\_of\\_SARS-CoV-2\\_in\\_animals\\_3\\_July\\_2020.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/MM/A_Sampling_Testing_and_Reporting_of_SARS-CoV-2_in_animals_3_July_2020.pdf)
  49. Patterson EI, Elia G, Grassi A et al. Evidencia de exposición al SARS-CoV-2 en gatos y perros de hogares en Italia. Nat Común, 2020; 11, 6231. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-200970>
  50. Pérez-Narváez, M & Tufiño A. Teleeducación y COVID-19. CienciAmérica, 2020; 9(2), 58-64. DOI: <https://doi.org/10.33210/ca.v9i2.296>
  51. Portalés Sebastian, N. SARS-CoV-2: origen zoonótico y transmisión a otras especies animales (Bachelor's thesis). 2021.
  52. Ramírez-García, S. A. Enantema palatofaríngeo en las variantes genéticas de la COVID-19 y su sensibilidad. Cirugía y cirujanos, 2022; 90(3), 429-430.
  53. Rendon-Marín S, Martínez-Gutiérrez M, Whittaker GR, Jaimes JA, Ruiz-Saenz J. SARS CoV-2 spike protein in silico interaction with ACE2 receptors from wild and domestic species. Front Genet, 2021; 12:571707 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2021.571707/full>
  54. Salas R G, del Río M M & Concepción I. P. Animales silvestres como fuente de transmisión del coronavirus COVID-19. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2020.
  55. Schlottau, K. et al. SARS-CoV-2 en murciélagos frugívoros, hurones, cerdos y pollos: un estudio de transmisión experimental. Lancet Microbe, 2020; 1 , e218–e225.
  56. Shao W, Zhang W, Fang X, Yu D & Wang X. Challenges of SARS-CoV-2 Omicron Variant and appropriate countermeasures. Journal of Microbiology, Immunology, and Infection, 2022; 55(3), 38
  57. Shi H, Han X, Jiang N, Cao Y, Alwalid O, Gu J, et al. Hallazgos radiológicos de 81 pacientes con neumonía por COVID-19 en Wuhan, China: un estudio descriptivo. Lancet Infect Dis. 2020; 20(4):425–34.
  58. Shi, J. et al. Susceptibilidad de hurones, gatos, perros y otros animales domésticos al SARS-coronavirus 2. Science, 2020; 368 , 1016–1020
  59. Shuai, H. et al. Replicación atenuada y patogenicidad de SARS-CoV-2 B.1.1.529. 2022
  60. Sila T, Sunghan J, Laochareonsuk W, et al. Sospecha de transmisión de gato a humano del SARS-CoV-2, Tailandia, julio-septiembre de 2021. Revista de enfermedades infecciosas emergentes 2022; 28.
  61. Spada E, Perego R, Baggiani L, Salatino E, Priolo V, Mangano C, Pennisi MG, Proverbio D. Prevalencia de tipos de sangre y aloanticuerpos del sistema de

- grupos sanguíneos AB en gatos sin pedigrí del norte (Lombardía) y sur (Sicilia) de Italia. *Animales*, 2020.
62. Stevanovic V, Vilibic-Cavlek T, Tabain I, Benvin I, Kovac S, Hruskar Z, Mauric M, Milasincic L, Antolasic L, Skrinjaric A, Staresina V, Barbic L. 2020, Seroprevalence of SARS-CoV-2 infection among pet animals in Croatia and potential public health impact, 2020; DOI: 10.1111/tbed.13924
  63. Sun SH, Chen Q, Gu HJ, Yang G, Wang YX, Huang XY, et al. Un modelo de ratón de infección y patogénesis por SARS-CoV-2. *Microbio huésped celular*. 2020; 28(1):124–33.e4.
  64. Temmam S, Vongphayloth K, Baquero E, Munier S, Bonomi M, Regnault B, et al. Coronavirus de murciélago relacionados con el SARS-CoV-2 e infecciosos para células humanas. *Naturaleza*. 2022; 604(7905):330–6.
  65. Teodoro G, Valleriani F, Puglia I, Mónaco F, Di Pancrazio C, Luciani M, Krasteva I, Petrini A, Marcacci M, D'Alterio N, Curini V, Iorio M, Migliorati G, Di Domenico M, Morelli D, Calistri P, Savini G, Decaro N, Holmes EC, Lorusso A. El SARSCoV- 2 se replica en cultivos de órganos respiratorios ex vivo de especies de rumiantes domésticos. *Vet Microbiol*, 2021; 252:108933. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108933>
  66. Vandegrift, Michele Yon, Meera SurendranNair, Abhinay Gontu, Saranya Amirthalingam, Ruth H. Nissly, Nicole Levine, Tod Stuber, Anthony J. DeNicola, Jason R. Boulanger, Nathan Kotschwar, SarahGrimké Aucoin, Richard Simon, Katrina Toal, Randall J. Olsen, James J. Davis, Dashzeveg Bold, Natasha N.Gaudreault, Juergen A. Richt, James M. Musser, Peter J. Hudson, Vivek Kapur, Suresh V. Kuchipudi. Detection of SARS-CoV-2 Omicron variant (B.1.1.529) infection of white-tailed deer, 2022.
  67. Villanueva-Saz S, Giner J, Tobajas AP, Pérez MD, González-Ramírez AM, Macías-León J, Fernández A. Serological evidence of SARS-CoV-2 and co-infections in stray cats in Spain. *Transboundary and Emerging Diseases*, (March), 2021; 1–9. DOI: 10.1111/tbed.14062.
  68. Wacharapluesadee S, Tan CW, Maneeor P, Duengkae P, Zhu F, Joyjinda Y, et al. Evidencia de coronavirus relacionados con el SARS-CoV-2 que circulan en murciélagos y pangolines en el sudeste asiático. *Nat Comun*, 2021; 12(1):972.
  69. Yan W, Shana, Graham R, Baric RS, Li F. Reconocimiento de receptores por el nuevo coronavirus de Wuhan: un análisis basado en estudios estructurales: de diez años de duración de coronavirus de SARS, 2020; / *Viro*.94, e00127-20.
  70. Yen kong, H.-L. a. S., Thomas HC y Brackman, Christopher J. y Chuk, Shirley SY y Cheng, Samuel MS y Gu, Haogao y Chang, Lydia DJ y Krishnan, Pavithra y Ng, Daisy YM y Liu, Gigi YZ y Hui, Mani MY y Ho, Sin Ying y Tam, Karina WS y Law, Pierra YT y Su, Wen y Sia, Sin Fun y Choy, Ka-Tim y Cheuk, Sammi SY y Lau, Sylvia PN y Tang, Amy WY y Koo, Joe CT y Yung, Louise y Leung, Gabriel y Peiris, JS Malik y Poon, Leo LM. Transmisión de SARS-CoV-2 (Variante Delta) de hámsters domésticos a humanos y propagación humana posterior de la cepa adaptada: un estudio de caso. SSRN, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4017393>
  71. Zerpa Solari L, Huayra Niquén J, Padilla Rojas C P, Hurtado Vela C V, Mestanza Millones O, Morales Ruiz S & Acedo Lazo S. Informe técnico: Identificación de linajes circulantes de SARS-CoV-2 en el Perú, 2021.

72. Zhai X, Sun J, Yan Z, Zhang J, Zhao J, Zhao Z, Gao Q, He WT, Veit M, Su. Comparación de la unión de la proteína del pico del coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo a los receptores ACE2 de humanos, mascotas, animales de granja y huéspedes intermedios putativos. *J Virol*, 2020; 94(15):e00831–e00820. <https://doi.org/10.1128/JVI.00831-20>
73. Zhang Q, Zhang H, Huang K, Yang Y, Hui X, Gao J, He X, Li C, Gong W, Zhang Y, Peng C, Gao X, Chen H, Zou Z, Shi Z, Jin M. SARS-CoV-2 neutralizing serum antibodies in cats: a serological investigation. *Biorxiv*, 2020; DOI: 10.1101/2020.04.01.021196.
74. Zhou P, Yang XL, Wang XG, Zhana L, Zhana W, Si HR, Zhu Y, Li B, Huana CL et al. Un brote de neumonía asociado a un nuevo coronavirus de probable origen murciélago. *Naturaleza*, 2020; 579, 270-273.
75. Zhou S, Wang Y, Zhu T, Xia L. CT características de la neumonía por enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) en 62 pacientes en Wuhan, China. *AJR Am J Roentgenol*. 2019; 214(6):1287–94.

## **Criterios básicos para definir un tratamiento médico o quirúrgico en el Síndrome Abdominal Agudo en Equinos**

### **Basic criteria to define a medical or surgical treatment in Acute Abdominal Syndrome in Horses**

### **Criterios básicos para definir um tratamento médico ou cirúrgico na Síndrome Abdominal Aguda em Equinos**

Campos Ramírez Edinson Danilo<sup>1</sup>, Valencia Hernández Andrés Felipe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MVZ Universidad de la Amazonia, carrera 6 # 6-54 Isnos, Huila, Colombia.

<sup>2</sup> MV, MSc., Profesor Universidad de la Amazonia, Grupo de Investigación GIPSA. Calle 17 Diagonal 17 con Carrera 3F - Barrio Porvenir, Florencia Caquetá Colombia.

Autor de correspondencia: [a.valencia@udla.edu.co](mailto:a.valencia@udla.edu.co)

Recibido 2 de Mayo 2023, aceptado 20 de Julio 2023

### **RESUMEN**

Los cólicos en caballos son una afección abdominal común que puede variar en gravedad, desde leves hasta potencialmente mortales. Determinar si un cólico es quirúrgico o no es esencial para tomar decisiones adecuadas de tratamiento. Los criterios básicos para evaluar si un cólico en caballos es quirúrgico o no incluyen la evaluación del grado de dolor, las constantes fisiológicas, la evaluación de las mucosas, el tacto rectal, los sonidos intestinales a la auscultación, la respuesta a los aines, los resultados de la ecografía abdominal y el tiempo de evolución del paciente entre otros. En general, los cólicos quirúrgicos suelen estar asociados a procesos mecánicos como por ejemplo obstrucciones intestinales, torsiones o hernias, que requieren intervención quirúrgica para su corrección. Por otro lado, los cólicos no quirúrgicos pueden deberse a problemas menos graves, como espasmos intestinales o irritaciones digestivas, que a menudo pueden tratarse con medicamentos y terapias conservadoras. Es importante destacar que los cólicos en caballos son una emergencia médica, y cualquier sospecha de cólico debe ser



tratada como una situación seria y requiere una atención veterinaria inmediata.

**Palabras claves:** Equino, decisiones, síndrome abdominal agudo, quirúrgico.

### ABSTRACT

Colic in horses is a common abdominal condition that can range in severity from mild to life-threatening. Determining whether or not a colic is surgical is essential to making appropriate treatment decisions. The basic criteria to assess whether colic in horses is surgical or not include assessment of the degree of pain, physiological signs, assessment of the mucous membranes, digital rectal examination, intestinal sounds on auscultation, response to NSAIDs, abdominal ultrasound results, and patient evolution time, among others. In general, surgical cramps are usually associated with mechanical processes such as intestinal obstructions, torsions or hernias, which require surgical intervention for correction. On the other hand, non-surgical cramps can be due to less serious problems, such as intestinal spasms or digestive irritations, which can often be treated with medications and conservative therapies. It is important to note that colic in horses is a medical emergency, and any suspicion of colic should be treated as a serious situation and requires immediate veterinary attention.

**Keywords:** Equine, decisions, acute abdominal syndrome, surgical.

### RESUMO

A cólica em cavalos é uma condição abdominal comum que pode variar em gravidade de leve a risco de vida. Determinar se uma cólica é ou não cirúrgica é essencial para tomar decisões de tratamento adequadas. Os critérios básicos para avaliar se a cólica em equinos é cirúrgica ou não incluem avaliação do grau de dor, sinais fisiológicos, avaliação das mucosas, toque retal, ruídos intestinais à ausculta, resposta aos AINES, resultado da ultrassonografia abdominal, tempo de evolução do paciente, entre outros. Em geral, as cólicas cirúrgicas costumam estar associadas a processos mecânicos como obstruções intestinais, torções ou hérnias,

que requerem intervenção cirúrgica para correção. Por outro lado, as cólicas não cirúrgicas podem ser devidas a problemas menos graves, como espasmos intestinais ou irritações digestivas, que muitas vezes podem ser tratadas com medicamentos e terapias conservadoras. É importante ressaltar que a cólica em equinos é uma emergência médica, e qualquer suspeita de cólica deve ser tratada como uma situação grave e requer atenção veterinária imediata.

**Palavras-chave:** Equino, decisões, síndrome abdominal aguda, cirurgia.

## . INTRODUCCIÓN

Durante miles de años, la humanidad ha utilizado los caballos con diversos objetivos, tales como el suministro de alimentos, cueros, leche y fines terapéuticos; como bestias de carga en apoyo de la producción agrícola, transporte, fines militares y de ocio. En épocas más recientes, con el cambio en la dinámica de la población humana, el contexto económico y la cría selectiva, los caballos se encuentran en todo el mundo (Murray et al., 2013). Datos de la FAO muestran una población mundial de alrededor de 58´000.000 de equinos, 43´230.790 asnos y 10´457.135 mulas, de las cuales América del sur posee 13´050.754, 3´105.984 y 2´201.210 de individuos respectivamente; estos han sido utilizados para prácticas como el salto, la hípica, la doma clásica, volteo, rienda, driving, polo, la charrería, el rodeo, el pato, la doma vaquera, el horseball, enduro, el coleo y para ecuestres (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2014).

Abdomen agudo, también conocido como síndrome de cólico o síndrome abdominal agudo (SAA) es una enfermedad de carácter agudo, que afecta los factores fisiológicos del tracto gastrointestinal, desencadenando alteraciones sistémicas, siendo caracterizada por un conjunto de señales clínicas intensas, siendo necesario el auxilio médico veterinario. La etiología es compleja y en la mayoría de los casos es desconocida, eso debido a la diversidad de causas que pueden ocasionar el cuadro (Rabello et al., 2015).



De acuerdo con la distribución anatómica y las particularidades de los órganos de la cavidad abdominal, (tales como la pequeña capacidad volumétrica del estómago comparada con otras especies domésticas, incapacidad de regurgitar, largo mesenterio asociado al yeyuno, segmentos intestinales con disminución abrupta del diámetro del lumen y una mucosa rectal frágil predispuesta a las rupturas), fisiología digestiva y función zootécnica, los equinos son muy susceptibles de padecer síndrome abdominal agudo o cólico. Anualmente se informa que la frecuencia de los cólicos es del 4 al 10% de los caballos con una gran variación entre granjas (Southwood, 2013). De acuerdo con Tinker et al (1997) citado por Zuluaga et al (2017) la tasa de cólico en equinos se sitúa entre 4 y 10% al año y se resuelve entre el 80 y el 92% con tratamiento clínico. Cerca del 63% responde de forma satisfactoria al primer tratamiento y aproximadamente el 29% se resuelve de manera espontánea. Para Southwood (2013) la mayoría de los caballos con cólico, aproximadamente el 80%, tiene cólico por gas o cólico por causa desconocida y se resuelve sin tratamiento o después de un solo tratamiento, por otra parte, menos del 7% requieren cirugía. Los casos de solución quirúrgica, a pesar de presentarse en menor proporción, muchas veces se caracterizan por constituir un desafío médico (Zuluaga, 2017).

Este trabajo pretende establecer algunos de los criterios básicos útiles en la atención del síndrome abdominal agudo en un equino, para definir si el tratamiento deberá ser clínico o quirúrgico.

### **Síndrome Abdominal Agudo**

El síndrome abdominal agudo (SAA) es la segunda causa de muerte en los equinos después de la edad avanzada y debido a su complejidad etiológica, su atención ha sido un reto en la medicina equina al momento de definir si el caso puede ser atendido medicamente o si es necesario remitir a un centro quirúrgico; encontrándose que distintos autores intentan definir parámetros que guíen a los clínicos en su diagnóstico.

Lehuby (2011) menciona que un estudio realizado por Proudman en 1991, apenas el 7% de los cólicos requerían un tratamiento quirúrgico. Da Silva (2017) cita un estudio de Dargatz et al (2001), realizado en Estados Unidos, en donde concluyen que por cada 100 caballos ocurrirían 4,2 episodios de cólico por año, con una fatalidad de 11%. Así mismo, el 1,4% de los cólicos resultaron en intervención quirúrgica.

De acuerdo con Simões (2009) a pesar de que muchos de los episodios de cólico se resolvieron espontáneamente o a través de medicación, 7 a 10% de los cólicos necesitan de resolución quirúrgica, mientras que para Córdova (2014) la patología del cólico tiene un 80% de resolución médica y 20% quirúrgica, con un porcentaje de supervivencia en este último del 50%.

Para Córdova (2014) no hay ningún signo patognomónico o un criterio que indique cuando los caballos requieren cirugía, por lo que la decisión para las bases de la cirugía debe ser obtenida por la historia médica completa, un examen físico, hematología y líquido abdominal evaluado en un laboratorio. Zuluaga et al (2017) en su trabajo plantean parámetros clínicos como lo son el tiempo de cólico, intensidad de dolor, la frecuencia cardíaca, evaluación de mucosas y tiempo de llenado capilar, reflujo gástrico, auscultación abdominal, distensión abdominal, defecación y palpación transrectal, que pueden guiar en la clasificación del cólico, sin embargo mencionan también, que la ecografía, radiografía, pruebas de laboratorio en sangre y líquido peritoneal son ayudas diagnósticas de alto valor predictivo, siendo que son utilizadas generalmente en centros de referencia. Alegría (2018) menciona que se puede determinar la causa de cólico mediante la historia clínica, la evaluación clínica completa, resultados del examen transrectal y exámenes complementarios; finalmente un paciente requerirá cirugía si se presenta refractario a la analgesia (muy importante), una palpación rectal con hallazgos anatómicos anormales, resultados ecográficos, una distensión abdominal severa y un lactato sanguíneo bajo (5mmol/l). Córdova (2014) presenta que el inicio y curso de la enfermedad, la temperatura rectal, el dolor y analgésicos, distensión

abdominal severa, sonidos intestinales, intubación nasogástrica, palpación rectal, abdominocentesis, valores de sangre periférica y deterioro sistémico son indicadores que se pueden utilizar para determinar si un caballo necesita o no cirugía.

En cuanto a la indicación quirúrgica de caballos que presentan cólico, Córdova (2014) propone que la cirugía es conveniente para los caballos con cólico causado por vólvulo, torsión, estrangulación, infarto, obstrucción, mala posición del intestino, invaginación, enterolitos, fecalitos y otras enfermedades de intestino que no responden solo a terapia médica; por su parte Alegría (2018) sugiere la indicación quirúrgica en casos de lesión estrangulante (torsión intestinal, vólvulo, encarcelamientos) y no estrangulante (impacciones y desplazamientos). Sin embargo, los caballos con enfermedades que no requieren tratamiento quirúrgico pueden presentar signos clínicos que sugieren que la cirugía es necesaria. Algunas enfermedades medicas provocan a los caballos exhibir signos que sugieren cirugía, siendo necesario incluir entre estos: yeyunitis proximal, duodenitis, peritonitis, íleo paralítico, dilatación gástrica primaria y endotoxemia (Córdova, 2014).

### **Parámetros del examen clínico**

**Dolor:** Para Choez et al (2017) el signo más importante del cólico es el dolor y su evaluación permite categorizar la gravedad de este, ya que existe una correlación entre la intensidad del dolor y la gravedad del cólico. Lehuby (2011) clasifica el dolor en cuatro categorías teniendo en cuenta y comparando el comportamiento del caballo en 1) ausente (comportamiento no alterado), 2) ligero (caballo raspa el pie y mira los flancos intermitentemente), 3) moderado (signos más marcados, el caballo se acuesta y se levanta y por veces gira en el suelo) y 4) intenso (caballo intenta acostarse violentamente y auto infringe golpes violentos). Esto último se asocia a lo planteado por Farrajota (2009) en donde la observación del paciente con presencia de sudoración y escoriaciones recientes en la cabeza (parte superior de

los ojos) y en las tuberosidades coxal e isquiática, pueden indicar trauma debido al dolor severo.

Estudios en equinos con cólico con dolor discreto, moderado e intenso muestran la necesidad de cirugía en un 4, 28 y 68% respectivamente (Zuluaga, 2017).

Alegría (2018) refiere que, si el dolor retorna entre una y tres horas después de aplicar aines, es muy probable que el paciente requiera cirugía; Córdova (2014) sugiere que la presencia de dolor severo a menudo es causada por tracción mesentérica o estrangulación del intestino. Estas condiciones generalmente se asocian con enfermedades que requieren tratamiento quirúrgico, en contraste, el cólico espasmódico, cólico flatulento, retenciones, enteritis y otras causas que no requieren intervención quirúrgica suelen causar dolor intermitente. Para Lehuby (2011) cuando el dolor es intenso, es más probable que los caballos necesiten cirugía al contrario de aquellos que el dolor es moderado o hasta ausente.

**Evaluación del sistema cardiovascular:** La frecuencia cardíaca (FC) y las características del pulso son importantes criterios en la evaluación del paciente con cólico. El pulso puede ser sentido en las arterias facial, facial palmar y digital palmar. El pulso fuerte, indica que el compromiso vascular no es significativo, particularmente si la FC es normal, revisar el pulso digital para evaluar la perfusión periférica es obligatorio (Gonzales, 2014). Si el pulso es débil y vacío, puede ser reflejo de vasoconstricción periférica a causa de deshidratación o shock cardiovascular. Por último, si el pulso es irregular, usualmente refleja severa endotoxemia o desbalance electrolítico (especialmente calcio o potasio) con la aparición de arritmias que impiden el llenado completo de las arterias a la sístole.

El dolor, y toda la actividad como consecuencia del mismo, tiene apenas un pequeño efecto en la frecuencia cardíaca, siendo esta mucho más afectada por la hemoconcentración (por deshidratación), disminución del retorno venoso y por las toxinas absorbidas del intestino (endotoxemia) (Ponce, 2008), mientras que para Rabello (2015) la frecuencia cardíaca es un factor importante de intensidad del

dolor, y el aumento de la FC es directamente proporcional al aumento del dolor, sin embargo, solo ese dato no es suficiente para una indicación quirúrgica, al respecto Zuluaga (2017) dice que la FC es un parámetro clínico considerado como indicador sensible de la severidad del cólico, y que en ocasiones, la FC no se altera a pesar del dolor intenso, por ejemplo, en ocasiones de distensión intestinal, vólvulos del colon mayor y estrangulación intestinal aguda, puesto que en estos casos puede ser influenciada por el sistema vagal activado, lo cual produce bradicardia.

Para Rabello (2015) en lesiones en la fase inicial del SAA, la FC tiende a quedar en su valor normal (28-40 lpm), Simões (2009) cita como regla general, en caso de obstrucciones simples de intestino grueso, la FC se sitúa entre los 40-50 latidos por minuto (lpm); en las obstrucciones con estrangulamiento, entre los 50 y los 90 lpm, o entre los 70 y los 120 lpm en una fase más tardía, en caso de enteritis y peritonitis la FC varía de 40 a 100 lpm (Rabello, 2015). En casos de enteritis proximal y timpanismo de colon y ciego, la FC puede estar elevada, puesto que no solamente es indicativa de dolor sino también de shock; esto se explica por el mecanismo compensatorio que busca aumentar la oxigenación de los tejidos aumentando el gasto cardíaco (Zuluaga et al, 2017). De hecho, cuando se verifican valores superiores a los 80 lpm, debe considerarse la presencia de lesiones graves comprometiendo seriamente el sistema cardiovascular y, por lo tanto, con un peor pronóstico (Simões, 2009).

**Membranas mucosas:** La mucosa oral presenta normalmente un color rosa o rosa pálida, húmeda y con un tiempo de llenado capilar (TLLC) de 1 a 2 segundos (Simões, 2009). El TLLC es un parámetro importante para evaluar la ocurrencia o no de choque; en un caballo saludable debe ser inferior a 2 segundos, cuando es superior a 3 segundos, traduce una perfusión periférica inadecuada e hipovolemia. En la mayor parte de los caballos, las señales de choque están asociados a una obstrucción completa, un estrangulamiento o una enteritis, razón por las cuales esas señales por si solas pueden o no indicar la necesidad de cirugía (Lehuby, 2011).

La coloración cianótica, es indicadora de mala perfusión, generalmente suele acompañarse por un aumento de tiempo de llenado capilar (superior a 4 segundos) e indica pobre perfusión periférica. Membranas mucosas entre rojo y púrpura ocurren en caballos con endotoxemia, común en animales con enteritis proximal, enterocolitis, obstrucción por estrangulación prolongada, infarto sin estrangulación o peritonitis, también pueden presentarse anémicas (pálidas) lo que puede indicar pérdida de sangre o deberse a una mala perfusión (Farrajota, 2009). Una línea rosada en la margen dental gingival es típica de un endotoxemia grave y de un mal pronóstico.

**Temperatura rectal:** Según Lehuby (2011) caballos con enteritis o colitis, afecciones que no requieren terapéutica quirúrgica, presentan frecuentemente temperatura aumentada; afirma también que no existe un valor exacto de temperatura rectal a partir de la cual se pueda afirmar que un caballo tenga una enfermedad, pero como regla general, se considera que pacientes con una TR  $\geq 38,9$  °C tienen una peritonitis, enteritis o colitis.

Para Córdova (2014) la mayoría de los caballos sometidos a cirugía requieren tener una temperatura menor 35,5 °C a menos que la actividad física, hipertermia y una alta temperatura ambiente sea la causa. Si se encuentra debajo de lo normal, la temperatura rectal se asocia a shock, insuficiencia cardiovascular, mala perfusión de sangre a la piel y extremidades. Finalmente, la temperatura rectal mayor a 35,5 °C, que no es causada por la actividad física o temperatura ambiente elevada, sugiere una enfermedad infecciosa, por la cual la cirugía está contraindicada.

**Contenido gástrico:** La intubación nasogástrica es especialmente importante y debe ser realizada lo más temprano posible en los casos que presenten síntomas graves de dolor abdominal y taquicardia, siendo un proceso de diagnóstico como terapéutico (Da Silva, 2017), debido a que previene la distensión gástrica, lo que ayuda a aliviar el dolor y disminuye la probabilidad de ruptura gástrica (González, 2014), además posibilita la administración entérica de fluidos y laxantes (Simões,

2009), por lo general, se recomienda la intubación nasogástrica en equinos con manifestación de dolor y FC mayor de 60 latidos por minuto.

En la presencia de reflujo gástrico profuso y persistente, es muy probable que el intestino delgado este siendo mecánicamente obstruido y que necesite de cirugía, pero si la porción de intestino delgado fuera caudal, el caballo puede no presentar reflujo (Lehuby, 2011), para Simões (2009) el reflujo prolongado y en grandes cantidades provoca hipocloremia y generalmente alcalosis. Para Gómez (2014) si después de múltiples lavados la cantidad es mayor a 5 litros (reflujo) se sospecha de enteritis anterior o de una obstrucción de intestino delgado. Las obstrucciones de colon ascendente también pueden llevar a la formación de reflujo gástrico, como consecuencia de la estasis o de la obstrucción causada por la tensión en el ligamento duodenocolico, mas también este problema no requiere siempre cirugía (Lehuby, 2011)

**Auscultación abdominal:** los sonidos abdominales escuchados son en su mayoría generados por el colon mayor y ciego; sonidos más débiles asociados a contracciones localizadas del intestino (movimientos de mixtura de la ingesta) son escuchados normalmente de 2 a 4 por minuto, y sonidos fluidos o borborigmos asociados al peristaltismo progresivo (movimientos de la propulsión de la ingesta) oídos una vez por cada 2 a 4 minutos. Los sonidos escuchados en la fosa paralumbar derecha dan información sobre la válvula ileocecal (y posiblemente cecocólica) consistiendo en un periodo de silencio que es quebrado 1 o 2 por minuto por una súbita descarga de fluidos a medida que las secreciones pasan de compartimiento a otro; los sonidos escuchados al lado izquierdo son provocados por la motilidad del colon izquierdo e intestino delgado (Ponce, 2009).

Los ruidos con frecuencia excesiva o la hiperactividad intestinal se vinculan con enteritis o cólico espasmódico. La ausencia de ruidos durante un periodo prolongado puede indicar íleo o enfermedad obstructiva. La percusión abdominal durante la auscultación puede revelar un ruido resonante agudo (metálico) en

presencia de distensión intestinal gaseosa. Para Gonzáles (2014) los sonidos normales, es decir de dos a tres sonidos fuertes por minuto sugieren que el cólico es ligero. Sonidos disminuidos, pueden sugerir que algún grado de íleo está presente, los sonidos ausentes son indicativos de íleo, que existe un segmento intestinal comprometido irreversiblemente, particularmente después de una terapia de fluidos u electrolitos. Por último, los sonidos incrementados están asociados con cólico espasmódico, irritación intestinal debido a cambio de alimento o ingestión inapropiada de alimento, hemoparásitos o lesiones verminosas.

**Palpación rectal:** Las estructuras que normalmente pueden ser exploradas a la palpación son la extremidad caudal del bazo, el ligamento y el espacio nefroesplénico, el polo caudal del riñón izquierdo, la flexura pélvica, el colon descendente, la base del ciego, vejiga, arteria mesentérica craneal, anillos inguinales en los machos, útero y ovarios en hembras; y debe evaluarse el tamaño, la sensibilidad a la palpación y la ubicación de estas estructuras (Lehuby, 2011).

Según Córdova (2014) la palpación rectal puede ayudar a decidir si el caballo requiere cirugía; teniendo en cuenta anomalías específicas que ayudan en el diagnóstico de enfermedades que se deben resolver en el quirófano, entre esas anomalías encontramos desplazamiento dorsal izquierdo del colon mayor, la estrangulación-obstrucción de íleo o yeyuno en el canal inguinal, enterolitiasis, retención ileal, invaginación, y algunos desplazamientos de colon mayor. Por otra parte, puede aportar elementos de prueba para casos que requieren cirugía, esas anomalías que apoyan a la cirugía con la palpación incluyen la identificación de bandas mesentéricas doloras y tensas, intestino delgado o grueso distendido y masas abdominales no específicas.

**Exámenes de laboratorio:** Para Gonzales (2014) el análisis sanguíneo va orientado a evaluar el grado de deterioro cardiovascular y metabólico que al diagnóstico del proceso gastrointestinal; Farrajota (2009) menciona que el conteo de eritrocitos en casos de cólico tiene poco valor diagnóstico y de pronóstico; en



cuanto al hematocrito (HT) es útil para calcular la tasa de deshidratación, encontrándose valores variables en función de la raza y el tipo de trabajo del animal, encontrándose valores normales entre el 30% y 44%, además debe ser interpretado conjuntamente con la proteína plasmática total (PT); Para Lehuby (2011) un hematocrito arriba del 60% se asocia a una lesión grave; en términos de pronóstico, un hematocrito fácilmente reducido a lo normal a través de la fluidoterapia es señal de buen pronóstico, mientras que lo contrario indica uno malo.

Según Ponce (2008) la concentración plasmática de proteínas totales, al contrario del HT, no varía con la raza o condición física del caballo, considerándose valores normales entre 6 a 7 g/dl, así de forma general, en un paciente con cólico, tanto el HT como PT aumentan debido a la pérdida de fluido isotónico de sangre y de espacio extracelular para el intestino obstruido o estrangulado o para cavidad peritoneal; debido a la disminución de la ingestión de agua, y/o pérdida de fluidos y electrolitos en forma de sudor y orina. Para Farrajota (2009) HT aumentado asociado a PT normales, refleja contracción esplénica debido a estrés. Elevación de HT y PT simultáneamente es indicador de deshidratación. HT elevado con PT disminuidas ocurre cuando hay pérdida de proteínas en el lumen intestinal (inflamación severa o dolencia isquémica de la mucosa intestinal) o para cavidad peritoneal (peritonitis).

En cuanto al leucograma para Farrajota (2009) es común encontrarse normal en la fase inicial de un proceso, o con ligeras alteraciones con leucopenia o leucocitosis. Leucopenia con neutropenia y linfopenia reflejan una situación endotoxémica, causada más frecuentemente por colitis o peritonitis que por obstrucción o estrangulamiento, por lo menos en las fases iniciales del proceso; leucopenia ocurre también debido a la migración de neutrófilos para un foco inflamatorio extenso, como enteritis proximal, torsiones, dislocamientos y peritonitis aguda. Para Córdova (2014) el recuento de glóbulos blancos en enfermedades que requieren intervención quirúrgica, a menudo se encuentra en lo normal o ligeramente elevada, por el contrario, para las no quirúrgicas, tales como la enteritis o peritonitis, a menudo

causan leucopenia de leve a grave; Para Huarte et al (2016) accidentes que requieren cirugía no suelen causar cambios en el leucograma, a no ser que exista necrosis y ruptura visceral con peritonitis, encontrándose en este caso leucocitosis o leucopenia con desviación degenerativa a la izquierda.

**Lactato:** El lactato (ácido láctico) es un producto final del metabolismo anaerobio. Las concentraciones plasmáticas de lactato han sido utilizadas como un marcador de perfusión periférica, una vez que las elevaciones de su valor ocurren secundariamente a la hipoxia tisular; la concentración sanguínea de lactato en un caballo saludable deberá ser inferior a 2mmol/L estando generalmente en el intervalo 0,6 a 1,5 mmol/L (Ponce, 2008).

La medición de lactato sanguíneo constituye un método de monitorización metabólica de considerable valor. Además de ser útil como método de pronóstico en pacientes de estado crítico, también puede desempeñar funciones de diagnóstico y monitorización de eficacia de la terapéutica instituida (Dias, 2011). Lagos (2016) encontró en su estudio que los valores obtenidos en cólicos médicos ( $2,68 \pm 3,74$  mmol/L) fueron significativamente menores que los tratados quirúrgicamente ( $6,07 \pm 5,22$  mmol/L), sin embargo, plantea también, que estos hallazgos son un mal criterio para la selección del tratamiento en pacientes con cólico, debido que se encontraron valores entre 1 y 2,2 mmol/L en caballos que requerían tratamiento quirúrgico, así como valores de 6,6 mmol/L en caballos que precisaron tratamiento médico. Sin embargo, en varios estudios se ha encontrado una fuerte correlación entre la morbi-mortalidad y la hiperlactatemia (Jaramillo et al, 2015).

Henderson (2013) menciona un estudio de Radcliffe et al en el 2012 donde encontraron concentraciones de lactato en plasma significativamente más altas en caballos que no sobrevivieron y que se someten a cirugía abdominal de emergencia y 24 72 horas después de la operación (concentraciones promedio de lactato 7,56 mmol/L, 2,35 mmol/L y 2,30 mmol/L respectivamente en no sobrevivientes en

comparación con 3,00 mmol/L, 0,75 mmol/L y 0,82 mmol/L en sobrevivientes). Lagos (2016) asocio el incremento de la concentración de lactato plasmático con la no sobrevivencia en los equinos con síndrome de cólico ( $2,5 \pm 1,63$  mmol/L sobrevivientes,  $8,87 \pm 6,05$  no sobrevivientes), notando que a medida que el valor excede los 6 mmol/L la probabilidad de fallecer aumenta, asimismo, ningún equino con un valor  $>9,1$  mmol/L sobrevivió. Según Dias (2011) por cada aumento de 1 mmol/L en la concentración de lactato en la admisión, hay un aumento de 29% de probabilidad de no sobrevivencia.

**Líquido peritoneal:** Según Gómez (2014) el análisis de líquido peritoneal proporciona una excelente evaluación de la enfermedad gastrointestinal, reflejando cambios producidos en los tejidos y órganos intraabdominales y en la superficie peritoneal, ayudando a determinar la necesidad de cirugía, como en el diagnóstico de peritonitis, hemoperitoneo y algunas formas de neoplasia abdominal. En el caso de existir afecciones como obstrucciones de tipo aguda o no estrangulante, enteritis y peritonitis los cambios aparecerán al poco tiempo, incluso antes de presentarse los primeros signos clínicos (Raigoso y Sabogal, 2015).

**Ecografía abdominal:** El protocolo FLASH planteado por Busoni et al (2011) evalúa 7 ubicaciones topográficas: (1) abdomen ventral; (2) ventana gástrica (3) ventana espleno-renal; (4) tercio medio izquierdo del abdomen; (5) ventana duodenal; (6) tercio medio derecho del abdomen; y (7) ventana torácica. Para Alegría (2018) los principales hallazgos son signos de obstrucción estrangulante, líquido abdominal libre y anormal, asas del intestino delgado (motilidad de intestino delgado), contenido anormal del colon y de su posición, atrapamiento nefroesplénico y distensión de duodeno y estómago.

### **Propuesta recomendada para definir si un cólico es médico o quirúrgico**

Como se ha planteado previamente, saber si el paciente con SAA requiere un tratamiento médico o quirúrgico es un desafío que enfrentan constantemente médicos veterinarios, lo anterior, debido a lo complejo de la patología y sus causas

multifactoriales, por lo que una correcta interpretación de los datos obtenidos durante la evaluación clínica de un equino con SAA será la única forma de orientar al médico durante la atención.

Con lo anterior, con base en esta revisión, se propone la siguiente tabla que contiene señales clínicas obtenidas durante la evaluación del paciente con cólico y dos columnas en donde se señalan (Tabla 1), los posibles hallazgos para el manejo clínico o para el manejo médico con las que se pretende orientar a estudiantes y profesionales en medicina veterinaria para saber si un equino requiere atención médica o quirúrgica.

**Tabla 1.** Señales clínicas en el Síndrome Abdominal Agudo Equino para definir el manejo clínico o quirúrgico.

| Señal clínica          | Parámetro normal  | Referencia                                   | Hallazgos para Manejo Clínico   | Referencia                                    | Hallazgos para manejo Quirúrgico   | Referencia   |
|------------------------|---|--|---|---|--|--|
| Dolor                  | Ausente   | Lehuby (2011), Ponce (2008) Farrajota (2009) | Leve – moderado   | Zuluaga (2017), Alegría (2018)                | Moderado-depresión   | Intenso- Zuluaga (2017), Alegría (2018)                                      |
| Frecuencia cardíaca    | 28-40 lpm   | Rabello (2015)                               | 28-40 lpm<br>40-70 lpm  | Rabello (2015)                                | 50-90 lpm<br>70-120 lpm  | Simões (2009)  |
| Mucosas                | Color rosa o pálida, húmeda, TLC 1-2 seg  | Simões (2009)                                | Hiperémicas<br>Anémicas   | Farrajota (2009)                              | Hiperémicas<br>Anémicas<br>Cianóticas<br>Anillo endotóxico<br>TLC >4 seg   | Lehuby (2011)<br>Gómez (2014)<br>González (2014)                             |
| Temperatura rectal     | 37-38,5 °C  | Ponce (2008)                                 | Aumentada   | Lehuby (2011)                                 | <35,5 °C   | Córdova (2014)   |
| Contenido gástrico     | Verde con olor dulce, Ph 3-6, alta presencia partículas de alimento                             | Da Silva (2017)                              | Color café con sangre digerida<br>Alcalino parduzco   | Gonzales (2014)                               | Profuso y persistente > 8 litros<br>Oscuro y olor pútrido<br>Alcalino verde o amarillo   | Gonzales (2018)  |
| Auscultación abdominal | Movimientos de mixtura 2-4 por minuto<br>Propulsión 1 entre 2 y 4 minutos                       | Ponce (2008)                                 | Sonidos Normales<br>Sonidos disminuidos<br>Sonidos aumentados<br>Ausencia por tiempo prolongado                                 | Gonzales (2014)<br>Gómez (2014)               | Sonidos Disminuidos<br>Ausencia completa de borborigmos  | Córdova (2014)<br>Velásquez (2017)   |
| Palpación rectal       | Tamaño, sensibilidad a la palpación y ubicación normales  | Lehuby (2011)                                | ID distendido, pero con poca presencia de gas<br>Asas intestinales llenas de líquido<br>Desplazamiento simple (flexura pélvica) | Huarte <i>et al</i> (2016)<br>Gonzales (2014) | Bandas mesentéricas dolorosas y tensas<br>ID distendido<br>IG distendido<br>Masas abdominales no específicas<br>ID pasando anillos inguinales<br>Aprisionamiento nefroesplénico<br>Gránulos sobre la superficie peritoneal<br>Pérdida de la presión negativa | Córdova (2014)<br>Roquet y Barrasa (2015)<br>Rabello (2015)<br>Lehuby (2011) |
| Lactato plasmático     | Inferior a 2 mmol/L<br>0,6 a 1,5 mmol/L   | Ponce (2008)                                 | 2,68 ± 3,74 mmol/L  | Lagos (2016)                                  | 6,07 ± 5,22 mmol/L   | Lagos (2016)   |
| Líquido peritoneal     | Color amarillo traslucido<br>Proteína 1,5 a 8,2 g/dL<br>Células /μL<br>Lactato 0,4 a 1,2 mmol/L | Ponce (2008)<br>Velásquez (2017)             | Solución opaca, color amarillo<br>Proteína 0,6 a 2,1 g/dL<br>Células 1100 a 9400 /μL<br>Lactato > 2 mmol/L                      | Lehuby (2011)<br>Velásquez (2017)             | Líquido serosanguinolento<br>Fluido opaco de color verde acastañada<br>Células 1400 a 11000/μL<br>Lactato > 3 mmol/L   | Velásquez (2017)<br>Lehuby (2011)  |
| Ecografía              | Órganos en posición anatómica normal  | Busoni <i>et al</i> (2011)                   | No se observa distensión de ID<br>Múltiples asas de ID ligeramente distendidas  | Klohn (2012)                                  | Motilidad lenta o sin motilidad de ID<br>Pared colon mayor edematosa (8 mm de espesor)<br>No se visualiza riñón izquierdo<br>Perdida del borde caudodorsal del bazo  | Klohn (2012)   |

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alegría B. Santiago. El paciente quirúrgico en el síndrome de cólico equino. Seminario Vet conference 2018. Viña del Mar Chile
2. Busoni V, De Busscher V, Lopez D, Verwilghen D, Cassart D. Evaluation of a protocol for fast localised abdominal sonography of horses (FLASH) admitted for colic. *Veterinary journal* (London, England: 1997), 2010; 188(1), 77–82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.02.017>
3. Choez A Katherine, Sandoval M Rocio, Ruiz G. Luis, Delgado C Alfredo. Cólico equino por impacción en una yegua pura sangre inglés. *Revista Inv Vet Perú* 2017.
4. Córdova C. Julia E. Factores asociados a casos de cólicos quirúrgicos operados en el quirófano del complejo hípico nacional la aurora, durante los años 2009 al primer semestre del 2011. Trabajo de graduación para obtener el título de médico veterinario. Universidad de san Carlos de Guatemala. 2014. Guatemala- México.
5. Da Silva O. Maria Ines. Deslocamento do colon á esquerda no cavalo e técnicas cirúrgicas de encerramento do espaço nefroesplénico: revisao bibliográfica e relatos de casos clínicos. Disertación de maestria integrada en medicina veterinaria. Universidad de Lisboa, Facultad de medicina veterinaria. 2017. Lisboa.
6. Dias M. Ana S. Lactato: un método de prognostico promissor en emergencias equinas. Informe final de pasantía de maestría integrada en medicina veterinaria. Instituto de ciencias biomédicas Abel Salazar. 2011. Universidad del Porto.
7. Farrajota M. Sara C. Resolução cirúrgica de cólicas em equinos- criterios, desenvolvimiento e pós-peratorio. Disertación de maestria en clínica y cirugía de equinos. Universidad técnica de Lisboa. 2009. Facultad de medicina veterinaria. Lisboa- Brasil.
8. Gómez P. Jorge G. Anestesia del paciente equino con síndrome abdominal agudo. Monografía presentada como requisito parcial para obtener el título de médico veterinario zootecnista. 2014. Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. Encontrado en < [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6787/A\\_NESTESIADELPAIENTEEQUINOCON.PDF?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6787/A_NESTESIADELPAIENTEEQUINOCON.PDF?sequence=1)
9. Gonzales L. Abel. Uso de fenilefrina como tratamiento médico del síndrome abdominal agudo por atrapamiento nefroesplénico: estudio de caso. Tesina para obtener el título de médico veterinario zootecnista. Universidad Autónoma del estado de México. Amecameca, Estado de México. Noviembre 2014. Encontrado en <https://core.ac.uk/download/pdf/55526030.pdf>
10. Henderson I.S. Diagnostic and prognostic use of L-lactate measurement in equine practice. Artículo de revisión. *Equine veterinary education* /AE/

- September 2013. Encontrado en <http://aaep.org/sites/default/files/issues/468-475.pdf>
11. Huarte Alfredo B, Beccar Eduardo, Perkins Gustavo M. Cólico por edema de colon menor. Tesis presentada como requisito para optar al grado de veterinario. 2016. Facultad de ciencia veterinarias UNCPBA. Tandil. Encontrado en <http://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/614/Tesis%20Huarte%2C%20Bernardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  12. Jaramillo C, Ramirez L, Arias M, Álvarez I. Gases sanguíneos electrolitos y variables metabólicas determinantes del estado acido base en caballos criollo colombiano. Rev Med Vet Zoot. 2016; 63 (1). Encontrado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v63n1/v63n1a03.pdf>>
  13. Klohnen Andrea. Abdominal ultrasonography in the equine patient with acute signs of colic. Hospital equino de Chino Valley. 2012. AAEP PROCEEDINGS.
  14. Lagos N. Matias E. Pronostico de sobrevida en equinos con síndrome cólico abdominal mediante la determinación de la concentración de lactato plasmático. Trabajo para otra al título de médico veterinario. Facultad de ciencias veterinaria y pecuarias. Universidad de Chile. Santiago-Chile. 2016. Encontrado en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140661/Pronostico-de-sobrevida-en-equinos-con-sindrome-colico-abdominal-mediante-la-determinacion-de-la-concentracion-de-lactato-plasmatico.pdf?sequence=1>
  15. Lehuby Selma. Relevância do exame clínico inicial de cavalos com cólica no estabelecimento de um diagnóstico médico e na determinação da opção terapêutica. Dissertação de mestrado integrado em medicina veterinária. Universidad técnica de Lisboa. 2011. Lisboa- Brasil.
  16. Murray Gardner, Munstermann Susanne, Lam Kenneth. Beneficios y retos que implica la expansión mundial de los eventos ecuestres: nuevas normas para la población de caballos de competición y zonas libres de enfermedades equinas en los países. OIE. 2013. Encontrado en < [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Publications %26 Documentation/docs/pdf/TT/2013 E 81SG 10.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Publications%26%20Documentation/docs/pdf/TT/2013_E_81SG_10.pdf)
  17. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Censo pecuario nacional. 2023. encontrado en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
  18. Ponce Alvares De Agueda Pedrosa Ana Rita. Cólicas em equinos: tratamento médico vs cirúrgico- critério de decisão. Dissertação de mestrado integrado em medicina veterinária. Universidad técnica de Lisboa. 2008. Lisboa- Brasil.
  19. Rabello Juliana, Calderaro Mariana, Santana Barbara, Moreto Camila, Esposito Valdelice, Ferreira Marcio A. Pronto atendimento de síndrome cólica em equinos – revisão de literatura. Revista científica eletrônica veterinária de medicina veterinária. Año XIII, Número 25, Julio de 2015. ISSN: 1679-7353
  20. Raigoso Camilo A, Sabogal Melissa. Diseño de un Manual de procedimientos hospitalarios en equinos para la clínica de Grandes Animales de la

Universidad de La Salle. Proyecto de grado para optar al título de médico veterinario. Universidad de la Salle. Bogotá Colombia. 2015. Encontrado en <

[http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17908/14082601\\_2015.pdf?sequence=1](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/17908/14082601_2015.pdf?sequence=1)>

21. Simões Carina. Factores de pronóstico da cólica em equinos. Dissertação de mestrado integrado em medicina veterinaria. Universidad técnica de Lisboa. 2009. Lisboa- Brasil.
22. Southwood Louise L. Practical guide to equine colic. 2013. ISBN: 978-0-8138-1832-0
23. Velásquez Carlos A. Tratamientos quirúrgicos de obstrucciones estrangulantes del intestino delgado en cuatro casos de equinos. Revista científica, FCV-LUZ. Volumen XXIII. 2013. Encontrado en: <https://www.redalyc.org/html/959/95928830004/>>
24. Zuluaga C Angelica M, Silveira A Geraldo E, Martinez A, José R. Consideraciones para la toma de decisiones oportunas ante el cólico equino: ¿manejo médico o quirúrgico? Rev. Med. Vet. 2017. ISSN 0122-9354. DOI: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4060>.



**Reporte de caso: Corrección de Hernia Abdominal traumática en un canino *french poodle***

**Case Report: Traumatic Abdominal Hernia Correction in a *french poodle* canine**

**Relato de caso: Correção de hérnia abdominal traumática em um canino da raça *poodle francês***

Velasquez Peña Maria Alejandra<sup>1</sup>, Sierra Martinez Zully Esmeralda<sup>1</sup>, Lopez Duran Maycol Stiven<sup>1</sup>, Roque Rodriguez Anita Isabel<sup>2</sup>, Pedraza Castillo Luz Natalia<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MVZ. Escuela de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

<sup>2</sup> MVZ. MSc. PhD Cirugía. Escuela de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

<sup>3</sup> MVZ. MSc. Escuela de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

Autor de correspondencia: [maria.velasquez.pena@unillanos.edu.co](mailto:maria.velasquez.pena@unillanos.edu.co)

Recibido 29 de Enero 2023, aceptado 20 de Mayo 2023

## RESUMEN

Se presenta el caso de un canino *French poodle* que sufrió un accidente automovilístico, el cual le ocasionó un trauma abdominal abierto, lesionando la pared muscular y exponiendo la cavidad peritoneal. Ingreso al Centro Clínico Veterinario de la Universidad de los Llanos, en donde se procedió a realizarle el examen clínico, el cual determinó hernia abdominal traumática lateral izquierda. Posteriormente se realizó la corrección quirúrgica “Herniorrafia traumática abdominal” y durante la intervención se evidenció peritonitis, lo anterior debido a la contaminación bacteriana del líquido peritoneal. Por consiguiente el paciente tuvo complicaciones postoperatorias por la cuales se intervino quirúrgicamente tres

veces más. Luego de estos procedimientos quirúrgicos se tomó como plan terapéutico la administración de Ceftriaxona al no ver evolución se continuó con el fármaco Meropenem y finalmente el paciente se recuperó satisfactoriamente.

**Palabras claves:** Hernia Traumática abdominal, reconstrucción quirúrgica, peritonitis.

### ABSTRACT

The case of a French poodle canine that suffered a car accident, which caused an open abdominal trauma, injuring the muscular wall and exposing the peritoneal cavity, is presented. He was admitted to the Veterinary Clinical Center of the University of the Llanos, where a clinical examination was performed, which determined a left lateral traumatic abdominal hernia. Subsequently, the surgical correction "Traumatic abdominal herniorrhaphy" was performed and during the intervention peritonitis was evidenced, due to bacterial contamination of the peritoneal fluid. Consequently, the patient had postoperative complications for which he underwent surgery three more times. After these surgical procedures, the administration of Ceftriaxone was taken as a therapeutic plan, since there was no evolution, the drug Meropenem was continued and finally the patient recovered satisfactorily.

**Keywords:** Traumatic abdominal hernia, surgical reconstruction, peritonitis.

### RESUMO

Apresenta-se o caso de um caniche francês que sofreu um acidente de viação, que provocou um traumatismo abdominal aberto, lesionando a parede muscular e expondo a cavidade peritoneal. Foi internado no Centro Clínico Veterinário da Universidade dos Llanos, onde foi submetido a um exame clínico, que determinou uma hérnia abdominal traumática lateral esquerda. Posteriormente, foi efectuada a correção cirúrgica "Herniorrafia abdominal traumática" e, durante a intervenção, foi evidenciada peritonite, devido à contaminação bacteriana do líquido peritoneal.

Consequentemente, o doente teve complicações pós-operatórias, pelo que foi submetido a mais três intervenções cirúrgicas. Após estas intervenções cirúrgicas, foi adotado como plano terapêutico a administração de Ceftriaxone, como não se verificou evolução, foi dada continuidade ao fármaco Meropenem e finalmente o doente recuperou satisfatoriamente.

**Palavras chave:** Hérnia abdominal traumática, reconstrução cirúrgica, peritonite.

## INTRODUCCIÓN

La hernia se caracteriza como una protusión de un contenido de la cavidad corporal por medio de una abertura anormal o normal en la pared de esa cavidad (Niwas et al., 2018), respecto a una hernia abdominal puede ser ventral o lateral y se puede describir como hernia de un contenido expuesto o no por un orificio no natural (Das et al., 2017). Los accidentes automovilísticos o contusiones son las principales causas de traumatismo toracoabdominales que producen una ruptura de las paredes musculares de esas cavidades, siendo clasificadas como hernias adquiridas y debido a la ausencia de un saco herniario, también se clasifican como hernias falsas (Smeak, 2007; Unlu et al., 2007; Shaw et al., 2003). La ruptura aguda de la pared abdominal con herniación visceral es una entidad poco frecuente en caninos, suele presentarse en casos traumáticos severos (Agarwal, 2009).

Estas hernias abdominales pueden definirse, según su ubicación, como hernias ventrales, prepúbica, subcostal, hipocondral, paracostal o lateral (Fossum, 2009). Las lesiones en la región Toracoabdominal, como las hernias paracostales, a menudo también causan daño diafragmático, sin embargo, no es tan frecuente que estas lesiones se diagnostiquen mal o no se identifiquen rápidamente debido a signos inespecíficos e imágenes radiográficas no concluyentes. Las lesiones pequeñas pueden permanecer sin diagnosticar durante meses o años después del traumatismo inicial y solo pueden sospecharse cuando el paciente comienza a

mostrar disnea significativa o signos de estrangulación intratorácica de los órganos abdominales (Lenot et al., 1990). De hecho, el diagnóstico a menudo se produce como un hallazgo transoperatorio, cuando las intervenciones quirúrgicas están indicadas para la investigación o el tratamiento de los daños asociados a las vísceras abdominales o la irritación peritoneal (Soldá, 2002). Para reparar una hernia traumática, se requiere la reconstrucción quirúrgica de la ruptura de la musculatura y se puede realizar un procedimiento abierto convencional o un abordaje laparoscópico para el acceso operativo (Moreno-Egea et al., 2007, Smeak, 2007). El objetivo de este artículo es reportar un caso de hernia abdominal traumática y su manejo médicoquirúrgico.

## **DESCRIPCION DEL CASO**

### **Anamnesis**

Al Centro Clínico Veterinario de la Universidad de los Llanos el 13 de mayo de 2019, llega un paciente canino el cual es atendido por el profesional a cargo. El propietario reporta que el animal el día 12 de Mayo fue atropellado por una buseta a la 1:00 pm, por consiguiente, fue llevado a una clínica veterinaria donde le administraron “algo para la coagulación de la sangre, antibiótico y un jarabe para el dolor”. Es un canino macho entero, raza French poodle, de 1 año de edad y 3,2 kg de peso vivo.

### **Hallazgos al examen clínico**

En el examen a distancia se observa un animal de actitud deprimido y un temperamento dócil. En el examen sobre el animal se encontró una condición corporal 3/9, una temperatura de 36,2°C, pulso fuerte, membranas mucosas pálidas, tiempo de llenado capilar de 2 segundos (tomado en la mucosa gingival).

La frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria se encontraron en 120 lpm y 22 rpm respectivamente, los cuales están entre los valores normales de referencia. En el examen el paciente presentó letargo, dolor a la manipulación, hipotermia, baja condición corporal, hematoma en la región inguinal, hepatomegalia y nefromegalia.

Ausencia de la sensibilidad profunda en el miembro posterior derecho ramas laterales, ausencia del reflejo panicular a partir de la T5 hacia caudal, ausencia del reflejo perineal, hernia abdominal dorsal izquierda abierta con visualización de órganos internos. Este hallazgo nos orienta al diagnóstico de Hernia abdominal lateral izquierda con trauma medular por fractura coxofemoral derecha.

### **Ayudas Diagnosticas**

Se procedió a realizar en primera medida cuadro hemático, ALT, BUN y Creatinina.

### **ENFOQUE DEL TRATAMIENTO**

Luego de evidenciar en el examen físico hernia abdominal traumática lateral izquierda abierta con visualización de órganos internos, decide programarse tratamiento quirúrgico para la corrección de hernia traumática con lavado intraperitoneal.

### **Protocolo de anestesia**

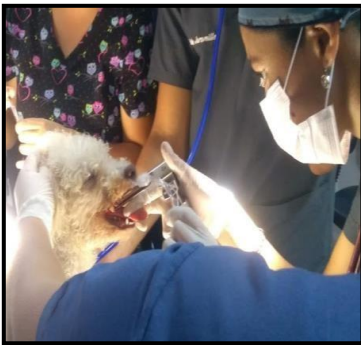
El paciente clasificado en ASA II, fue premedicado con Acepromacina Dosis: 0,02 mg/kg, dosis total: 0,06 ml; Tramadol Dosis: 3mg/kg, dosis total: 0,19 ml. La inducción se realizó con Propofol Dosis: 3 mg/kg, dosis total: de 0,96 ml, intravenoso. Finalmente, el mantenimiento se efectuó con Isoflurano 3%; medicamentos intraoperatorios: Meloxicam Dosis: 0,2 mg/kg, dosis total: 0,032 ml, y Ceftriaxona Dosis: 30 mg/kg Dosis total: 0,96 ml. Todos los medicamentos se administraron vía intravenosa. La fluidoterapia se realizó con NaCL 0,9% Dosis: 10 ml/kg/h Dosis total: 1 gota/2 seg.

### **Tratamiento quirúrgico**

Se procedió a la canalización para empezar con la preparación del paciente, luego de la tranquilización e inducción anestésica se realizó la intubación endotraqueal (Figura 1), seguidamente se ubicó al paciente en decúbito lateral derecho (Figura 2). Realizando tricotomía y embrocado del área a incidir en este caso abdomen dorsal izquierdo para la corrección utilizando alcohol y yodo (Figura 3); se administró epidural baja en L7-S1 de manera perpendicular a la columna debido a la fractura de cadera con lidocaína al 2%, se ubicaron los campos quirúrgicos (Figura 4) y se sostuvieron con pinzas Backaus en pliegues de la piel.

Se inició la incisión con tijera de mayo punta roma por las perforaciones en el abdomen. Luego se debridó tejido dérmico que estaba necrosado, se estimó que la hernia tenía 12 centímetros aproximadamente. Se visualiza al interior del abdomen se identifica posición y estado de órganos internos (Figura 5) y se procedió a lavar la cavidad peritoneal con 1500 ml (tres bolsas de 500 ml) de solución salina al 0,9 a temperatura corporal para evitar la proliferación de bacterias; se succiono con equipo de aspiración (Figura 6) para extraer los fluidos del lavado que venían acompañados de sangre por el trauma (Figura 7). En este caso se extrajo un pequeño fragmento del hueso aparentemente del pubis o ilion y se limo la punta del pubis con el fin de evitar lesiones. Se debridó tejido peritoneo, musculo y grasa subcutánea que se encontraban desvitalizados alrededor de la hernia empleando pinzas anatómicas y tijera ´punta-roma. Se realizó corte del musculo sublumbar para evitar posible atrapamiento visceral.

Luego se procedió a cerrar la cavidad abdominal utilizando vicryl 2.0 reabsorbible iniciando con peritoneo-peritoneo en la parte craneal y peritoneo-musculo oblicuo interno ya que el musculo transverso estaba parcialmente destruido, utilizando patrón de sutura en X discontinuo; se colocó un dren dentro de la cavidad con el fin de realizar lavados y eliminar liquido peritoneal por 5 días máximo, se utilizó nudo de anclaje de zapato chino o sandalia romana



**Figura 1.** Intubación endotraqueal



**Figura 2.** Decúbito lateral izquierdo



**Figura 3.** Embrocado



**Figura 4.** Campos quirúrgicos



**Figura 5.** Evaluación de órganos



**Figura 6.** Lavado líquido abdominal



**Figura 7.** Líquido residual del lavado intraperitoneal



**Figura 8.** Sutura piel con Prolene



**Figura 9.** Cierre total del abdomen con sonda de drenaje

Después se suturo musculo oblicuo interno- musculo oblicuo externo con patrón de sutura en X para dar mayor resistencia de tensión, se sutura musculo oblicuo externo-piel para disminuir espacios muertos con el fin de prevenir la formación de seromas, empleándose sutura continua, luego se ancla el dren a la piel-musculo oblicuo externo con nudo de zapato chino; se realizó técnica de aproximación con sutura subcuticular,

se anclo cada dos puntos al musculo oblicuo externo sin hacer presión para evitar contracción del musculo. Finalmente se sutura piel con Prolene 2.0 no reabsorbible con patrón de sutura en U para afrontar y dar soporte a las suturas internas disminuyendo la tensión de estas (Figura 8). Para analgesia abdominal se administró 5 ml de Lidocaína por medio del dren y 5ml por infiltración dérmica perpendicular a la sutura. Se aplicó yodo para limpiar la sutura en piel y se colocó gazas estériles con clorhexidina en la entrada y salida del dren (Figura 9). Además, a esto en la zona inguinal se procedió a hacer limpieza, retiro de tejido desvitalizado y punto en X para cerrar piel consecuente de un hematoma.

## **POSTOPERATORIO**

Se esperó la recuperación anestésica del paciente y se realizaron monitoreos continuos de las constantes fisiológicas donde el paciente se encontró hipotenso. Se trasladó al área de hospitalización ubicándose en un canil, donde se garantizaron condiciones adecuadas que favorecieron la estabilidad y recuperación del paciente. El postoperatorio para la primera intervención quirúrgica se manejó con Enrofloxacina y Ceftriaxona como antibióticos de amplio espectro, Tramadol como analgésico, se administró por 3 días furosemida como diurético y manitol para evitar daño renal por la hipotensión, Metoclopramida para facilitar el vaciamiento gástrico y omeprazol como protector de la mucosa gástrica, Dextromin b para prevenir y eliminar los estados de anemia. A los tres días de hospitalización se ingresa a Quirófano por dehiscencia de puntos (Figura 10) y se encontró material purulento por ende se realizó lavado intraperitoneal (Figura 11), cerrando el abdomen (Figura 12), mantuvo con hipotermia por lo cual se deja con calefactor y se mantiene con: Metoclopramida, omeprazol y Dipirona Dextromin b, Tramadol, Ceftriaxona y Enrofloxacina. A los siguientes ocho días se ingresó a quirófano para lavado intraperitoneal (Figura 13), dejando la herida abierta (Figura 14 y 15) y se mantuvo con Tramadol, Dipirona, Fentanilo (CRI), se suspende Metoclopramida y se suspende la Enrofloxacina y Ceftriaxona y a cambio se administra Meropenem, al



día siguiente por exposición de vísceras el médico a cargo realiza 3 puntos simples con Prolene para disminuir el tamaño de la herida utilizando Propofol como anestésico (Figura 16). Finalmente, a los 3 días siguientes, el paciente ingresa a quirófano se realiza último lavado intraperitoneal (Figura 17), se cierra finalmente el abdomen (Figura 18) y se mantiene con: Dipirona, Domsyn recomendado para el dolor e inflamación de origen no infeccioso en este caso aplicado sobre las venas cefálicas realizando masajes y Meropenem. A los 5 días se administró Enterogermina por 9 días, Dipirona solo cuando se presentaba fiebre, Tramadol y Meropenem completando 17 días de administración. Para evaluar el efecto de los antibióticos se realizó citología del líquido peritoneal el cual inicialmente salió con una elevada carga de bacterias y finalmente la última citología evidenció la ausencia de estas por lo que se suspendió el Meropenem. También se manejó Dopamina cuando nuestro paciente se encontraba hipotenso, por ello se monitoreaba constantemente.

Respecto a los paraclínicos el día que ingreso el paciente se le realizó un hemograma en el cual se evidenció neutrofilia con desviación a la izquierda, se pudo desarrollar por el proceso inflamatorio causado por el traumatismo y por ello se inició un proceso infeccioso, los neutrófilos tienen como función la fagocitosis de las bacterias, por esta razón su aumento, además se presentó anemia regenerativa con una trombocitopenia pudo deberse a una hemorragia o el proceso infeccioso. A los dos días y a la semana siguiente se le realizó nuevamente un hemograma con una bioquímica sanguínea en el cual se evidenció leve anemia regenerativa con una trombocitopenia en los cuales después de transfusión primero se aumentó alcanzando el rango mínimo y luego disminuye un 10% el hematocrito, también obtuvo un BUN elevado el cual pudo deberse por la hemorragia, el proceso infeccioso; quince días después se le realizó nuevamente un hemograma en el cual disminuyen los valores aumentando la anemia anemia regenerativa c por lo cual se le administro ácido fólico.

El paciente se mantuvo con fluidoterapia a dosis de 70 ml/kg/día con 1gota/6 seg y Lacrivet-A una gota cada ojo, utilizado para evitar resequedad corneal hasta los 21 días postoperatorios. Respecto a la antisepsia de las heridas desde la primera intervención quirúrgica se manejó gasa estéril con clorhexidina y se aplicó Furacin que es medicamento bactericida de uso tópico en la herida abdominal y miel en la herida de la zona inguinal, hasta su recuperación. A los 29 días postoperatorio se administró Lactulosa por 5 días para eliminar el estreñimiento. El paciente se mantuvo todos los días con dieta líquida. Finalmente se da de alta a los 34 días postoperatorio.



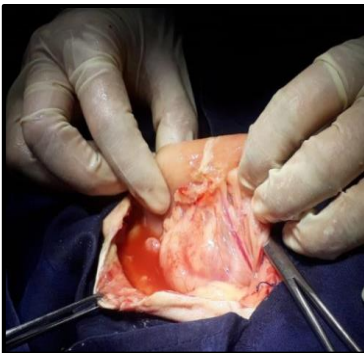
**Figura 10.** Segunda intervención, dehiscencia de puntos



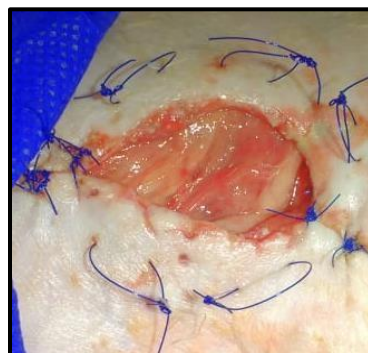
**Figura 11.** Recolección material purulento cavidad abdominal



**Figura 12.** Segundo cierre abdominal



**Figura 13.** Tercer lavado intraperitoneal



**Figura 14.** Herida abierta abdominal



**Figura 15.** Herida abierta con suturas en argollas



**Figura 16.** Reducción de herida con tres puntos simples



**Figura 17.** Recolección liquido peritoneal y ultimo lavado



**Figura 18.** Cierre final del abdomen

## DISCUSIÓN

En este caso no hay una técnica específica que describa como abordar una hernia traumática, según la Fossum (2009) solo indica las medidas para abordar una hernia, pero no como tal una hernia traumática, en estos casos se utilizó la anatomía para poder identificar las estructuras que componen la pared abdominal y por medio de destrezas del médico cirujano, se pudo llevar un buen procedimiento. En Brasil se reportó un caso de Herniorrafia paracostal laparoscópica en un perro debido a un trauma automovilístico, según la técnica utilizada como la laparoscopia permite un abordaje en heridas de menor tamaño y se puede utilizar como un recurso de diagnóstico, ya que proporciona al cirujano un campo detallado a través de ampliación de la imagen, lo que permite la localización y con el tiempo, la corrección de defectos de la musculatura. Según el artículo reporta que el abordaje quirúrgico más común para la Herniorrafia traumática abdominal es laparotomía línea media o laparoscopia (Trindade, 2013). Se sabe por la literatura que accidentes de tráfico o contusiones son la principal causa de Toracoabdominal conduce a ruptura de las paredes de estas cavidades musculares (Smeak, 2007).

Otro procedimiento utilizado en correcciones de hernias es el uso de malla de polipropileno, la cicatriz que resulta forma una nueva capa permanente de tejido que reemplaza el tejido faltante o refuerza el tejido débil a la hora de reparación (Gutiérrez, 2006). En mallas implantadas sobre el plano aponeurótico, se hace mayor incorporación tisular y mayor resistencia tensil, lo que resulta en un mejor anclaje a la pared abdominal (Bianchi et al, 2013). Aunque estas mallas están más expuestas a la contaminación por los gérmenes de la piel del paciente, por lo que es el plano de mayor prevalencia de infección quirúrgica como principal complicación. Sin embargo, también es cierto que, en estas situaciones, la infección se controla bien con medidas locales sin que sea necesario la retirada de la malla, por lo que es más seguro ubicar la malla en un plano profundo que en uno superficial (Ortiz et al.2007). Para el caso de nuestro paciente se pensó en la aplicación de

malla de polipropileno, pero no se llevó a cabo debido al proceso de peritonitis y además por costos.

Técnicas más avanzadas sugieren la utilización de membranas biológicas para la reconstrucción de tejidos, tal es el caso del uso de centro frénico del equino conservado en glicerina al 98%, que se ha desarrollado en gatos y perros en Brasil (Contesini y Wallau, 2003). Principalmente en hernias incisionales traumáticas, y han sido valoradas por un tiempo de 8 meses mostrando excelentes resultados y ausencia de complicaciones (Tobías-Machado et al, 2005).

Las complicaciones que tuvo nuestro paciente fueron: Abertura de porción caudal de la herida a los dos días de la cirugía, debido a la debilidad de la piel ya que se retiró tejido muerto que presentaba alrededor, por ende, esta zona al no tener una buena irrigación no presenta buena resistencia a la tensión.

El paciente presentaba un drenaje en la cavidad peritoneal el cual tenía varias fenestraciones lo que impidió hacer un buen lavado abdominal, debido a ello estos líquidos se acumularon en la cavidad e hizo que el proceso de peritonitis identificado inicialmente se agravará, esto corroborado al momento de realizar un segundo procedimiento quirúrgico donde al incidir nuevamente en la cavidad peritoneal se evidencio presencia de exudado purulento y por el proceso inflamatorio se evidencio acúmulos de fibrina lo que se define como Seromas. Además, el paciente presentó edema en el miembro posterior izquierdo que se extendió a la base del pene, testículos, región perineal, debido a la acumulación de líquido en la cavidad peritoneal posterior a los lavados realizados, de acuerdo a ello, presento secreciones constantes en la herida que esta medial en el miembro posterior izquierdo.

Durante el segundo procedimiento quirúrgico el paciente presentó reflujo de color café con olor ofensivo, se sospecha que fue debido a que el animal se había alimentado en horas de la mañana, debido a esto el animal estuvo expuesto a presentar una broncoaspiración. Posteriormente se procedió a realizar una tercera

intervención en la cual se decidió dejar la cavidad abdominal abierta para facilitar los lavados. Pero dos días después presentó exposición de vísceras debido a que no se quedaba quieto. Por esta razón se realizó una cuarta y última intervención quirúrgica en la cual se procedió a suturar por completo la herida de la cavidad peritoneal y las paredes musculares, realizándose una reconstrucción muscular. Otra complicación no menos importante es la presentación de Anemia debido a la disminución de la hemoglobina en sangre por el traumatismo que presentó el paciente, afectando un transporte óptimo de oxígeno, aumenta la morbilidad post quirúrgica, disminuyendo la respuesta del tejido afectado a la lesión, además de la capacidad de autorregular la temperatura, debido a que hay un proceso infeccioso e inflamatorio en la cavidad peritoneal se presentó fiebre localizada. Debido al proceso de hemoglobina bajo se procedió a realizar transfusión sanguínea, posterior a ello se presentó taquicardia el cual se estabilizó luego de aplicar lidocaína intravenosa, aumento del peristaltismo con producción de heces blandas, coloración rosada e inflamación de la zona periorbital del ojo como reacción anafiláctica.

### **CONCLUSIONES**

Concluimos que la corrección de hernia abdominal traumática fue satisfactoria ya que permitió la visualización de las estructuras abdominales, la eliminación de la peritonitis. Se puede considerar, dependiendo de la situación clínica del paciente, la alternativa de una técnica abierta convencional para el tratamiento de las hernias abdominales en caninos. Es importante conocer los diferentes tipos de hernias, su ubicación, órganos posiblemente afectados, si es falsa o traumática; para así poder orientar nuestros diagnósticos, como también para realizar el procedimiento quirúrgico adecuado. Es necesario conocer los riesgos que tiene cada tipo de hernia y sus complicaciones para así poder responder mejor ante cualquier eventualidad producida por el tratamiento realizado en el paciente. Además identificar y conocer los diferentes tratamientos de las hernias, permite orientar a los dueños, presentando y discutiendo las condiciones de los pacientes en un futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agarwal BB, Agarwal KA, Mahajan KC. Prospective double-blind randomized controlled study comparing heavy- and lightweight polypropylene mesh in totally extraperitoneal repair of inguinal hernia: early results. *Surg Endosc.* 2009 Feb;23(2):242-7. DOI: 10.1007/s00464-008-0188-2.
2. Bianchi P, Santos F, Gouvêa A, Mombach V, Torelly L, Contesini E. Evisceração por acidente automobilístico em cão da raça pitbull. *Revista de Ciências Agroveterinárias.* Lages, 2013; v.13, n. supl., p.65-66
3. Das J, Kar SN, Das BC. Ventral hernia and its management in a Pup. *Indian J Canine Pract.* 2017; 9(2): 157-159.
4. Contesini E y Wallau J. Hernioplastia abdominal com implante de centro frênico heterólogo em felino. Relato de caso. *Arq.cien.vet.zool. UNIPAR.* 2003; 6(2): p 145-148.
5. Fossum, T.W. Cirugía pequeños animales. 2009. p: 322- 325.
6. Gutiérrez Jaime. Herniorrafia preperitoneal anterior abierta con malla en una capa. *Revista Colombiana de Cirugía.* 2007; 22(2), 109-115. Retrieved July 29, 2023, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2011-75822007000200006&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-75822007000200006&lng=en&tlng=es).
7. Niwas R, Arora N.K, & Mathew R. Surgical management of traumatic abdominal hernia in a pup. *Explor Anim Med Res,* Vol.8, Issue - 2, 2018, p. 202-204.
8. Lenot B, Bellenot F, Regnard JF, et al. Les ruptures du diaphragme de revelation tardive. In *Annales de chirurgie.* 1990; 44(2):157-160.
9. Moreno-Egea, A. Gírela, E. Parlorio, E. Aguayo-Albasini, J.L. Controversias en el manejo actual de las hernias traumáticas de pared abdominal. *Cir.Esp.* 2007; v.82, p.260-267.
10. Soldá SC. Laparoscopy in abdominal trauma. *Rev Col Bras Cir.* 2002; 29:49-53.
11. Tobias-Machado M, Rincon FJ, Lasmar MT, Zambon JP, Juliano RV, Wroclawski ER. Laparoscopic surgery for treatment of incisional lumbar hernia. *Int Braz J Urol.* 2005 Jul-Aug;31(4):309-14. DOI: 10.1590/s1677-55382005000400003.
12. Trindade A, Basso P, Gonçalves M, Lima G, Gerardi G, Beck C, Contesini E, Brun M. Laparoscopic paracostal herniorrhaphy in a dog: case report. *rev Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2013; v.65, n.6, p.1641-1646.
13. Ortiz G, Flores E, Urquidi S, Pérez G, Villca R, Zapata A, Zenteno C, Zevallos T. *SciELO. Gac Med Bol.* 2007; v.30 n.1 Cochabamba.
14. Shaw SR, Rozanski EA, Rush JE. Traumatic body wall herniation in 36 dog and cats. *J Am Vet Med Assoc.* 2003; 39(1): 35-46.
15. Unlu E, Temizoz O, Cagli B. Acquired spontaneous intercostal abdominal hernia: Case report and comprehensive review of the world literature. *Australas Radiol.* 2007; v.51, p.163-167.