

KAHUN

Revista Científica

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Oct. 2025

Vol. 2

ISSN 3028-6697



Directivos

Consejo Superior

Luis Javier Giraldo Múnera – Presidente
Alejandro Olaya Dávila – Miembro externo
María Juliana Araujo Oñate – Miembro externo
Oscar Manco López – Miembro externo
Carlos Eugenio Solarte Portilla – Miembro externo
Javier Pérez Montenegro – Decano miembro del Consejo
Yuranis Del Carmen De La Hoz Pantoja – Representante de los profesores
Andrés Felipe Márquez Acosta – Representante de los estudiantes
Hans Diederichs Quirós –Representante de los egresados

Rector y Representante Legal

Fernando José Restrepo Escobar

Vicerrector Académico

Javier Daza Lesmes

Vicerrectora Financiera y Administrativa

María Fernanda Juliao Ferreira

Vicerrector de Desarrollo Estratégico

Yezid Orlando Pérez Alemán

Secretario General

Alejandro Suárez Parada

Director de Docencia y Gestión de Profesores

Fernando Locano Botero

Directora de Investigación y Extensión

Margarita Cárdenas Poveda

Decano Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Javier Norberto Perez Montenegro



Comité Editorial

Área Ciencias Animales y Ambientales

Giovana Rodríguez Caro

Zootecnista., Especialista en Nutrición y Alimentación Animal. MSc en Ciencias Agrarias, (c) PhD Ciencias Animales. Docente Investigador Tiempo Completo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Sede Bogotá

Deivis Suárez Rivero

Ingeniero Agrónomo de la Universidad Agraria de La Habana, con Maestría en Biología Vegetal y énfasis en Biología Vegetal de la Universidad de La Habana; Doctor en Ciencias Naturales para el Desarrollo de la Universidad Nacional de Costa Rica

Área Medicina Veterinaria

Angelica Maria Castellanos Sánchez

VMD., MSc. PhD. FUSM Docente Investigador Tiempo Completo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Sede Cali

Shirley Andrea Florez Rodriguez

Medica Veterinaria y Zootecnista. MSc en Reproducción Animal Universidad de São Paulo, Brasil. Maestría en Reproducción Animal. Universidad de São Paulo, Brasil.

Comité Científico

Carlos Alberto Martínez Niño

Zootecnista UNAL, MSc en producción animal con énfasis en genética cuantitativa. Master of Statistics. PhD en genética-estadística.

Rodrigo Morchón Garcia

Licenciado en Ciencias Biológicas y Doctor en Biología por la Universidad de Salamanca. Profesor Titular del Área de Parasitología y responsable del grupo de investigación Enfermedades Zoonóticas y Una Sola Salud de la Universidad de Salamanca. Vice-presidente de la European Society of Dirofilariosis and Angiostrongylosis, y miembro colaborador de instituciones y grupos de investigación en España, Italia, Grecia, Serbia, Colombia, México y miembro de la American Heartworm Society.

Jesus Albeto Cardozo

Medico Veterinario y Zootecnista, MSc en Zootecnia Producción y Nutrición Rumiantes) de la Universidad Estadual de Maringá, Brasil, Doctorado en Zootecnia (Producción y Nutrición Rumiantes) de la Universidad Estadual de Maringá, Brasil

Paola Daniela Torres Salas

Medico Veterinario Zootecnista, Esp Clinica Medica de pequeños Animales UBA, MSc, (Est) PhD.

KAHUN

Número de volumen: 2

Periodicidad: Anual

Formato: Digital

ISSN: 3028-6697

Año: 2025

Actualización de Cubierta

Juan Daniel Velandia De La Cruz

Diagramación

Wilman Alejandro Suarez Sierra

Juan Daniel Velandia De La Cruz

URL de la publicación

Las opiniones y contenidos reflejados en los artículos de esta publicación no necesariamente reflejan la posición de la Fundación Universitaria San Martín por lo que son responsabilidad exclusiva de los autores que aportaron su conocimiento para el desarrollo de esta edición.

Dirección de Investigación y Extensión

Carrera 18 # 80-75

Bogotá D.C., Colombia.

PBX: 4322671

Correo electrónico de la revista:

revistaveterinaria@sanmartin.edu.co

CONTENIDO

KAHUM
Vol. 2

1

Sección 1: Carta Editorial

Formación en las ciencias veterinarias y zootécnicas bajo el concepto de una sola salud

6

2

Sección 2: Artículos Originales de Investigación

Bienestar animal y producción de gallinas ponedoras Lohmann Brown Classic en sistemas de piso y jaula

8

Prevalencia de leucemia felina e inmunodeficiencia felina en la ciudad de Barranquilla 2023-1

17

3

Sección 3: Artículos de Casos Clínicos

Toxemia de la preñez en ovinos: revisión de un caso clínico

35

Abordaje y tratamiento del paciente dermópata mediante un formato de atención dermatológica en una clínica veterinaria en Chía, Cundinamarca

47

4

Sección 4: Artículos de Revisión

Utilidad del uroanálisis en el diagnóstico de enfermedades renales y extrarrenales

63

Los peces como indicadores biológicos

70

Abordaje correcto para el diagnóstico del hipotiroidismo canino

80

Carta Editorial: Formación en las ciencias veterinarias y zootécnicas bajo el concepto de una sola salud

Javier Pérez Montenegro

Líder grupo de investigación PROSAVEZ, Decano Nacional de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Fundación Universitaria San Martín
E-mail: javier.perez@sanmartin.edu.co.

Una sola salud es un concepto interdisciplinar, que interconecta la salud humana, animal y de los ecosistemas, con el fin de promover elementos que fortalezcan la salud integral entre estos diferentes actores involucrados. Cada vez podemos identificar que el concepto de una sola salud se fortalece por la creciente preocupación para evitar situaciones como las zoonosis, antropozoonosis, resistencia bacteriana, cambio climático y la pérdida de la biodiversidad. En este sentido se ha observado que existen áreas que juegan un papel fundamental para poder integrar de manera holística este modelo, en ellas se involucran las profesiones de las ciencias de la salud como medicina y enfermería, profesiones que enfocan la integralidad de los ecosistemas como la biología y la ecología y las profesiones que enfocan la salud y producción animal como es la medicina veterinaria y la zootecnia.

En la formación con base en el concepto de una sola salud se han identificado competencias genéricas que permiten fortalecer de manera transversal a las diferentes disciplinas o áreas que se involucran, como es la habilidad de comunicación, trabajo colaborativo y resiliente, comprensión de sistemas, valores y actitudes, transdisciplinariedad, equidad social, cultural y de género, aprendizaje colectivo y práctica reflexiva.

Para el caso de la formación en las ciencias veterinarias y zootécnicas, las competencias específicas del área de la salud y producción animal están enfocadas en el fortalecimiento de los siguientes elementos: control y vigilancia epidemiológica, resistencia antimicrobiana, bienestar animal, observación del comportamiento animal, seguridad alimentaria, terapia asistida con animales y salud mental, respuesta a emergencias y desastres, salud pública y comunitaria, vigilancia de la salud animal y sustentabilidad.

Una sola salud debe ser un elemento integrador en los diferentes niveles de formación de las ciencias veterinarias y zootécnicas, es por esto que no solo aplica a profesionales sino también a programas técnicos, tecnológicos, posgrado y de formación para el trabajo, no es posible pensar en la transformación y el cuidado de la salud a todo nivel si no todos los actores que de alguna manera u otra están involucrados no están apropiando los elementos y además no se fortalecen las competencias específicas del saber.

A manera de conclusión, si realmente queremos una transformación en la formación en las ciencias veterinarias y zootécnicas con el enfoque en una sola salud para realmente apropiarse la salud y bienestar de los diferentes actores se deben tener en cuenta los siguientes elementos: primero, involucrar todos los niveles de formación, segundo establecer perfiles de egreso que incluyan el concepto de una sola salud, tercero se deben enfocar esfuerzos en el desarrollo de las competencias genéricas y específicas y por último se deben involucrar estrategias pedagógicas y didácticas que lleven a los estudiantes al entendimiento de las problemáticas de tal forma que entienda el contexto real y aplicación del concepto para aportar a la salud del planeta.

Referencias

1. Gibbons, J., Williams, R., & Lorenagan, G. (2025). Texas Tech University School of Veterinary Medicine One Health Sciences: Engaging the future. *One Health*, 21.
2. Tucker, C., et al. (2024). The intersection of interprofessional education and One Health: A qualitative study in human and veterinary medical institutions. *One Health*, 19.

A blue-tinted photograph of two researchers in a laboratory. They are wearing white lab coats, hairnets, and face masks. The researcher on the left is holding a small animal skull, while the researcher on the right is looking at a large anatomical model of a ribcage. A book titled 'DICCIONARIO VETERINARIO' is visible in the bottom left corner.

2.

**ARTÍCULOS ORIGINALES
DE INVESTIGACIÓN**

Bienestar animal y producción de gallinas ponedoras Lohmann Brown Classic en sistemas de piso y jaula

Animal welfare and production of Lohmann Brown Classic laying hens in floor and cage systems

Angela Viviana. Moreno-Zamudio

MVZ, Esp, MSc Universidad de los Llanos.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2665-9553>.

Jorge Luis Parra-Arango

DMV, MSc. Maestría en Sistemas Sostenibles de Salud-Producción Animal Tropical, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio (Meta),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5270-4259>

Autor de correspondencia: angela.moreno.zamudio@unillanos.edu.co.

Resumen

La industria avícola de producción de huevo en Colombia es fundamental para la economía y la seguridad alimentaria, ya que proporciona un producto con alto valor nutricional, de fácil digestibilidad, versátil y con un costo inferior comparado con otras proteínas de origen animal. Los objetivos de este estudio fueron analizar indicadores de bienestar animal asociados a la salud física y comportamentales, producción y calidad del huevo en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown Classic bajo sistemas de producción en piso y en jaula. Se comparó la producción y calidad de los huevos en cada grupo experimental. Este estudio se realizó en una granja avícola en el departamento de Boyacá, con una latitud 5.3181300 N y longitud -73,4876120 y a una altitud de 2389 msnm, utilizando 328 gallinas, divididas en dos grupos experimentales de 164 aves; alojadas en sistemas de producción en piso y en jaula. Se empleó un diseño completo al azar de medidas repetidas desde la semana 17 hasta la 27 de edad, con evaluaciones diarias y semanales de salud física y comportamental, peso corporal, consumo de alimento y producción de huevo. Se utilizó el software IBM-SPSS. Peso y postura semanal, peso del huevo, huevos por 100 aves-semana, crecimiento de las aves, clasificación de la postura, proteína y grasa producida para el consumo, durante el monitoreo de las semanas 17 a 27 fueron significativamente superiores en el sistema productivo de aves en piso.

Palabras clave: bienestar; gallinas ponedoras; evaluación comparativa; productividad; sistemas de producción.

Abstract

The poultry egg production industry in Colombia is essential for the economy and food security, as it provides a product with high nutritional value, easy digestibility, versatility, and a lower cost compared to other proteins of animal origin. The objectives of this study were to analyze animal welfare indicators associated with physical and behavioral health, egg production and quality in laying hens of the Lohmann Brown Classic line under floor and cage production systems. Egg production and quality were compared in each experimental group. This study was carried out in a poultry farm in the department of Boyacá, with a latitude of 5.3181300 N and longitude of -73.4876120 and at an altitude of 2389 m above sea level, using 328 hens, divided into two experimental groups of 164 birds; housed in floor and cage production systems. A complete randomized repeated measures design was used from 17 to 27 weeks of age, with daily and weekly assessments of physical and behavioral health, body weight, feed intake, and egg production. IBM-SPSS software was used. Weekly weight and laying, egg weight, eggs per 100 birds-week, bird growth, laying classification, protein and fat produced for consumption, during monitoring from weeks 17 to 27 were significantly higher in the floor-based poultry production system.

Keywords: welfare; laying hens; benchmarking; productivity; production systems.

Introducción

La industria avícola enfrenta el reto de equilibrar la eficiencia productiva y el bienestar animal, un tema relevante para productores, consumidores y reguladores (Bessei, 2006). Especialmente, los sistemas de producción de gallinas ponedoras como los de la línea Lohmann Brown Classic, han sido muy analizados por su alta productividad y adaptabilidad (Pronavicola, 2020).

El huevo de gallina comercial es uno de los alimentos más consumidos por la población colombiana, ya que es la proteína de origen animal con alto valor nutricional más económica. El consumo per cápita anual en el 2023 fue de 323 unidades, reflejando un incremento del 2,5 % en comparación al año 2022. (FENAVI, 2024). Se calcula que la producción del huevo en 2023 creció 3,8 % al pasar de 16.250 millones de unidades a 16.854 millones en comparación con el 2022.

La producción debe realizarse de acuerdo con los requisitos establecidos en el manual de condiciones de bienestar animal para aves de corral, establecidos por el MADR en la Resolución 000253 de 2020 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

En los sistemas de producción en jaula, las gallinas experimentan un espacio reducido que limita su movimiento y la expresión de comportamientos naturales, lo que representa un compromiso en su bienestar (Appleby et al., 2004). La falta de actividad en estos entornos puede derivar en problemas de salud, como la pérdida de masa ósea, y alteraciones del comportamiento que afectan el bienestar de las aves (Mench & Duncan, 1999); (Tahamtani et al., 2020). Sin embargo, la producción en jaula sigue siendo de elección entre los productores debido a su rentabilidad, puesto que maximiza el uso del espacio y minimiza los costos de mantenimiento y los riesgos de enfermedades transmitidas por contacto con el suelo, lo que puede redundar en beneficios económicos (Lay et al., 2010).

Los sistemas de producción en piso permiten una mayor libertad de movimiento y la manifestación de comportamientos naturales, como escarbar, explotar el entorno, darse baños de tierra y el vuelo corto. Lo que se traduce en mejoras significativas en indicadores de bienestar animal (Duncan, 2001). No obstante, estos sistemas también presentan retos específicos. Las gallinas en piso suelen estar expuestas a una mayor cantidad de patógenos debido al contacto con la cama, lo que puede incrementar la incidencia de enfermedades y requerir controles sanitarios más estrictos y costosos (Jones et al., 2005).

Los objetivos de esta investigación están orientados a establecer diferencias significativas en indicadores de salud física y comportamentales, productivos (número de huevos, peso del huevo, peso postura semana, peso de las aves, consumo y residuo de alimento). Y así mismo valorar la producción de huevos en función del número de unidades obtenidas en las aves de línea genética Lohmann Brown Classic alojadas en el sistema de jaula y piso desde la semana 17 hasta la semana 27.

Adicionalmente, se pretende comparar la calidad y cantidad de la producción de huevo en ambos sistemas, un aspecto clave para la rentabilidad de la producción

avícola.

Materiales y métodos

Ubicación

El proyecto se llevó a cabo en el departamento de Boyacá, Municipio de Turmequé, vereda Centro, Granja Avícola Biosegura, latitud 5.3181300 N y longitud -73,4876120 y a una altitud de 2389 msnm. Las condiciones medioambientales de la zona incluyen un rango de temperatura entre 7° a 19 °C, con una precipitación anual de 350 mm y una humedad relativa media anual estimada en 62 %.

Diseño y modelo

Se realizó un diseño completo al azar de medidas repetidas en el tiempo, longitudinal prospectivo, de la semana 17 de edad hasta la semana 27, que corresponde a un modelo mixto generalizado. Se diseñaron dos tratamientos: uno de aves en jaula y otro de aves en piso. El tamaño de la muestra se determinó para dos proporciones independientes por Epidat 4.2. Las unidades experimentales fueron 328 aves de la línea genética Lohmann Brown Classic, las cuales contaban con esquema de vacunación de acuerdo con las características sanitarias de la zona. Adicionalmente, del lote del cual provenían había sido muestreado para enfermedades de control oficial y declaración obligatoria (Influenza, Newcastle, Bronquitis infecciosa, Laringotraqueitis y Salmonella), cuyos resultados fueron negativos. Del total de aves, se asignaron al azar 164 unidades experimentales por tratamiento. La asignación y disposición de las aves a los tratamientos y de las aves del tratamiento jaula a las jaulas, 4 aves por jaula, se hizo al azar en la semana 17 de edad.

El monitoreo de indicadores de salud física, comportamentales y productivos se hizo entre la semana 17 a 27 de edad. La semana 27 y última del experimento, estuvo incompleta y no se tuvo en cuenta, pero sí para recuento y clasificación de huevo y peso de las aves. El estudio se realizó en el mismo galpón en el cual las aves estuvieron alojadas en la etapa de levante, este se acondicionó para cada sistema productivo. Las aves de piso se alojaron en un área de 28 m² para 7 aves por m² y 4 m² para comederos tipo tolva, bebederos automáticos y nidos dobles para 180 aves. Para el sistema de producción en jaula, se empleó una batería de 48 jaulas de 38 cm alto, 50 cm ancho, y 45 cm de profundidad con capacidad para 4 animales por jaula. Cada jaula tenía un bebedero automático de niple y un comedero tipo canal de 50 cm de largo, 10 cm de ancho y 15 cm de alto. El suministro de alimento se realizó diariamente de acuerdo con las sugerencias de la casa genética según la edad y etapa productiva del ave. El suministro de agua potable fue continuo a voluntad.

El proyecto de investigación contó con el aval del Comité de Ética de la Universidad de los Llanos, acta 003 del 18 de mayo de 2023.

Se llevó a cabo un registro diario y semanal de información durante un período de 10 semanas, recopilando datos sobre salud física, comportamentales y de producción.

Evaluación de indicadores de salud física y comportamentales

Diariamente, se evaluó la salud física y comportamentales a través de la observación directa para detectar movimientos repetitivos de cabeza, saltos (desespero), picoteo repetido de bebederos, aves picadas en cabeza o cloaca, cojeras, alteraciones respiratorias, digestivas o nerviosas. En la evaluación semanal por observación e inspección física se evaluó: calidad del plumaje, cambios en el color y pérdida de pluma, afectaciones en integridad física y estado de las patas, en donde estas fueron inspeccionadas para detectar lesiones o alteraciones que dificulten el andar.

Alimentación (consumo y residuo)

Diariamente, en horas de la mañana se pesaron y suministraron los gramos (g) de alimento por ave por tratamiento de acuerdo con las recomendaciones de la casa genética de la línea Lohmann Brown Classic de acuerdo con la semana de vida. En horas de la tarde se realizó el pesaje de residuo de alimento diario. Al finalizar el día, se recogieron y pesaron los gramos (g) de alimento no consumidos por las aves en cada uno de los sistemas de producción. Los datos fueron registrados en el respectivo formato con fecha y hora en que se realizó la actividad.

Peso corporal

El pesaje corporal se realizó en las 164 aves por tratamiento al inicio y al final del estudio. El pesaje fue realizado de forma individual en báscula Salter® calibrada. Adicionalmente, se realizó pesaje corporal semanal aleatorio a 33 aves por tratamiento (20 %) entre las semanas 17 a 27 de edad.

Producción

Se realizaron 5 colectas diarias de huevos, 3 en la mañana y 2 en la tarde. Se tomó la siguiente información por tratamiento: Número de huevos por día, peso del huevo (g), peso postura semana (g), clasificación de huevos (C, B, A, AA, AAA, Jumbo), de acuerdo con Norma Técnica Colombiana (NTC) 1240. Esta actividad se realizó desde el inicio de la postura en la semana 19 hasta la semana 27.

Temperatura-humedad

Se tomó registro diario de temperatura y de humedad, dentro del galpón a las 7:00 a.m. y a las 4:00 p.m. Los datos tomados son los mismos para los dos sistemas productivos, ya que el experimento se realizó en el mismo galpón. También se determinó el índice de temperatura-humedad (ITH)..

Calidad nutricional de los huevos

Se destinaron 12 huevos frescos por cada sistema de producción, jaula y piso, en las semanas 21, 23, 25 y 27 debidamente empacados en cubetas de cartón nuevas y rotuladas. Las muestras fueron remitidas al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia, en donde por cada tratamiento se hizo un homogenizado con los 12 huevos recibidos para hacer una muestra compuesta, la cual fue sometida a proceso de secado en estufa de convección a 40 °C por 24 horas. A partir de la muestra seca se realizaron las determinaciones de grasa, cenizas y proteínas.

La humedad se realizó por un método gravimétrico de secado en horno de convección forzada hasta peso seco, basado en el método AOAC 934.06. La humedad se determinó por la relación entre el peso perdido y el peso inicial de la muestra y se expresó como % m/m (g/100 g de muestra). La grasa se determinó con la técnica de Mojonnier basada en el método AOAC 925.32. El contenido de cenizas se realizó por método gravimétrico de calcinación en mufla (cenizas por vía seca) basado en el método AOAC 900.02. El contenido de proteínas se realizó por la técnica de Kjeldahl para determinación de nitrógeno (N) de acuerdo con el método AOAC 920.176. El cálculo del contenido proteína se realizó empleando la multiplicación entre el contenido de nitrógeno y el factor 6 y se expresó como % m/m en base seca (g/100 g de muestra seca). Todos los contenidos se hicieron y expresaron en materia seca.

Análisis estadístico

Se aplicó un modelo mixto de medidas repetidas, que consiste en un análisis clásico de varianza de una vía para los tratamientos considerados como efectos intersujetos y un análisis multivariado (intrasujetos) de las medidas repetidas, semana a semana, cada medida repetida es una nueva variable.

Los modelos de medidas repetidas requieren que las diferencias entre cada dos niveles del factor repetido sean iguales. La prueba de esfericidad de Mauchly contrasta la hipótesis de que las medidas semanales repetidas tienen varianzas homogéneas, H_0 (Esfericidad), o la hipótesis alterna H_1 de ser varianzas heterogéneas (No esfericidad). Bandera-Fernández y Pérez-Peña (2018).

Las variables: postura semanal, peso del huevo, peso postura semana, peso de las aves, consumo de alimento y residuo, no presentaron varianzas homogéneas, prueba de esfericidad "W de Mauchly" ($p < 0,01$) requiriéndose una prueba Greenhouse-Geisser. En contraste la temperatura y la humedad relativa presentaron varianzas homogéneas (esfericidad) ($p > 0,05$) aplicando un análisis de varianza clásico o de esfericidad asumida.

El análisis multivariado intrasujetos, pesajes repetidos, presenta las siguientes hipótesis estadísticas:

H_0 : las medias de las diferentes repeticiones son iguales.

H_1 : las medias de las repeticiones son significativamente diferentes.

El análisis univariado intersujetos, presenta las siguientes hipótesis estadísticas:

H_0 : las medias de los tratamientos son iguales.

H_1 : Las medias de los tratamientos son diferentes.

El software empleado fue IBM-SPSS 26 y Epidat 4.2.

A las variables de bienestar: movimientos repetitivos de cabeza, saltos (desespero), picoteo repetido de bebederos, cojeras, síntomas respiratorios, síntomas digestivos, síntomas nerviosos, aves picadas en cabeza, aves picadas en cloaca, pérdida de pluma, cambios color plumaje, huevos en fàr-fara, mortalidad. Se calculó la tasa de incidencia, que mide casos nuevos. Se basa, en la velocidad a la cual se presentan los eventos durante el periodo de monitoreo, así:

1. Tasa de evento X: no eventos X período/aves-tiempo

La medida de aves-tiempo, parte de la sumatoria de los días en que cada ave estuvo en el estudio, aves-día, pueden expresarse como aves-semana; aves-año. La comparación de tasas de incidencia entre tratamientos se efectuó con prueba exacta o de aproximación normal con Epidat 4.2

También se calcularon las tasas de mortalidad y postura semanal:

- Tasa mortalidad = número de muertos en periodo / aves-semana
- Tasa de postura semana: número de huevos semana / aves-semana

El análisis de clasificación de los huevos se hizo por proporciones y el cálculo de los intervalos de confianza de las proporciones se hizo por el método de Wilson (R. Newcombe and C. Merino, 2006). La comparación de proporciones independientes se hizo por prueba de Z para proporciones independientes entre tratamientos, por nivel de clasificación. Epidat 4.2

El análisis de calidad nutricional de los huevos, para materia seca, humedad, proteína, grasa, cenizas, se hizo con un análisis de varianza de una vía, de los componentes en función de los tratamientos y no se emplearon medidas repetidas ya que cada tratamiento tenía una observación por semana.

El software empleado fue IBM-SPSS 26 y Epidat 4.2.

Resultados

Peso de las aves por semana

Se encontraron diferencias significativas en el peso de las aves por semana ($p < 0,01$) y también en la interacción del tratamiento con la semana de pesaje ($p < 0,01$).

El peso inicial y final para aves en piso, semana 17 y 27, fue 1343,3 g y 2002,5 g respectivamente con una ganancia de 659,1 g y para las aves en jaula de 1372,1 g y 1921,2 g con una ganancia de 549,1 g. Las aves de jaula presentaron una pérdida de peso en las dos primeras semanas de enjaulado, en contraste con las aves en piso que ganaron peso durante 5 semanas (de la 21 a la 25). Después de dos semanas de ganancia de peso, el peso de las aves en jaula presentó una meseta donde ganaron en promedio de 25,4 g, mientras para el mismo período las aves en piso ganaron 129,6 g. Entre las semanas 18 a 26 el peso de las aves en piso fue significativamente superior ($p < 0,001$) al de las aves en jaula (**Figura 1**).

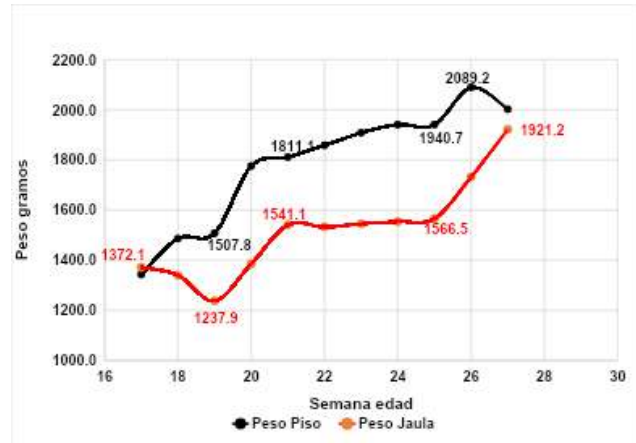


Figura 1: Comparación de la dinámica del peso de las aves en jaula y piso de la semana 17 a 27 de edad.

Fuente: elaboración propia

Peso del huevo por semana

Se presentaron diferencias significativas ($p < 0,001$) en el peso del huevo por semana y también en la interacción del tratamiento con la semana ($p < 0,001$). El 95,9 % de la variación en el peso del huevo estuvo explicado por la semana de postura. Se encontraron diferencias significativas entre las semanas de postura a excepción de la semana 22 en donde el peso promedio fue igual entre los tratamientos. La media del peso del huevo en jaula (49,6 g) fue significativamente inferior ($p < 0,001$) al peso del huevo en piso (50,6), el tratamiento explicó en un 40,2 % la variación en el peso semanal de huevo.

En las semanas 19, 23, 24, 25 y 26 el peso promedio del huevo en el sistema de producción en piso fue superior al sistema de producción en jaula, en las semanas iniciales de postura, 20 y 21 el peso promedio del huevo fue significativamente superior en jaula. El huevo en jaula incrementó su peso hasta la semana 24 y de ahí hasta la semana 26 presentó un peso similar, mientras el huevo en piso mantuvo el incremento del peso hasta la semana 26 (**Figura 2**).



Figura 2: Peso promedio de huevo por semana para aves en jaula y piso.

Fuente: elaboración propia.

Postura semanal

Se encontraron diferencias significativas en la postura por semana ($p < 0,001$) y en la interacción del tratamiento con la semana de postura ($p < 0,001$). El 99,3 % de la variación en la postura semanal estuvo explicado por la semana de postura. La producción semanal de huevos fue significativamente superior desde la semana 20 hasta la semana 26 para las aves en piso en relación con las aves en jaula. Para la semana 21 la postura semanal en piso fue de 34 huevos mientras que en jaula fue de 10 huevos; sobre la semana 23 se presenta la mayor brecha entre tratamientos 123 unidades en piso y 33 huevos en siendo 3,7 veces mayor la postura en piso. La curva de la postura en piso fue logarítmica mientras la de postura en jaula fue exponencial. La media de postura semanal en piso, 89 huevos, duplicó la media de postura en jaula de 44 huevos ($p < 0,001$) (Figura 3).

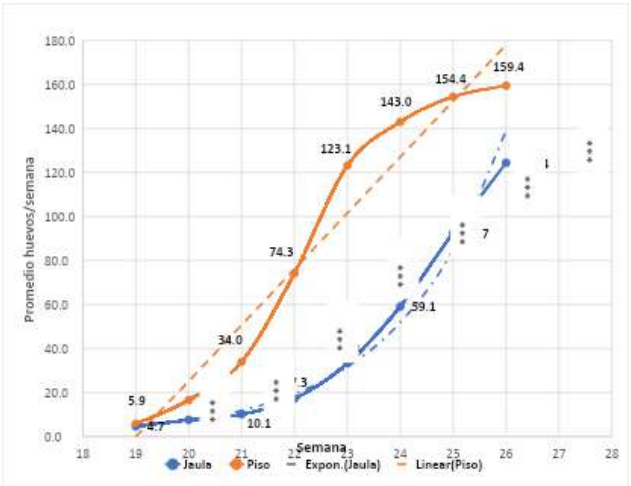


Figura 3. Dinámica de postura semanal para aves en jaula y piso.

Fuente: elaboración propia.

Tasa de postura semanal

En la semana 19, la tasa de postura fue de 2,9 huevos por cada 100 aves-semana en jaula y 3,6 huevos por cada 100 aves-semana en piso, sin diferencias. A partir de la semana 21 las tasas de postura fueron significativamente superiores para las aves en piso. En la semana 23 se presenta una tasa de postura de 75,3 huevos/100 aves-semana en piso comparado con 20,3 huevos/100 ave-semana en jaula, siendo 3,7 veces mayor la tasa de postura en aves en piso comparado con jaula. En la semana 26, la tasa de postura llegó 97,8 huevos/100 aves-semana en piso y 75,9 huevos/100 aves semana en jaula. notándose una ligera recuperación en la tasa de postura semanal en jaula en comparación con el piso. La tasa de postura no presentó diferencias entre tratamientos para las semanas 19 y 20 pero si para las semanas 21 a 26, donde la tasa fue significativamente superior para las aves en piso en relación con las aves en jaula (Figura 4).

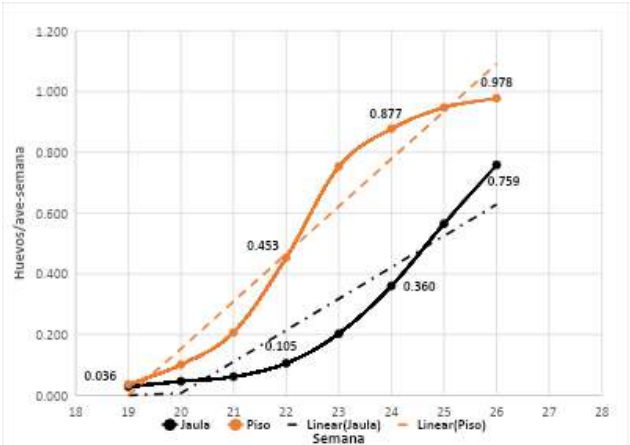


Figura 4: Tasa de postura por tratamientos, semanas 19 a 26 de edad.

Fuente: elaboración propia.

Clasificación de los huevos por peso

El porcentaje de postura de los huevos tipo B, A, AA, AAA y Jumbo fue significativamente superior en las aves en piso, la proporción de los huevos tipo C fue significativamente superior en jaula (Tabla 1).

Se obtuvieron en total 8,623 unidades, del total fueron 5,615 huevos de las aves en piso y 3,008 de las aves en jaula (semanas 18 a 27). Siendo la producción en piso 1,9 veces superior, con una diferencia de 2,607 huevos más en piso que en jaula ($p < 0,001$).

Tabla 1: Frecuencia y distribución porcentual del tipo de huevo por tratamiento (semana 18 a 27)

Clasificación	Huevos en jaula	% en jaula	Huevos en piso	% en piso	Estadístico Z*	Sig.
C	129	99,23	1	0,77	15,876	0,000
B	1174	37,02	1997	62,98	-20,669	0,000
A	1633	35,18	3009	64,82	-28,561	0,000
AA	67	11,28	527	88,72	-26,690	0,000
AAA	4	10,00	36	90,00	-7,155	0,000
Jumbo	1	2,17	45	97,83	-9,175	0,000
Total	3008	34,88	5615	65,12	-39,703	0,000

Porcentaje por fila. Estadístico Z para proporciones por fila. Sig: Significancia.

Fuente: elaboración propia.

Calidad nutricional de los huevos

La Tabla 2 presenta los promedios, desviación estándar intervalo de confianza de la media por tratamiento de los componentes nutricionales del huevo fresco. No hubo diferencias significativas entre las concentraciones de proteína, grasa y cenizas del huevo fresco entre los grupos experimentales de jaula y piso.

Tabla 2: Promedios, intervalos de confianza y significancia entre tratamientos, para concentraciones de proteína, grasa y ceniza en huevo fresco

Componente	Tratamiento	Media g/100 g huevo	Desv. Estándar	IC 95 % media		F	Sig.
				Límite inferior	Límite superior		
g proteína /100 g de huevo	Jaula	13,43	0,299	12,96	13,91	0,270	0,622
	Piso	13,34	0,173	13,07	13,62		
	Total	13,39	0,232	13,19	13,58		
g de grasa /100 g de huevo	Jaula	6,06	1,735	3,30	8,82	0,000	0,977
	Piso	6,06	1,509	3,66	8,46		
	Total	6,06	1,505	4,80	7,32		
g de ceniza /100 g de huevo	Jaula	0,95	0,015	0,92	0,97	1,494	0,267
	Piso	0,92	0,042	0,85	0,99		
	Total	0,93	0,033	0,91	0,96		
Humedad g/100 g de huevo	Jaula	72,58	1,050	70,91	74,25	0,034	0,859
	Piso	72,72	1,047	71,05	74,38		
	Total	72,65	0,974	71,83	73,46		
Materia seca g/100 g de huevo	Jaula	27,42	1,050	25,75	29,09	0,034	0,859
	Piso	27,29	1,047	25,62	28,95		
	Total	27,35	0,974	26,54	28,17		

Sig: significancia.

Fuente: elaboración propia.

Se presentaron diferencias significativas en el total de gramos de huevo sin cáscara, para piso 269.959 g y para jaula 140.774 g, siendo para piso 1,91 veces superior con una diferencia de 128,185 g. Se produjeron 36.121,1 g de proteína en piso y 18.779,3 g en jaula, siendo para piso 1,92 veces superior en piso con una diferencia de 17.341,8 g. Los gramos de grasa producidos fueron 16.298,9 g para huevos en piso y 8.530,9 g, para huevos en jaula siendo para piso 1,91 veces superior con una diferencia de 7.768,0 g. Los gramos de ceniza producidos para huevos de piso 2.474,4 g y para huevos de jaula 1.337,4 g, siendo para piso 1,85 veces superior con una diferencia de 1137,1 g (**Tabla 3**).

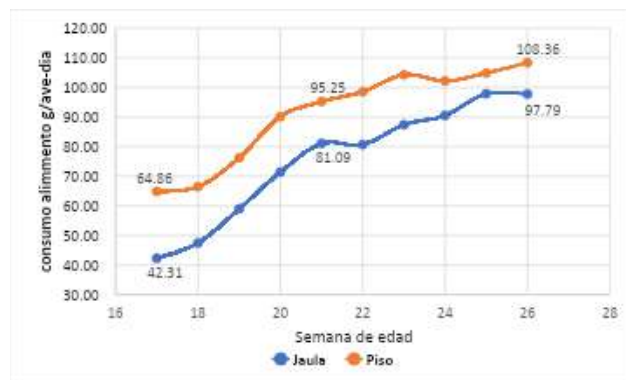
Tabla 3: Gramos de proteína, grasa y ceniza producidos de la semana 18 a 27 en huevos frescos de jaula y piso

Tratamiento	Número huevos	Peso promedio huevos sin cáscara g	Gramos de huevo sin cáscara (6 g)	Proteína total producida g	Grasa total producida g	Cenizas total producida g
Huevos piso	5615	47,9	268.959	35.879,1	16.298,9	2.474,4
Huevos jaula	3008	46,8	140.774	18.906,0	8.530,9	1.337,4
Total	8623	47,4	409.733	54.900,4	24.829,8	3.811,8

Fuente: elaboración propia.

Consumo de alimento entre la semana 17 a la 26

La media general de consumo de alimento semanal fue de 83,3 g. El consumo en piso 91,1 g fue 1,2 veces superior que el consumo en jaula, que fue de 75,6 g, con una diferencia de 16 g. El consumo fue progresivo de 42,3 g en jaula en la semana 17 a 97,8 g en la semana 26. El consumo en piso pasó de 64,9 g a 108,4 g. El consumo de alimento de las aves en piso fue significativamente superior, desde la semana 17 hasta la semana 24 en comparación con las aves en jaula. Solo hasta la semana 25 fue similar entre tratamientos, pero a la semana 26 volvió a ser significativamente superior en las aves en piso (**Figura 5**).

**Gráfico 5:** Consumo alimento, por ave-día por semana por tratamiento.

Fuente: elaboración propia.

Residuo de alimento

La media general del residuo de alimento semanal fue de 11,9 g. El residuo en jaula 19,7 g, fue 4,8 veces superior que el residuo en piso que fue de 4,1 g, con una diferencia de 15,6 g. Se encontraron diferencias significativas entre las semanas de residuo de alimento entre los tratamientos, siendo superior en aves de jaula que, en piso, a excepción de la semana 25 en donde el residuo de alimento fue igual. A partir de la semana 24 disminuyó el residuo de alimento en las aves de jaula, lo que indica que estaban respondiendo al tratamiento y al proceso de adaptación.

Correlación entre las variables productivas en función del consumo de alimento

Para las aves en jaula, el consumo de alimento por ave-día, se correlacionó con la postura semanal, peso del huevo, huevos/ave-semana y peso de las aves, en 0,84; 0,98; 0,84 y 0,85 respectivamente, para las mismas variables el coeficiente de determinación fue 0,70; 0,97; 0,70 y 0,72 respectivamente. Para las aves en piso el consumo de alimento se correlacionó con la postura semanal, peso del huevo, huevos/ave-semana en 0,89; 0,78; 0,89 y 0,98 respectivamente, para las mismas variables el coeficiente de determinación fue 0,81; 0,61; 0,79 y 0,96 respectivamente. El consumo explicó el mayor valor de las variables productivas en ambos tratamientos.

Temperatura y humedad relativa

La temperatura media general diaria fue de 17,7 °C, la media de la mañana 18,1 °C y de la tarde fue de 17,2 °C, con una diferencia de 0,9 °C entre jornadas. No se presentaron diferencias significativas entre la temperatura de la mañana y de la tarde con excepción de las semanas 22 y 23, donde la temperatura de la mañana fue significativamente superior. La humedad relativa general fue 55,7 % la media de la mañana fue 53,4 % y de la tarde 58,1 %. No se presentaron diferencias significativas en la humedad relativa entre la mañana y tarde, con excepción de las semanas 19 y 21 que fue significativamente superior en la tarde.

Indicadores de salud física y comportamentales

Para obtener las tasas de los indicadores de salud física y comportamentales, se calculó la variable animal-tiempo, que es el denominador de las tasas y corresponde a la sumatoria de los días que cada ave estuvo en el experimento

en las semanas 19 a 26 (**Tabla 4**).

Tabla 4. Animal-tiempo para sistema de producción en jaula y piso

Tratamiento	Aves - día	Aves - semana	Aves - año
Piso	9160	1309	25,10
Jaula	9184	1312	25,16

Fuente: elaboración propia.

Las aves-día no fueron iguales, porque en el tratamiento en piso murió un animal en la semana 23. Cuando las tasas presentan, la ausencia de eventos, para hacer los cálculos se agrega 1 a cada tratamiento:

- Tasa de mortalidad en piso = $2/1309$ aves-semana = 0,15 /100 aves-semana
- Tasa de mortalidad en jaula $1/1312$ aves-semana = 0,076/100 aves semana
- Contraste bilateral p: 0,624
- Tasa de huevos en fáfara en piso = $1/1309$ aves-semana = 0,076/100 aves semana
- Tasa de huevos en fáfara en Jaula = $2/1312$ aves-semana = 0,15/100 aves semana
- Contraste bilateral p: 0,626

No se encontraron diferencias en la tasa de mortalidad y la tasa de huevos en fáfara entre los tratamientos.

No se observó evento en las aves en jaula y en piso para: movimientos repetitivos de cabeza, saltos (desespero), picoteo repetido de bebederos, cojeras, síntomas respiratorios, síntomas digestivos, síntomas nerviosos, aves picadas en cabeza, aves picadas en cloaca, pérdida de pluma, cambios color plumaje. Para hacer el cálculo de las tasas y la comparación de estas, se adicionó un caso por tratamiento, (Epidat 4.2), como se ilustra a continuación.

- Tasa de evento X en piso = $1/1309$ aves-semana = 0,076/100 aves-semana
- Tasa de evento X en jaula = $1/1312$ aves-semana = 0,076/100 aves-semana
- Contraste bilateral p: 0,999

No se encontraron diferencias entre tratamientos para las tasas de los indicadores de bienestar, previamente relacionados.

Discusión

Respecto a la postura semanal, el análisis mostró una postura promedio significativamente mayor en el sistema de piso (88,8 huevos) en comparación con el sistema de jaula (43,7 huevos). Estos hallazgos coinciden con los estudios de Duncan (2001) y Lay et al. (2010), quienes identificaron que el comportamiento natural y la menor incidencia de estrés en sistemas de piso promueven una mayor productividad.

El peso promedio de los huevos fue ligeramente superior en el sistema de piso (50,6 g) frente al sistema de jaula (49,6 g). Estos resultados pueden atribuirse a un mejor balance entre el consumo alimenticio y el menor nivel de estrés en el sistema de piso, como lo plantea Mench y Duncan (1999). Sin embargo, el aumento temporal en el peso de los huevos en jaula durante las semanas 20 y 21, antes de estabilizarse, podría estar relacionado con una adaptación inicial al manejo intensivo, como se describe en Medina (2016).

El peso de la postura semanal en el sistema de piso (4757,8 g) duplicó al del sistema de jaula (2283,9 g). Este resultado resalta la influencia del entorno en el rendimiento productivo total, apoyando las conclusiones de Villanueva-Sánchez et al. (2020) sobre la importancia del espacio y el enriquecimiento ambiental.

La tasa de postura semanal fue significativamente superior en el sistema de piso, con una tendencia ascendente sostenida desde la semana 19 hasta la 26. Este patrón confirma los beneficios de permitir comportamientos naturales y minimizar el estrés, factores destacados en los estudios de Estrada (2008) y Cardozo (2024). Por el contrario, el sistema de jaula, aunque más eficiente en el uso del espacio, mostró limitaciones inherentes que afectaron tanto el bienestar como la tasa de postura.

La proporción de huevos clasificados como b, A, AA, AAA y jumbo fue superior en el sistema de piso, solo los huevos clasificados como c fueron superiores en el sistema de jaula. Esto se alinea con las observaciones de Bonilla et al. (2022), quienes destacaron que las condiciones ambientales más naturales y enriquecidas en el sistema de piso promueven una mejor calidad en términos de tamaño y peso de los huevos.

Los huevos de sistemas de producción en piso y en jaula no presentaron diferencias significativas en la concentración de componentes nutricionales, resaltando las altas concentraciones de proteína. Esto puede explicarse por la conservación de las concentraciones de nutrientes, como una expresión del componente reproductivo de las aves. Factores que favorecen la eficiencia metabólica y la calidad del huevo, como sugieren Medina (2016) y Tahamtani et al. (2020).

En cuanto al peso promedio de las aves, éste fue mayor en el sistema de piso con un promedio de 100 g en comparación con el sistema de jaula. Esto puede relacionarse con la idea de que las aves en sistemas de piso, al tener mayor libertad de movimiento y menos estrés, logran una mejor conversión alimenticia y un balance metabólico más favorable (Estrada, 2008).

En términos dinámicos, el peso de las aves en jaula mostró fluctuaciones más marcadas, probablemente debido a las condiciones restrictivas y al estrés, mientras que, en el sistema de piso, el peso aumentó de manera sostenida a lo largo del período de estudio. Estas observaciones están alineadas con las investigaciones de Duncan (2001) y Peric et al. (2016), quienes destacaron que un entorno más enriquecido no solo favorece el bienestar, sino que también mejora parámetros fisiológicos como el peso corporal.

El consumo de alimento promedio por ave fue superior en el sistema de piso en comparación con el sistema de jaula. Este resultado está alineado con las observaciones de Peric et al. (2016), quienes documentaron que las aves en siste-

mas más abiertos tienden a consumir más alimento debido a su mayor actividad física.

En ambos sistemas, se encontró una correlación positiva entre el consumo de alimento y la producción de huevo, así como entre el consumo y el peso de las aves. Sin embargo, la correlación fue mayor en el sistema de piso, lo que sugiere que, en este entorno, un mayor consumo de alimento se traduce de manera más eficiente en productividad y ganancia de peso.

Estos hallazgos coinciden con las conclusiones de Lay et al. (2010), quienes destacaron que la libertad de movimiento y la capacidad de expresar comportamientos naturales mejoran la conversión alimenticia. En contraste, en el sistema de jaula, aunque el consumo es más controlado, las restricciones físicas y el estrés pueden limitar la eficiencia en la transformación del alimento en peso y producción.

La producción semanal en piso aumentó durante las primeras semanas de postura, en comparación con jaula. Esta tendencia se ajusta a los estudios de Villanueva-Sánchez et al. (2020), que señalan una mejor respuesta productiva en sistemas que favorecen el bienestar, lo que es consistente con estudios que muestran que el manejo adecuado en sistemas más extensivos puede optimizar el rendimiento sin sacrificar el bienestar animal (Lay et al., 2010).

Los hallazgos son consistentes con estudios como los de Castro y Valencia (2022), que señalaron que, si bien los sistemas de piso presentan desafíos en manejo y costos, los resultados superiores en términos de producción y calidad justifican su implementación en granjas de mediana y gran escala. Por tanto, el sistema de piso emerge como una opción más rentable cuando se considera la productividad global y las exigencias del mercado.

Conclusiones

Se establecieron diferencias en salud y bienestar animal en gallinas ponedoras de la línea genética Lohmann Brown a partir de la semana 17 en sistema de producción en piso y en jaula, donde se observaron diferencias claras. Las aves alojadas en el sistema de piso mostraron una mayor expresión de comportamientos naturales como el picoteo y la exploración, lo que se asoció con menores niveles de estrés, en línea con estudios que resaltan la importancia del espacio para el bienestar emocional y la salud física de las aves. Contrariamente, se observó que las gallinas en jaulas experimentaron limitaciones en sus movimientos, presentando un mayor riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

Se comparó la producción y calidad del huevo en gallinas ponedoras de la línea genética Lohmann Brown en sistema de producción en piso y en jaula. Los resultados obtenidos revelan que la producción de huevos en el sistema de piso superó en cantidad a la del sistema en jaula, con una diferencia significativa en el número de unidades producidas.

La producción en piso mostró ventajas significativas frente al sistema en jaula en términos de peso del huevo, peso semanal de la postura y tasa de postura. La tasa de postura semanal presentó una tendencia sostenida y más alta en el sistema de piso, con un promedio de 88,8 huevos frente a 43,7 huevos en jaula, lo que evidencia una diferencia marcada entre los dos sistemas de producción.

Los resultados de la investigación demostraron que no se observaron signos de alteraciones significativas en el comportamiento y la salud animal en ninguno de los sistemas evaluados. Sin embargo, se obtuvieron mayores beneficios productivos en el sistema de producción de aves en piso.

De acuerdo con la investigación realizada, se evidenció que el Índice de Temperatura-Humedad (ITH) se mantuvo mayoritariamente en nivel de frío, esto para los dos sistemas de producción ya que este se realizó en el mismo galpón y, por lo tanto, las condiciones ambientales fueron iguales. Esto sugiere que, aunque el estrés por frío no fue un factor determinante, es importante realizar un monitoreo de este índice para ofrecer un entorno más estable frente a cambios de temperatura y humedad.

Los resultados de la investigación reflejan que la buena salud observada en los dos lotes de gallinas, tanto en piso como en jaula, se debe a la implementación de un plan profiláctico vacunal adecuado, que garantizó la protección contra enfermedades comunes en la producción avícola. Además, el suministro de agua potable de buena calidad y la provisión constante de alimento suficiente y bien balanceado, acorde a las necesidades nutricionales de la línea Lohmann Brown Classic, fueron factores clave para mantener la condición sanitaria óptima de las aves. Estas medidas, en conjunto, aseguraron un buen estado de salud, lo que se tradujo en un rendimiento productivo destacado en ambos sistemas, con mayores beneficios en el sistema de piso.

La investigación sobre el bienestar animal y la producción en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown Classic en sistemas de producción en piso y en jaula revela aspectos que impactan tanto la salud de las aves como la eficiencia económica de los sistemas avícolas.

Finalmente, los resultados se obtuvieron de dos grupos experimentales en donde para uno se cambió el sistema de alojamiento, pero las condiciones ambientales y de manejo fueron iguales. Sería importante replicar el estudio y evaluar los resultados de comportamiento, salud y productividad en aves que adicional al cambio de alojamiento, sean diferentes las condiciones de temperatura, humedad, altura, manejo, tipo de alimento, calidad de agua, entre otros.

Agradecimientos

Al equipo de trabajo de la Granja Avícola Maranto, quienes permitieron el uso del recurso animal y apoyaron continuamente con la toma de información.

Bibliografía

1. Appleby, M. C., Mench, J. A., & Hughes, B. O. (2004). *Poultry behaviour and welfare*. CABI.
2. Bandera-Fernández, E., & Pérez-Pelea, L. (2018). Los modelos lineales generalizados mixtos. Su aplicación en el mejoramiento de plantas. *Cultivos Tropicales*, 39(1), 127-133. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000100019&lng=es&tlng=es
3. Bessei, W. (2006). Welfare of broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*, 62(3), 455-466. doi:10.1017/S0043933906001085

4. Bonilla, S. K., Valencia, O. Y., & Prieto, M. Y. (2022). Revisión: evaluación del bienestar en gallinas ponedoras en Sistemas al aire libre y bajo techo en jaula. Facultad de Medicina Veterinaria. Bogotá: Universidad Antonio Nariño. Obtenido de <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/8651f9de-a454-4f3b-84df-3ae50ebc01f1/content>
5. Cardozo, J. D. (2024). Análisis comparativo entre los sistemas de piso y de jaula para la producción de huevo mediante una prueba de campo en la Finca villa luz vereda la Vega en la ciudad de Bucaramanga (Santander). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Obtenido de <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/be9acda9-e3e5-406a-b187-a09844edddbc/content>
6. Castro, H., & Valencia, M. (2022). Costos de producción de huevos: caso de estudio, granja avícola en el corregimiento Tablones – Palmira. Universidad Antonio Nariño. Obtenido de <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/ab209f14-942a-4bed-8039-d88b11e69c06/content>
7. Duncan, I. J. (2001). Animal Welfare Issues in the Poultry Industry: Is There a Lesson to Be Learned? En J. A. Serpell, & T. D. Parsons, Food Animal Husbandry and the New Millennium (págs. 207-222). Psychology Press. doi:10.4324/9781410608642-4
8. Estrada, G. E. (2008). Bienestar animal: hacia un nuevo paradigma bioético. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 3(1), 53-60. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3214/321428099007.pdf>
9. Jones, T. A., Donnelly, C. A., & Stamp Dawkins, M. (2005). Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the United Kingdom and Denmark stocked at five densities. Poultry Science, 84(8), 1155-1165. doi:<https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1155>
10. Lay, D., Fulton, R., Hester, P., Karcher, D., Kjaer, J., Mench, J., . . . Porter, R. (2010). Hen welfare in different housing systems. Poultry Science, 90(1), 278-294. doi:<https://doi.org/10.3382/ps.2010-00962>
11. Medina, B. (2016). Estrés en aves y un nuevo enfoque para su mitigación. 1a. Parte. Obtenido de Los avicultores y su entorno: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/stres_calorico/13-Nuevo_Enfoque.pdf
12. Mench, J. A., & Duncan, I. J. (1999). Poultry Welfare in North America: Opportunities and Challenges. Poultry Science, 77(12), 1763-1765. doi:10.1093/ps/77.12.1763
13. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Recuperado el 25 de octubre de 2024, de Cadena Avícola: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Avicola/Documentos/2020-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
14. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Resolución No. 0253 de 2020 por la cual se adopta el manual de condiciones de bienestar animal propias de cada una de las especies de producción del sector agropecuario. D.O. No. 51.482. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=101246>
15. Newcombe R.G & Merin C. (2006). Intervalos de confianza para la estimación de proporciones y las diferencias entre ellas interdisciplinarias. Centro Interamericano de Investigaciones Psicológicas y Ciencias Afines. Vol. 23. No 002. Pág. 141-154. Buenos Aires Argentina.
16. Peric, L., Đukić, M., & Bjedov, S. (2016). Effect of Production Systems on Quality and Chemical Composition of Table Eggs. Contemporary Agriculture, 65(3-4), 27-31. doi:10.1515/contagri-2016-0014
17. PRONAVICOLA. (2020). Lohmann Brown – Clásico. Guía de manejo Lohmann Breeders. Obtenido de <https://pronavicola.com/manuales/LB2020.pdf>
18. Tahamtani, F. M., Pedersen, I. J., & Riber, A. B. (2020). Effects of environmental complexity on welfare indicators of fast-growing broiler chickens. Poultry Science, 99(1), 21-29. doi:10.3382/ps/pez510
19. Villanueva-Sánchez, O., Carrillo-Domínguez, S., Chavira-Ramírez, R., Martínez-Marcial, M., Miranda-de-la-Lama, G., & Ávila-González, E. (2020). Evaluación del bienestar animal de gallinas ponedoras Bovans White alojadas en piso. Abanico veterinario, 10(5). doi:<https://doi.org/10.21929/abavet2020.5>

Prevalencia de leucemia felina e inmunodeficiencia felina en la ciudad de Barranquilla 2023-1

Prevalence of feline leukemia virus and feline immunodeficiency virus in Barranquilla, Colombia, 2023-1

Sebastián David Delgado Mojica

Estudiante de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Fundación Universitaria San Martín, sede Puerto Colombia, Barranquilla (Colombia).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8152-1419>.

Zacarías de Jesús Poveda Yaber

Estudiante de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Fundación Universitaria San Martín, sede Puerto Colombia, Barranquilla (Colombia).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9484-1646>.

José Luis Díaz Gómez

Médico veterinario zootecnista, epidemiólogo docente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Fundación Universitaria San Martín, sede Puerto Colombia, Barranquilla (Colombia).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7373-1179>.

Deibys José López Cañizares

Médico veterinario zootecnista, especialista en Alimentación Alternativa para Animales de Granja, magíster en Producción Animal y Director del Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Fundación Universitaria San Martín, sede Puerto Colombia, Barranquilla (Colombia).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3812-7085>.

Autor de correspondencia: luis.diaz@sanmartin.edu.co.

Resumen

Esta investigación analiza detalladamente la prevalencia del virus de leucemia felina (FeLV) y el virus de inmunodeficiencia felina (FIV) en Barranquilla (Atlántico) durante el año 2023. Estos retrovirus representan un riesgo para la población barranquillera, debido a su impacto en la inmunosupresión, de la cual se derivan múltiples patologías secundarias. Este análisis es una evidencia más del incremento de las enfermedades infecciosas en gatos, asociado a la falta de información, el uso inadecuado de pruebas diagnósticas y un verdadero déficit en el diseño de medidas preventivas vinculadas a la tenencia responsable de mascotas. Este estudio determina la prevalencia de estas enfermedades en los gatos de la ciudad mediante el uso de técnicas serológicas altamente sensibles y específicas. El diseño metodológico incluyó pruebas diagnósticas y empleó el programa EPIINFO V7 para el análisis epidemiológico. De esta manera, se evidencia que la transmisión del virus FeLV ocurre principalmente mediante la saliva y el contacto inmediato entre seres infectados y sanos, mientras que el FIV se propaga por las mordeduras de los felinos o acciones agresivas. Con base en la discusión del estudio, es prioritario implementar estrategias sanitarias para promover la concientización en la comunidad y el manejo adecuado cuando se presenten estos tipos de virus en la población felina. Igualmente, se requiere asistencia de profesionales veterinarios para optimizar las estrategias científicas contra estas enfermedades.

Abstract

This research primarily provides a detailed analysis of the prevalence of feline leukemia virus (FeLV) and feline immunodeficiency virus (FIV) in Barranquilla, Atlántico, during the year 2023. These retroviruses pose a serious threat to the feline population in Barranquilla due to their impact on immunosuppression, which in turn leads to the development of various secondary pathologies. This analysis adds to the growing body of evidence regarding

the spread of infectious diseases in cats. The root of this issue lies in the lack of information about feline health, the improper use of diagnostic tests, and a significant deficiency in the design and implementation of preventive measures related to responsible pet ownership. In light of this situation, the research focuses on determining the prevalence of these diseases in the city's feline population through the use of highly sensitive and specific serological techniques. Regarding the methodological design, the study incorporated diagnostic testing and utilized the EPIINFO V7 software for epidemiological analysis. The results indicate that FeLV is primarily transmitted through saliva and direct contact between infected and healthy cats, whereas FIV is spread through bites or other aggressive behaviors among felines. Considering the discussion presented in this study, it is essential to highlight the need for public health strategies aimed at raising community awareness and promoting proper management when these types of viruses are present in the feline population. Additionally, the involvement of veterinary professionals is crucial to improving scientific strategies for the prevention and control of these diseases.

Introducción

Los retrovirus son una amenaza para la población animal; en particular, para los hogares con felinos cuyas madres carecieron de control sanitario adecuado por parte de especialistas. Entre los retrovirus de este grupo destacan el virus de leucemia felina (FeLV) y el virus de inmunodeficiencia felina (FIV), ya que impactan de forma directa el nivel de calidad de vida de los gatos al activar procesos infecciosos con consecuencias clínicas extremadamente destructivas (Rincón Mora, 2021).

Aunque diversos estudios han evidenciado la presencia de estos virus en la ciudad de Barranquilla, la información sobre su prevalencia y los factores que causan su propagación aún es limitada. Factores como la convivencia entre felinos domésticos y callejeros, y la falta de controles profesionales, pueden estar contribuyendo a la expansión de estos retrovirus (Muñoz, 2021). Por ello, es importante implementar estrategias efectivas que generen un mejor ambiente doméstico.

Hasta cierto punto, el FeLV es más significativa que el FIV debido a la facilidad con la que se propaga. Este virus es transmitido por fluidos corporales como la saliva, la leche materna y la orina. A diferencia del FIV, es un virus altamente infeccioso contra el que casi todas las poblaciones de gatos, especialmente aquellos que comparten hogares y viven en colonias, son vulnerables. Por otro lado, el FIV es transmitido por mordeduras profundas y, en consecuencia, es asociado con gatos agresivos. A su vez, el comportamiento agresivo es común en gatos no esterilizados (Gómez, 2020).

En términos clínicos, ambos retrovirus comparten la presentación clínica inespecífica en el gato, lo que dificulta la detección temprana. Los gatos infectados por ambos patógenos pueden presentar una progresiva pérdida de peso corporal, infecciones recurrentes, linfadenopatías y desórdenes hematológicos. Por lo tanto, se requieren pruebas de diagnóstico sensibles y específicas para el manejo y la toma de decisiones terapéuticas y de aislamiento.

Otro aspecto abordado en esta investigación es la influencia del cambio climático en estas epidemias. La intensificación de fenómenos climáticos y las transformaciones ambientales favorecen la propagación de enfermedades infecciosas y modifican las interacciones entre gatos domésticos y callejeros (Rincón Mora, 2020).

Existe un aspecto que pasa desapercibido en la plan-

tación de estos virus y su impacto en la biodiversidad: debido a la poca atención a los diferentes hábitats que ocupan los animales, la prevalencia del FeLV y la FIV suelen asociarse a los gatos domésticos. La sociedad tiene esa normativa plasmada; sin embargo, esta investigación evidencia que estas afecciones también comprometen poblaciones de felinos silvestres, con gran impacto en el equilibrio ecológico. Estas epidemias amenazan diferentes zonas y crean riesgos para los ecosistemas locales donde habitan gatos ferales o en vida libre, al mermar su supervivencia y afectar el hábitat.

Asimismo, la capacidad de evolución, el amplio alcance y la resistencia de estos retrovirus generan riesgos: algo leve puede originar variantes epidemiológicas con capacidades más desarrolladas de las ya mencionadas, que cumplan con una mayor propagación o alteraciones que promuevan la resistencia a ciertos tratamientos utilizados para este tipo de enfermedades animales. De acuerdo con esto, las estrategias de control como monitoreos constantes, pruebas diagnósticas a base de las localidades bacterianas, estudios que permitan actualizar medidas de prevención y tratamiento pueden ser afectadas mediante el apogeo y propagación de los virus inmunológicos, consiguiendo así una inmunidad y dificultar las medidas de prevención hacia los conjuntos virales.

Con base en lo anterior, la presente investigación tiene como finalidad establecer la prevalencia de FeLV y FIV en felinos de Barranquilla en el año 2023. Por esto, se utilizan pruebas serológicas muy sensibles y un estudio epidemiológico a través del programa EPIINFO V7, con el objetivo de caracterizar patrones de transmisión y factores de riesgo. Es así como se identificarán los conocimientos necesarios para llevar a cabo las actualizaciones requeridas en la parte de prevención en la población felina.

El estudio adopta un enfoque cuantitativo con un diseño transversal descriptivo, lo que facilita la recopilación de datos sobre la prevalencia de estos virus en un momento específico. A través de la recolección sistemática de información sobre los hábitos de los felinos, sus condiciones de vida y el acceso a atención veterinaria, se busca obtener un panorama detallado sobre la situación actual de estas enfermedades en la ciudad.

Uno de los principales retos en el control de estos retrovirus radica en la falta de conciencia sobre la importancia de la tenencia responsable de mascotas. Muchos dueños desconocen la existencia de estas enfermedades y las medidas preventivas que pueden adoptar, como la vacunación, la esterilización y la restricción de acceso al

exterior. Además, la disponibilidad limitada de recursos veterinarios accesibles representa una barrera para la detección y el tratamiento oportuno de los gatos infectados.

En términos generales, se han implementado múltiples estrategias para reducir la prevalencia de FeLV y VIF; entre ellas, las campañas de educación sobre la importancia del diagnóstico temprano y la promoción de medidas sanitarias adecuadas. No obstante, Barranquilla, como ciudad urbana, requiere adoptar estas estrategias a la realidad socioeconómica de la población, asegurando un mayor acceso a pruebas diagnósticas y servicios altamente calificados.

El impacto de estos virus no solo afecta la salud de los felinos, también tiene implicaciones en la salud pública y el bienestar animal. La convivencia de gatos infectados con otros animales y con humanos puede aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades secundarias, lo que resalta la importancia de establecer programas de vigilancia epidemiológica y control sanitario en la comunidad.

Finalmente, este estudio busca aportar datos esenciales para una mejor comprensión de la dinámica de transmisión de estos retrovirus en Barranquilla, con el fin de implementar acciones que mitiguen su incidencia. De esta manera, constituye un punto de partida para intervenciones futuras orientadas al beneficio de la salud felina y a la concientización de la población Barranquillera sobre las enfermedades de animales domésticos. Con apoyo de las autoridades gubernamentales, el acompañamiento de las academias y las entidades de protección animal y ambiental, podrán diseñarse medidas públicas efectivas que afronten esta crisis y evitar tragedias que puedan ocasionar extinción de la raza.

Metodología

Para abordar el tema, se realizará un estudio transversal. Como marco poblacional, se tiene como referencia la población felina de la ciudad de Barranquilla para el año 2022: 86,472, según registro de vacunación contra la rabia del Ministerio de Salud. Con esta base, se estructuró el plan de edificación. Para el tamaño de muestra se tuvo en cuenta el total de la población felina en Barranquilla (Ministerio de Salud y Protección Social, 2022).

El error máximo permitido fue del 5 %, con un nivel de confianza del 95 %. Con base en estos datos, el tamaño de la muestra calculado a través del programa EPIINFO V 7 fue de 375 felinos, los cuales se seleccionarán en diferentes barrios durante jornadas de esterilización de la Alcaldía y deberán cumplir criterios de buen estado para ser operados. La recolección de datos permitirá caracterizar la población emergente y vincular teoría y práctica desde un enfoque descriptivo retrospectivo sobre la prevalencia de retrovirus. Se tomará un ml de sangre por venopunción de la vena cefálica, que será depositado en un vial y etiquetado con su respectivo número, y se llevará a refrigeración para transporte al laboratorio de la Fundación Universitaria San Martín (FUSM) para su respectivo diagnóstico por medio de los kits serológicos.

La estrategia abordada, propuesta por cuatro autores que promovieron en su momento esta técnica, se apoya en estudios transversales descriptivos para estimar la prevalencia de eventos o fenómenos en tiempo pre-

valente (Ministerio de Salud y Protección Social, 2022). Este tipo de investigación descriptiva aborda aspectos como la descripción, registro, análisis e interpretación de la población actual y la composición de procesos de los fenómenos (Manterola, 2019).

A la luz de los conceptos expuestos, la técnica transversal descriptiva resulta pertinente para el estudio de la epidemia que afecta los alrededores de la ciudad barranquillera. Ofrece un abordaje perspicaz y sistemático muy riguroso a partir de la población estudiada desde el ámbito de la salud animal hasta la resolución del problema identificado.

La recolección de datos se realizó mediante una tabla de Excel que captó, en toda la ciudad de Barranquilla, el sexo del felino, su estado frente a VIF y FeLV; además, información general como si sale de noche o de día, si sale a pasear, si cuenta con revisión médica y el estrato de residencia. Con estos datos se identificaron factores esenciales y se distinguieron las poblaciones felinas diferenciadas.

La autonomía y la individualidad orientarán el abordaje del fenómeno para la extensión de material, con el propósito de encontrar soluciones que mejoren la salud ambiental, social y cultural de las especies.

Resultados

Se presenta, en primer lugar, la caracterización de los individuos que conforman la población estudiada.

La **Figura 1** muestra la distribución de gatos según su sexo y la prevalencia de los virus de leucemia felina (VILEF) e inmunodeficiencia felina (VIF) en Barranquilla. Se observa que la cantidad de hembras 205 (54,67 %) es mayor que la de machos 170 (45,33 %) para un total de 375 (100 %). En cuanto a la presencia de los virus, se evidencia una ligera diferencia en la infección por VILEF, con 9 (4,39 %) hembras afectadas frente a 6 (3,53 %) machos.

En el caso del VIF, los machos presentan una mayor incidencia, 12 (7,06 %); en comparación con las hembras, 8 (3,90 %). Aunque ambos sexos pueden contraer los virus, los machos tienen una mayor prevalencia de VIF, lo que podría estar relacionado con comportamientos agresivos y peleas, mientras que en VILEF la diferencia es menos pronunciada.

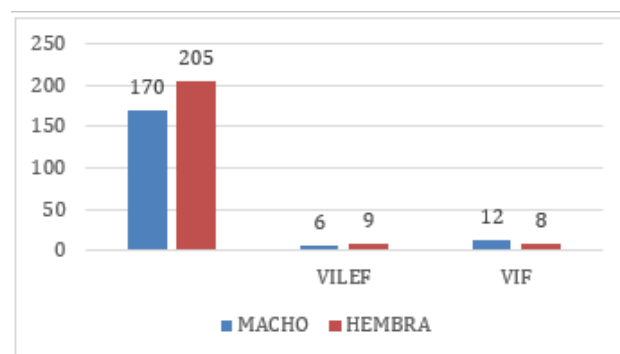


Figura 1: Sexo.

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los casos de leucemia e inmunodeficiencia, los hallazgos fueron los siguientes:

La Figura 2 representa la prevalencia de leucemia felina (VILEF) y el virus de inmunodeficiencia felina (VIF) en la población estudiada. Se observa que la gran mayoría de los gatos, 341 (90,93 %), no presentan ninguna de estas infecciones; mientras que 15 (4,00 %) felinos fueron diagnosticados con VILEF y 20 con VIF. Solo 2 (5,33 %) gatos resultaron positivos para ambos virus simultáneamente.

En cuanto a los casos de leucemia e inmunodeficiencia, los hallazgos fueron los siguientes:

La **Figura 2** representa la prevalencia de leucemia felina (VILEF) y el virus de inmunodeficiencia felina (VIF) en la población estudiada. Se observa que la gran mayoría de los gatos, 341 (90,93 %), no presentan ninguna de estas infecciones; mientras que 15 (4,00 %) felinos fueron diagnosticados con VILEF y 20 con VIF. Solo 2 (5,33 %) gatos resultaron positivos para ambos virus simultáneamente.

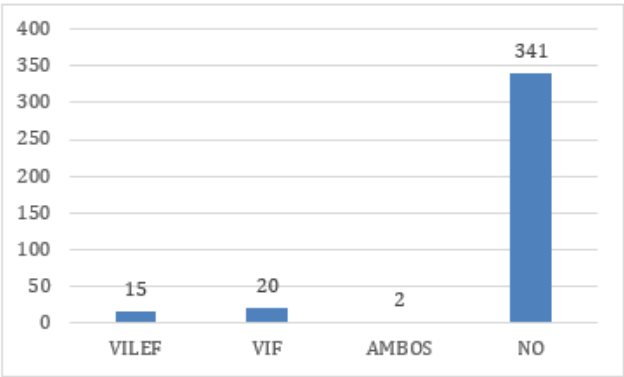


Figura 2: Leucemia e inmunodeficiencia felina.

Fuente: elaboración propia

Respecto de la salida nocturna, los resultados fueron los siguientes:

La **Figura 3** muestra la relación entre la salida nocturna de los gatos y la prevalencia de los virus VILEF y VIF. Se observa que la mayoría de los felinos no salen en la noche, 233 (62,13 %); en comparación con los que sí lo hacen, 142 (37,87 %). En cuanto a la presencia de los virus, en VILEF se registraron más casos en gatos que no salen de noche: 10 (4,29 %) frente a los que sí lo hacen, 5 (3,52 %); mientras que en VIF la diferencia es menor, con 12 (5,15 %) casos en gatos que no salen y 8 (5,63 %) en los que sí salen.

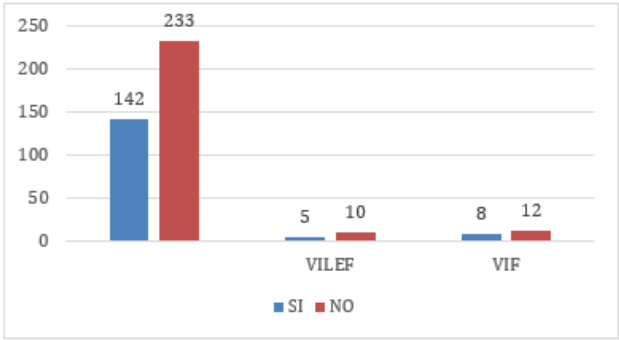


Figura 3: Salidas nocturnas.

Fuente: elaboración propia.

Respecto de la salida diurna, los resultados fueron los siguientes:

La **Figura 4** muestra la relación entre la salida diurna de los gatos y la prevalencia de los virus VILEF y VIF. Se observa que la cantidad de felinos que salen durante el día, 183 (48,80 %), es similar a la de aquellos que no lo hacen, 192 (51,20 %). En cuanto a la presencia de los virus, los casos de VILEF son mayores en gatos que no salen en el día, 12 (6,25 %), frente a los que sí salen, 3 (1,64 %). Una tendencia similar se observa en VIF, con 7 (3,65 %) casos en gatos que no salen en el día y solo 2 (1,09 %) en los que sí lo hacen.

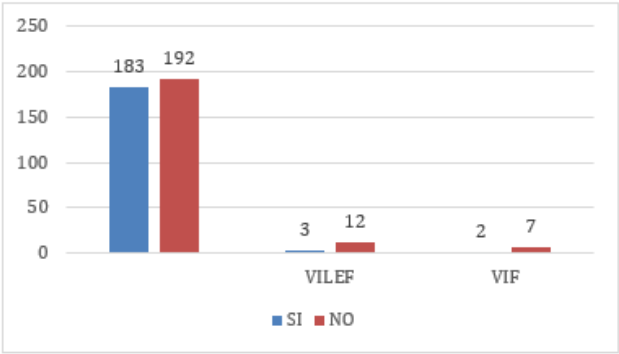


Figura 4: Salidas diurnas.

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la revisión médica del felino, los resultados fueron los siguientes:

La **Figura 5** muestra la relación entre la atención veterinaria y la prevalencia de los virus VILEF y VIF en los gatos estudiados. Se observa que la mayoría de los propietarios llevan a sus felinos al médico veterinario, 197 (52,53 %), aunque un número considerable no lo hace, 178 (47,47 %). En cuanto a la presencia de los virus, los casos de VILEF son similares en ambos grupos, con 8 (4,00 %) casos en gatos que reciben atención médica y 7 (3,93 %) en los que no la reciben.

En el caso del VIF, se observa una mayor prevalencia en los gatos que sí son llevados al veterinario, 12 (6,09 %); en comparación con los que no lo son, 8 (4,49 %). Según lo

observado, se podría inferir que los propietarios que llevan a sus mascotas al médico tienen una mayor probabilidad de detectar la enfermedad mediante pruebas diagnósticas, mientras que aquellos que no buscan atención veterinaria podrían tener casos no diagnosticados.

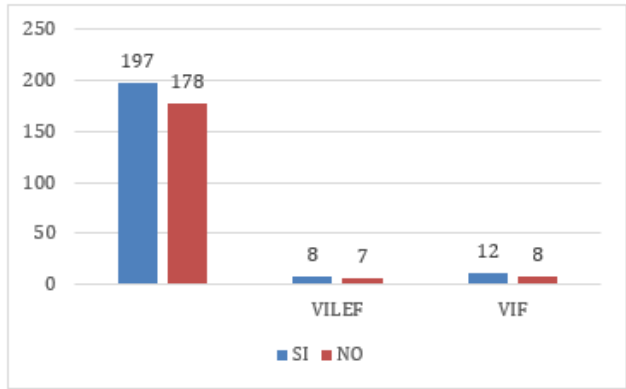


Figura 5: Revisión médica del felino.

Fuente: elaboración propia.

La **Figura 6** muestra la categoría VILEF, que es más frecuente en el estrato socioeconómico bajo (57,6 %), seguida del estrato medio (36,3 %), mientras que el estrato alto presenta la menor proporción (6,1 %). Esto sugiere que los casos de VILEF son más comunes en los grupos de menores ingresos, posiblemente debido a vulnerabilidades socioeconómicas que exacerban la exposición a estas condiciones.

En cuanto a VIF, la concentración es considerablemente mayor en el estrato bajo, representando el 87,5 % de todos los casos, mientras que el estrato medio representa solo el 12,5 % y el estrato alto no registra ningún caso (0 %). Esto sugiere que los factores relacionados con la violencia afectan desproporcionadamente a las personas de menores ingresos, lo que refuerza la investigación existente, que asocia la inestabilidad económica con un mayor riesgo de violencia doméstica y social.

La categoría AMBOS, que incluye casos que experimentan tanto VILEF como VIF, también sigue un patrón similar. El estrato bajo registra el 55 % de todos los casos, mientras que el estrato medio representa el 45 %, y el estrato alto tampoco presenta casos (0 %). Esto refleja una fuerte relación entre el nivel socioeconómico y la probabilidad de exposición a múltiples riesgos, lo que indica que las personas de los estratos más bajos enfrentan vulnerabilidades complejas.

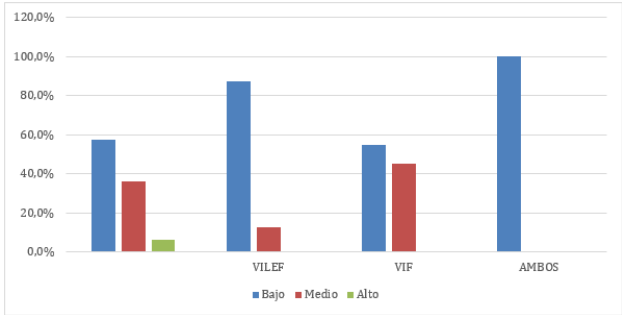


Figura 6: Estrato socioeconómico.
Fuente: elaboración propia.

Discusión

Esta investigación genera información sobre los retrovirus felinos FeLV y VIF en los distintos barrios de la ciudad de Barranquilla en el primer semestre del 2023. Entre los resultados, destaca el nivel de conocimiento sobre estas enfermedades en los felinos y su impacto en la salud pública, así como las medidas que permiten el control de la enfermedad y la prevención de esta. Para algunos autores, la prevención de estos virus está relacionada con la densidad poblacional de los gatos, las diferentes condiciones sanitarias, los cuidados especiales de las mascotas, los aspectos económicos y la aplicación de medidas de prevención de la enfermedad (Tamayo, 2013).

En cuanto al objetivo fundamental de esta investigación, se pudo identificar que la transmisión del FeLV se da primordialmente a través del contacto físico entre los mismos felinos; a diferencia del VIF, que se desarrolla a través de las mordeduras de los felinos. Esta investigación destaca hallazgos de estudios previos que indican que las conductas sociales de los gatos y su acercamiento a la comunidad es decisivo para la multiplicación de los virus causantes de estas enfermedades.

Ahora bien, desde un enfoque preventivo, se ha propuesto que las estrategias de control deben incluir la promoción de la esterilización, la vacunación sistemática y la restricción del acceso al exterior de los gatos domésticos para reducir la transmisión del VIF, cuya propagación se asocia principalmente con conductas agresivas y mordeduras en interacciones territoriales (Levy, 2017). La baja prevalencia observada en esta investigación enfatiza la importancia de generar una conciencia y un hábito de responsabilidad para que las personas realicen pruebas diagnósticas periódicas (Hartmann, 2020).

En cuanto a los métodos utilizados, las pruebas serológicas de alta sensibilidad y especificidad permitieron reconocer la presencia de los virus FeLV y VIF en los felinos estudiados. Fue necesario emplear el software EPIINFO V7, especializado en la recolección de datos, que permitió realizar el análisis epidemiológico y establecer relaciones entre la presencia de los virus y variables como el contacto con la comunidad, el sexo del felino y la frecuencia con la que los cuidadores asisten a profesionales veterinarios. Estudios han propuesto que la implementación de técnicas moleculares suplementa de manera eficaz las pruebas serológicas para la identificación y prevención de las enfermedades (L. S., 2021).

En comparación con estudios realizados en otras ciudades de Colombia y Latinoamérica, Barranquilla presenta patrones similares de casos de FeLV y VIF. Durante el estudio no se logra identificar diferencias de gran relevancia en cuanto a factores tales como el estrato socioeconómico de los cuidadores de los felinos y la existencia de dichas enfermedades. El hallazgo evidencia la necesidad de priorizar a las poblaciones más vulnerables, las cuales no tienen suficientes recursos para el acceso a los servicios veterinarios (W. M., 2019).

Los resultados identifican la necesidad de intervenir en la comunidad para generar conciencia y educación sobre la identificación, el control y la prevención de estos virus. Se establece la importancia del uso de métodos que prevengan la proliferación del virus a través de mecanismos de control como vacunas, pruebas diagnósticas y métodos de esterilización para evitar la multiplicación de los felinos, y así limitar y erradicar la propagación de los virus mencionados en la población felina de Barranquilla. Es de suma importancia la participación de las entidades gubernamentales y privadas con actividades y programas de prevención de enfermedades, así como la creación de programas de salud pública veterinaria (Mora, 2022).

Por último, este estudio genera información relevante que sirve de referente en investigaciones futuras dentro del ámbito epidemiológico veterinario. Se propone dar seguimiento a los estudios longitudinales que permitan realizar una trazabilidad y evaluar el desarrollo y la incidencia de estos virus. Por otra parte, se sugiere implementar métodos de identificación de factores de riesgos y prevención en la comunidad felina de la ciudad de Barranquilla (S. J., 2020).

Sin embargo, los resultados obtenidos sobre los casos de virus en los felinos en el presente trabajo difieren de los resultados de la investigación al analizar el enfoque para aplicar las estrategias necesarias al momento del tratamiento de estas enfermedades. Asimismo, los resultados revelaron el empleo de métodos organizados que requirieron ser renovados mediante un proyecto de capacitación veterinaria con el fin de mejorar la salud de los animales (G. C., 2020).

Aunque el estudio realizó la identificación y el control de estos virus en la ciudad de Barranquilla, persisten desafíos en los mecanismos de control para evitar la propagación de este y el comportamiento sociodemográfico en la influencia de la propagación del virus. Respecto a las estrategias de mejora, este estudio encontró que la educación y la concientización sobre las enfermedades, considerando los contextos de los propietarios, se relacionan con resultados que destacan el componente social (González, 2021).

En este caso, se emplearon mecanismos como softwares especializados y pruebas diagnósticas para la recolección y análisis de datos. Asimismo, en la estructuración del abordaje veterinario se hallaron similitudes con trabajos que proponen un uso adecuado de estas herramientas, es decir, diversas vías para construir conocimiento sobre la adopción de estos animales.

Con relación a la categoría de “conocimientos y prácticas de las familias sobre los comportamientos con sus mascotas”, se destacan similitudes con algunos estudios (Ramírez, 2024), que analizan las atribuciones de los propie-

tarios al comportamiento, la falta de información de estos virus y las limitaciones para su propagación. Estas apreciaciones coinciden con las explicaciones que en esta investigación expusieron las familias sobre las conductas de los felinos y los métodos de identificación de las enfermedades. Los propietarios atribuyen la expansión de los virus a la exposición a la comunidad, el déficit de educación y las condiciones sociodemográficas. No obstante, este estudio también permitió identificar las medidas de prevención necesarias para lograr la disminución de la propagación viral en la comunidad felina de Barranquilla.

En el análisis de estudios referidos a la intervención veterinaria en casos de enfermedades virales, el trabajo estipula la influencia de técnicas conductuales en familias barranquilleras. Los resultados de este estudio señalan los efectos positivos de la intervención profesional mediante un proyecto de intervención social por parte de las entidades gubernamentales, quienes respaldan estas situaciones que requieren acciones inmediatas. Los resultados del estudio rescatan el papel del personal capacitado en la mitigación de los comportamientos felinos. Aunque estudios anteriores valoran la función del personal capacitado en la mitigación de comportamientos felinos a través de técnicas de modificación de conducta, este trabajo se enfoca en establecer cambios conductuales basados en la prevención. Esto se logra mediante la intervención profesional con estrategias innovadoras y la educación de los parientes encargados a través del apoyo de profesionales de otras áreas.

En el mismo sentido, se encuentran estas convergencias con los estudios en los que se señalan el desconocimiento de las familias con relación al tema de la disrupción escolar y su confusión con otras problemáticas, como la de violencia escolar. La mayoría de los informantes, al igual que en el presente trabajo, establecen como causales de las enfermedades presentadas en la ciudad de Barranquilla y las características particulares de los felinos y los problemas en el contexto familiar.

En la mayoría de los estudios mencionados igualmente se destaca la necesidad de capacitación del personal primeramente en lo relacionado con el conocimiento sobre el tema de los virus y, consecuentemente, en cuanto a la adecuación hacia la educación social requerida para realizar los ajustes correspondientes en el trabajo con las familias que manifiestan malas prácticas de cuidado a sus mascotas. En este sentido, el énfasis en la capacitación de la comunidad debe realizarse mediante análisis crítico y reflexivo sobre los contextos, los componentes predictores y las derivaciones de dichos comportamientos; además, la interpretación acertada de estos propicia un ambiente de comunicación y convivencia de acuerdo con las necesidades de cada uno.

Referencias

1. Rincón Mora, G. C. (2021, enero). Aspectos epidemiológicos, clínicos y de diagnóstico del ViLeF y VIF. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*.
2. Muñoz, C. Y. (2021). Seroprevalencia del virus de inmunodeficiencia felina (VIF) y del virus de la leucemia felina (ViLeF) en gatos del centro de Risaralda. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32.
3. Gómez, P. Y. (2020). Actualización de opciones

terapéuticas en el paciente felino con VIF.

4. Rincón Mora, G. C. (2020, enero 2). Características epidemiológicas, clínicas y diagnósticas del FeLV y FIV: una revisión actualizada. *Ciencia y Agricultura. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*.
5. Ministerio de Salud y Protección Social. (2022). Consolidado de vacunación por municipio 2022 [Archivo PDF]. <https://www.minsalud.gov.co> (Nota: el enlace original apunta a una ruta local, se recomienda sustituirlo por la fuente pública si existe).
6. Manterola, C. (2019, enero). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en una investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30.
7. Tamayo, M. (2013, enero 22). Proceso de investigación científica (G. N. Editores, Ed.). LIMUSA S.A. de C.V.
8. Levy, J. (2017). Seroprevalencia del virus de la leucemia felina y del virus de la inmunodeficiencia felina en gatos de América del Norte. Pautas de la AAFP para el análisis y el tratamiento del retrovirus felino 2020.
9. Hartmann, K. (2020, agosto 26). Infección por el virus de la leucemia felina: Un enfoque práctico para el diagnóstico. Aspectos clínicos de los retrovirus felinos: Una revisión. *Viruses*, 2012(4).
10. L. S. (2021, enero). Pautas de la AAFP para la detección y el tratamiento del retrovirus felino. El papel de las pruebas diagnósticas en las infecciones retrovirales felinas.
11. W. M. (2019, mayo 31). El diagnóstico del virus de la leucemia felina (FeLV) en gatos rescatados con dueños y alojados en grupos en Australia. Detección molecular y caracterización de retrovirus felinos en gatos callejeros y domésticos: Una perspectiva global, 6.
12. Mora, M. (2022). Impacto socioeconómico en la prevalencia retroviral felina en América Latina, 7.
13. S. J. (2020). Enfoques de salud pública para controlar las infecciones por leucemia y VIF, 8.
14. G. C. (2020, enero). Pautas de la AAFP para el análisis y el tratamiento del retrovirus felino 2020. *Viruses*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31916872/>
15. González, M. Y. (2021). Control de retrovirus felinos en refugios: Estrategias y desafíos. <https://www.portalveterinaria.com/animales-de-compania/articulos/39797/como-se-lleva-a-cabo-el-control-de-los-retrovirus-felinos-en-los-refugios.html>
16. Ramírez, L. (2024, agosto 10). Virus sincitial felino: Características y relevancia clínica. Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Virus_sincitial_felino
17. Pérez, G. (2020, junio). Prevalencia del virus de la leucemia felina (ViLeF) en el sur del Valle de Aburrá, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*.
18. Ministerio de Salud y Protección Social. (2022). Coberturas de vacunación antirrábica para perros y gatos por especie, departamento y municipio [Archivo PDF]. <https://www.minsalud.gov.co> (reemplaza la ruta local por una fuente pública).



3.

**ARTÍCULOS
DE CASO CLÍNICO**

Toxemia de la preñez en ovinos: revisión de un caso clínico

Pregnancy Toxemia in Sheep: A Case Report Review

Héctor Alejandro de la Cruz Cruz

MVZ, Esp, MSc, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio 3 y 8, Unidad de Investigación Multidisciplinaria.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9262-3111>.

Rosa Isabel Higuera Piedrahíta

MV, MSc, PhD, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio 3 y 8, Unidad de Investigación Multidisciplinaria.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9231-1556>.

Gerardo Ramírez Rico

MVZ, MSc, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio 3 y 8, Unidad de Investigación Multidisciplinaria.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2546-2792>.

Cynthia González-Ruiz

MV, MSc, PhD, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio 3 y 8, Unidad de Investigación Multidisciplinaria.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8786-399X>.

Carlos Eduardo Rodríguez Molano

Zootecnista, MSc, PhD, Grupo de Investigación en Bioquímica y Nutrición animal (GIBNA). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0862-3478>.

Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz

MVZ, MSc, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio 3 y 8, Unidad de Investigación Multidisciplinaria.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4657-0159>.

Autor de correspondencia: delacruz@unam.mx

Resumen

La toxemia de la preñez es un trastorno metabólico grave de ovejas en gestación avanzada, especialmente con fetos múltiples, caracterizado por un desbalance entre la demanda energética fetal y la capacidad materna, lo que genera hipoglucemia, movilización lipídica masiva, cetosis y acidosis metabólica que puede progresar a fallo multiorgánico y muerte. El diagnóstico se basa en signos clínicos progresivos (anorexia, alteraciones neurológicas) y la medición de β -hidroxibutirato (BHB) en sangre, mientras que el tratamiento debe ser escalonado según la severidad, desde propilenglicol y soporte nutricional en etapas tempranas hasta dextrosa intravenosa, corrección de acidosis e inducción del parto en casos avanzados, siendo la prevención mediante un manejo nutricional adecuado, monitoreo metabólico e identificación ecográfica de gestaciones múltiples la estrategia más efectiva para controlar esta enfermedad.

Palabras clave: Toxemia de la preñez; Ovejas; Trastorno metabólico; β -hidroxibutirato; Cetosis; Demanda energética fetal; Manejo nutricional; Gestación múltiple; Signos clínicos.

Abstract

Pregnancy toxemia is a severe metabolic disorder affecting ewes in late gestation, particularly those carrying multiple fetuses. It is characterized by an imbalance between fetal energy demands and the maternal capacity to meet those demands, leading to hypogly-

cemia, massive lipid mobilization, ketosis, and metabolic acidosis, which may progress to multiorgan failure and death. Diagnosis is based on progressive clinical signs (such as anorexia and neurological disturbances) and the measurement of blood β -hydroxybutyrate (BHB) levels. Treatment should be staged according to the severity of the condition, ranging from oral propylene glycol and nutritional support in early stages to intravenous dextrose, correction of acidosis, and induction of parturition in advanced cases. Prevention through proper nutritional management, metabolic monitoring, and ultrasonographic identification of multiple pregnancies is the most effective strategy to control this disease.

Keywords: Pregnancy toxemia; Ewes; Metabolic disorder; β -hydroxybutyrate; Ketosis; Fetal energy demand; Nutritional management; Multiple pregnancy; Clinical signs.

Introducción

La toxemia de la preñez en ovejas, también conocida como enfermedad del cordero gemelo, es un trastorno metabólico grave que ocurre principalmente en las últimas semanas de gestación. Este trastorno se caracteriza por un desequilibrio entre la demanda de nutrientes del feto y la capacidad de la madre para suministrarlos, lo que resulta en hipoglucemia e hipercetonemia (Alon et al., 2020).

La toxemia gestacional es un trastorno del metabolismo energético y proteico que se presenta en ovejas, bovinos y cabras. Esta afección refleja un desequilibrio entre la demanda fetal de nutrientes y el aporte de nutrientes por parte de la madre, ya sea de reservas exógenas (dieta) o endógenas (tejido corporal) (Sheep and Goat Medicine, 2012). La toxemia gestacional tiene una mayor incidencia gestacional en animales prolíficos, lo que se refleja en los sinónimos de este trastorno, como la enfermedad gemelar, la enfermedad de los corderos gemelos y la enfermedad de la gestación (Simões & Margatho, 2024a). Las hembras de mayor edad con índices de condición corporal ≤ 2 (estado delgadez) o ≥ 4 (obesidad; escala de 0 a 5) se consideran más susceptibles (Wu, 2020). Esta afección es muy similar a la cetosis en el ganado vacuno y produce una lipidosis hepática grave (Dore & Smith, 2017). El objetivo de este trabajo fue revisar desde el punto de vista bioquímico y metabólico el desarrollo de la toxemia de la preñez y generar un documento actualizado de la enfermedad para consulta y actualización en campo.

Materiales y métodos

El proceso de búsqueda y selección de manuscritos fue llevado a cabo con una frecuencia semanal desde enero de 2025 hasta mayo de 2025. Para su realización se utilizaron las bases de datos Google Scholar, PubMed, Science Direct, Scopus, SpringerLink y Wiley Online Library en idioma inglés, mientras que la base de datos Scielo se utilizó para realizar las búsquedas en idioma español y portugués.

Se consideraron manuscritos publicados en los últimos diez años y sólo se tomaron libros de referencia de clínica ovina y caprina tomando en cuenta el último año de la publicación del libro. Las palabras clave que se utilizaron para llevar a cabo la búsqueda fueron: toxemia de la preñez, cetosis en ovinos, acidosis metabólica en ovinos, cetosis, bioquímica de la cetosis, fisiopatología de la cetosis. Los manuscritos fueron clasificados de acuerdo al título y al abstract para seleccionar información actualizada relevante.

Los criterios de inclusión de trabajos fueron establecidos bajo los siguientes criterios: (i) manuscritos que utilicen el

enfoque bioquímico metabólico, (ii) manuscritos realizados en ovinos y/o caprinos, (iii) manuscritos que describan la fisiopatología de la enfermedad, (iv) manuscritos que establezcan tratamientos farmacológicos actualizados y, (v) manuscritos en los que se relacione la dieta con la presentación de la enfermedad. La información fue analizada, se unificaron conceptos y se realizó una descripción detallada de la enfermedad haciendo énfasis en la etiología, el cambio en el metabolismo bioquímico, alteraciones subsecuentes en los órganos del ovino, tratamiento, prevención y control

Resultados

La toxemia de la preñez es una condición que se caracteriza por un desequilibrio en el metabolismo de carbohidratos y lípidos, lo que lleva a una serie de alteraciones fisiológicas y bioquímicas que pueden resultar en la muerte de la madre, abortos o partos prematuros (Sheep and Goat Medicine, 2012). A continuación, se describe en detalle la fisiopatología de la toxemia de la preñez (**Figura 1**).

Fisiopatología de la toxemia de la preñez

Durante las últimas etapas de la gestación, especialmente en ovejas multíparas (con múltiples fetos), la demanda de energía aumenta significativamente (Abreu-Palermo et al., 2021). Los fetos en crecimiento requieren grandes cantidades de glucosa y otros nutrientes, lo que lleva a un balance energético negativo en la madre (Silva et al., 2022). Cuando la ingesta de energía es insuficiente, el organismo de la oveja moviliza las reservas de grasa corporal (pericárdica, perirrenal y subcutánea) para compensar el déficit energético. Esto ocasiona la activación de la vía de la lipólisis y la liberación de ácidos grasos no esterificados (AGNEs) al torrente sanguíneo. Los AGNEs son transportados al hígado, donde se activa la vía de β -oxidación para producir energía (Jacobson et al., 2024). Sin embargo, cuando la cantidad de AGNEs supera la capacidad del hígado para metabolizarlos, provoca acumulación, aunado a la poca cantidad de sustrato para la glucólisis y su consecuente formación de piruvato, (precursor para la generación de oxalacetato), ocasiona que estos AGNEs se almacenen en forma de triacilglicerol, llevando a una esteatosis hepática (hígado graso) (Simões & Margatho, 2024a).

Cuando la tasa de movilización de ácidos grasos del tejido adiposo se acelera, el hígado convierte el acetil-CoA en cuerpos cetónicos a través de la vía de la cetogénesis: acetatoacetato y β -hidroxibutirato provocando una cetosis. Estos compuestos se producen rápidamente, lo que provoca altas concentraciones de protones que saturan el sistema de amortiguación ácido-base del organismo agravando este trastorno y ocasionando cetoacidosis. El hígado no puede utilizar los cuerpos cetónicos porque carece de la enzima

mitocondrial succinil-CoA:3-cetoácido-CoA transferasa, necesaria para la activación del acetoacetato a acetoacetil-CoA (Goodridge y Sul, 2000). Por lo tanto, los cuerpos cetónicos fluyen desde el hígado hacia los tejidos extrahepáticos (p. ej., el cerebro) para su uso como energía; esto evita el metabolismo de la glucosa mediante un mecanismo similar al ahorro de glucosa mediante la oxidación de ácidos grasos como combustible alternativo. Sin embargo, el organismo comienza a generar glucosa mediante la gluconeogénesis hepática (Manninen, 2004).

Finalmente, debido a la inactivación de la piruvato deshidrogenasa (por la baja concentración de insulina), la glucosa que utilizan los tejidos extraencefálicos se descompone parcialmente en piruvato y lactato, que pueden reciclarse en el hígado mediante la gluconeogénesis (Frayn y Akanji, 2003). Durante la cetoacidosis, los pulmones intentan compensar la acumulación de protones en la sangre. Como resultado, la frecuencia respiratoria aumenta, causando taquipnea, hiperemia y un aumento del volumen vascular pulmonar, eliminando CO₂ y estimulando la eliminación de cuerpos cetónicos, controlando la acidosis mediante amortiguadores de bicarbonato-ácido carbónico. Además, los macrófagos alveolares también participan en el sistema de amortiguación del pH en el sistema de intercambio pulmonar (alvéolos).

El aumento de la osmolaridad local, la hipoxia local y el aumento de CO₂ en los productos metabólicos finalmente resultan en relajación y dilatación arteriolar. Cuando se agotan las reservas de oxígeno y energía de las células, se altera el mecanismo de transporte de la membrana, se liberan enzimas lisosomales, se pierde la integridad estructural y se produce necrosis celular (Zachary, 2022). A medida que pasa el tiempo y se acumulan más componentes ácidos (cuerpos cetónicos, CO₂, H⁺) se produce congestión pulmonar, hemorragias y posible edema pulmonar, y vasculitis como efecto secundario de la acidosis.

Alteraciones en el metabolismo de carbohidratos

La glucosa es esencial para el funcionamiento del cerebro y otros tejidos. Durante la gestación, los fetos consumen gran parte de la glucosa disponible, lo que lleva a una disminución de los niveles de glucosa en sangre (hipoglucemia) en la madre. En condiciones normales, el hígado produce glucosa a partir de precursores no carbohidratos (como aminoácidos y glicerol) a través de la gluconeogénesis (Alon et al., 2020). Sin embargo, en la toxemia de la preñez, este proceso se ve comprometido debido a la sobrecarga metabólica en el hígado, lo que agrava la hipoglucemia.

Cetosis y acidosis metabólica

Cuando los AGNEs no pueden ser completamente oxidados en el hígado, se convierten en cuerpos cetónicos (acetoacetato, β-hidroxibutirato y acetona) (Xue et al., 2019). Estos compuestos son utilizados como fuente de energía alternativa, pero su acumulación excesiva lleva a la cetosis (J. Crilly et al., 2021). Los cuerpos cetónicos son ácidos, y su acumulación en la sangre puede causar una disminución del pH sanguíneo, lo que resulta en una cetoacidosis metabólica. Esta condición afecta el funcionamiento de múltiples órganos y sistemas, incluyendo el sistema nervioso central, lo que puede llevar a signos neurológicos como convulsiones, opistótonos y coma (Alon et al., 2024).

Alteraciones hepáticas

La acumulación de triglicéridos en el hígado (esteatosis hepática) es una consecuencia directa de la movilización excesiva de grasas como sustrato para la gluconeogénesis (Xue et al., 2019). El hígado aumenta de tamaño, sus bordes se hacen redondeados, todo el parénquima adquiere un color amarillento con una superficie brillante y es ligeramente friable, además de que su función se ve comprometida (Underwood et al., 2015). La sobrecarga de lípidos en el hígado puede ocasionar una hepatopatía inflamatoria y daño hepatocelular, lo que se refleja en el aumento de enzimas hepáticas como la aspartato aminotransferasa (AST) y la gamma-glutamil transferasa (GGT) (Kumar, 2024).

Alteraciones cardiovasculares y renales

La toxemia de la preñez puede causar daño cardíaco, evidenciado por el aumento de biomarcadores como la troponina I cardíaca y la creatina quinasa-MB. Esto se debe a la toxicidad de los cuerpos cetónicos y la acidosis metabólica. La acidosis y la deshidratación pueden afectar la función renal, lo que se manifiesta en cambios en los niveles de urea y creatinina en sangre ocasionando azotemia renal (Lean, 2022).

Finalmente, la muerte ocurre por fallo multiorgánico secundario a hipoglucemia severa, acidosis metabólica (por acumulación de cuerpos cetónicos) y disfunción hepática grave (esteatosis >35 %) (Simões & Margatho, 2024a). La incapacidad del hígado para metabolizar ácidos grasos movilizados genera hipercetonemia, daño cardíaco (elevación de troponina I) y desequilibrio electrolítico. En casos avanzados, la encefalopatía hipoglucémica y el colapso circulatorio son determinantes. La resistencia a la insulina y el estrés oxidativo aceleran el deterioro (Affan et al., 2022; Lean, 2022).

Signos clínicos

La toxemia de la preñez se manifiesta con signos progresivos que inician con anorexia, depresión y debilidad, evolucionando hacia alteraciones neurológicas como ceguera cortical, ataxia, postura de "mirar las estrellas" (star-gazing), temblores musculares y en etapas avanzadas, convulsiones y opistótonos (Sheep and Goat Medicine, 2012; Simões & Margatho, 2024). Es característico el olor a acetona en el aliento por la cetosis, junto con signos digestivos como atonía ruminal y estreñimiento (Tiwari et al., 2025). A medida que avanza, se observa taquipnea (por acidosis metabólica), hipotermia y finalmente, animales en decúbito lateral con alto riesgo de muerte, especialmente si hay muerte fetal intrauterina (Jacobson et al., 2024).



Figura 5: Patogenia de la toxemia de la preñez en ovejas.

Fuente: elaboración propia

La toxemia de la preñez se manifiesta con signos progresivos que inician con anorexia, depresión y debilidad, evolucionando hacia alteraciones neurológicas como ceguera cortical, ataxia, postura de “mirar las estrellas” (star-gazing), temblores musculares y, en etapas avanzadas, convulsiones y opistótonos (Sheep and Goat Medicine, 2012; Simões & Margatho, 2024). Es característico el olor a acetona en el aliento por la cetosis, junto con signos digestivos como atonía ruminal y estreñimiento (Tiwari et al., 2025). A medida que avanza, se observa taquipnea (por acidosis metabólica), hipotermia y, finalmente, decúbito lateral con alto riesgo de muerte, especialmente si hay muerte fetal intrauterina (Jacobson et al., 2024). La enfermedad se distingue de otras condiciones neurológicas por la combinación de hipoglucemia, hipercetonemia (BHBA >3 mmol/L) y su asociación con la gestación tardía (Simões & Margatho, 2024).

Tabla 4: Progresión de los signos clínicos en la toxemia de la preñez

Etapa	Signos clínicos	Observaciones
Temprana	Anorexia leve, depresión, ligera ataxia.	BHBA: 3–5 mmol/L. Tratable con intervención nutricional.
Moderada	Ceguera, star-gazing, temblores, olor a acetona.	BHBA: 5–7 mmol/L. Requiere glucosa IV y propilenglicol.
Avanzada	Decúbito, convulsiones, opistótonos, hipotermia.	BHBA: > 7 mmol/L. Pronóstico grave; inducción del parto o cesárea urgente.
Terminal	Coma, muerte fetal, fallo multiorgánico.	Mortalidad elevada incluso con tratamiento.

Fuente: elaboración propia.

La enfermedad se distingue de otras condiciones neurológicas por la combinación de hipoglucemia, hipercetonemia (BHBA >3 mmol/L) y su asociación con la gestación tardía (Simões & Margatho, 2024).

Tratamiento

Como se ha mencionado, la toxemia de la preñez es un trastorno metabólico progresivo; su evolución clínica se divide en etapas claramente diferenciadas, cada una con mecanismos fisiopatológicos y necesidades terapéuticas específicas (Tiwari et al., 2025). El tratamiento debe adaptarse a la gravedad de los signos clínicos y los parámetros metabólicos (Bayne, 2023), ya que intervenciones inadecuadas o tardías pueden acelerar la progresión hacia complicaciones irreversibles (Tabla 5).

En la etapa temprana (anorexia, cetosis moderada), el objetivo es restaurar el equilibrio energético mediante precursores glucogénicos (propilenglicol) y ajustes nutricionales, evitando así la movilización excesiva de grasas (J. Crilly et al., 2021). En la etapa moderada (signos neurológicos como ceguera o ataxia), la prioridad es corregir la hipoglucemia con dextrosa intravenosa y compensar alteraciones electrolíticas, mientras que en la etapa avanzada (decúbito, acidosis metabólica), la inducción del parto o intervenciones quirúrgicas se vuelven críticas para salvar la vida de la madre (Alon et al., 2020). Un enfoque estandarizado sin considerar estas diferencias puede resultar en fracaso terapéutico, ya que las necesidades metabólicas y riesgos varían drásticamente entre cada fase. Además, la eficacia de tratamientos como la insulina o los antiinflamatorios depende del estadio de la enfermedad (Silva et al., 2022). Por ello, el reconocimiento temprano de los signos y la aplicación de protocolos estratificados son esenciales para mejorar la supervivencia y reducir pérdidas económicas en los rebaños afectados (Bayne, 2023).

A continuación, se proponen los tratamientos indicados dependiendo de la etapa en la que se encuentre la oveja afectada.

1. Etapa temprana (signos leves: anorexia, depresión, cetosis moderada - BHB 3-5 mmol/L)

En esta fase, el tratamiento se enfoca en corregir el déficit energético y prevenir la progresión a cetosis severa. La administración oral de propilenglicol (60-100 mL cada 12 horas) es fundamental, ya que actúa como precursor glucogénico hepático, reduciendo la producción de cuerpos cetónicos (González-Montaña et al., 2023). Se complementa con una dieta alta en energía (granos como maíz o cebada) y proteína (12-14 % de la materia seca), junto con suplementos de niacina (1 g/día) para mejorar el metabolismo de ácidos grasos. El monitoreo de β -hidroxibutirato (BHB >3 mmol/L) y glucosa sanguínea (<2 mmol/L indica hipoglucemia) es esencial para ajustar el tratamiento (Dore & Smith, 2017b).

2. Etapa moderada (signos neurológicos: ataxia, ceguera, cetosis severa - BHB >5 mmol/L)

Cuando aparecen signos neurológicos, se requiere manejo intensivo. La dextrosa intravenosa (0.5-1 mL/kg de solución al 50 %, seguida de infusión al 5-10 %) es clave para revertir la hipoglucemia, evitando caídas bruscas de glucosa que puedan exacerbar la cetosis (Bayne, 2023)). La corrección de hipocalcemia concurrente (calcio borogluconato al 23 %, 30-60 mL IV lento) y desequilibrios electrolíticos (potasio, magnesio) es prioritaria. En casos con hiperglucemia o resistencia a la insulina, se administra insulina (20-40 UI de protamina zinc cada 48 horas) para reducir la movilización de ácidos grasos (J. P. Crilly et al., 2021).

3. Etapa avanzada (decúbito, acidosis metabólica - pH <7.2, BHB >7 mmol/L)

En esta fase crítica, la inducción del parto con dexametasona (20 mg) + cloprostenol (0.375 mg) es la intervención más efectiva para eliminar la demanda fetal de glucosa, con parto esperado en 24-72 horas (Lean, 2022). La cesárea sólo se considera en animales valiosos con acidosis leve (pH >7.15), aunque su tasa de supervivencia materna es menor (43 % vs. 86 % del parto inducido) (Özalp et al., 2018). Para acidosis grave (pH <7.0), se usa bicarbonato de sodio (1-2 mEq/kg IV) con precaución, monitorizando gases sanguíneos para evitar sobrecorrección. El flunixin meglumine (2.5 mg/kg IV) ayuda a controlar la inflamación sistémica y el riesgo de endotoxemia (J. P. Crilly et al., 2021). El pronóstico en esta etapa es reservado, con mortalidad >70 % en casos no tratados, por lo que la prevención mediante nutrición adecuada y monitoreo de gestaciones múltiples sigue siendo la estrategia más eficaz (J. P. Crilly et al., 2021).

Así mismo se deben tener en cuenta como opciones para el tratamiento de la toxemia la inducción del parto (con dexametasona + cloprostenol), como la opción preferida en casos avanzados donde la oveja aún está consciente y con pH >7.15, ya que elimina la demanda fetal de glucosa y ofrece tasas de supervivencia materna del 80-86 %. Se recomienda especialmente cuando la gestación supera los 140 días, para garantizar viabilidad fetal (Affan et al., 2022). Por otro lado, la cesárea solo debe considerarse en animales valiosos con acidosis leve (pH >7.15) o cuando falla la inducción, aunque su éxito es limitado (supervivencia materna del 40-43 %) debido a riesgos quirúrgicos y estrés metabólico (Andrade et al., 2019). En casos terminales (pH <7.0, fallo multiorgánico), ninguna intervención garantiza buenos resultados, y la eutanasia humanitaria puede ser la opción más ética. La decisión debe basarse en el estado clínico, edad gesta-

cional y recursos disponibles (Andrade et al., 2019; Bayne, 2023).

Tabla 5: Tratamientos de acuerdo con la etapa de presentación de signos clínicos de la toxemia de la preñez

Etapa	Signos clínicos	Tratamiento clave	Tasa de éxito	Consideraciones
Temprana	Anorexia, depresión, BHB 3-5 mmol/L.	Propilenglicol oral (60-100 mL/12 h) Suplemento energético (granos) Niacina (1 g/día).	85-90 %	Monitorear BHB y glucosa. Éxito alto con intervención temprana.
Moderada	Ataxia, ceguera, BHB > 5 mmol/L.	Dextrosa IV (0.5-1 mL/kg al 50 %) Calcio borogluconato (30-60 mL IV) Insulina (si hiperglucemia).	60-75 %	Requiere manejo intensivo. Supervivencia depende de corrección metabólica rápida.
Avanzada	Decúbito, acidosis (pH < 7.2).	Inducción parto (dexametasona + cloprostenol) Bicarbonato (si pH < 7.0). Flunixin meglumine (2.5 mg/kg).	30-50 % (madre) 40-60 % (crias)	Pronóstico reservado. Cesárea sólo si pH > 7.15 (supervivencia materna < 50 %).

Fuente: elaboración propia.

Prevención y control

La prevención efectiva de la toxemia de la preñez requiere un enfoque multifactorial que comienza con un manejo nutricional especializado, particularmente en sistemas extensivos donde se debe priorizar el pastoreo en praderas de alta calidad y suplementar con 300-500 g/día de concentrado energético-proteico cuando el forraje contiene menos del 8 % de proteína, asegurando un consumo mínimo de 1.5 kg de materia seca por oveja diariamente (Bayne, 2023).

La identificación temprana de gestaciones múltiples mediante ecografía entre los 60-90 días es crucial, permitiendo un manejo diferenciado según el número de fetos y el estado corporal (ideal BCS 2.5-3.5). Para ovejas con gestaciones múltiples, se recomienda una suplementación estratégica que incluya mezclas energéticas (60 % granos, 30 % pulpa de remolacha, 10 % proteína), ionóforos como monensina (20-30 g/tonelada de alimento) para mejorar la eficiencia energética, y minerales clave como fósforo (0.3-0.4 % de la dieta), cobalto (0.1 ppm) para la síntesis de vitamina B12, y selenio (0.3 ppm) con vitamina E (50 UI/día) como antioxidantes (Bayne, 2023).

Un programa sanitario estricto que incluya desparasitación estratégica (con recuentos fecales cada 60 días), podología trimestral y revisión dentaria pre-servicio, junto con un manejo ambiental adecuado (provisión de sombra/abrigo y limitación de arreas a menos de 1 km/día en el último mes de gestación), reduce significativamente los factores de riesgo (Bayne, 2023).

El monitoreo metabólico continuo mediante medición semanal de BHB sanguíneo (> 1,2 mmol/L indica alerta), glucosa plasmática (< 2,2 mmol/L es riesgo) y perfiles minerales bimestrales, complementado con kits de diagnóstico rápido en granja para cetosis y pH ruminal, permite inter-

venciones tempranas. En los 30 días preparto, se recomienda la administración de suplementos glucogénicos (50 ml/día de propilenglicol), inyecciones semanales de vitamina B12 (1000 µg) y dietas acidógenas controladas (DCAD -10 a -15 mEq/100g) (Bayne, 2023).

La transición gradual a la dieta de lactancia durante 21 días, manteniendo una adecuada relación energía:proteína (16:1) y fibra efectiva (> 30 % NDF), junto con estrategias complementarias como probióticos (*Saccharomyces cerevisiae*), comederos inteligentes y terapia hormonal preventiva en casos de alto riesgo, completa este programa integral que puede reducir la incidencia hasta en un 85 % cuando se aplica sistemáticamente, con un retorno de inversión estimado de 3:1 gracias a la disminución de mortalidad y mejora productiva, requiriendo ajustes según el sistema de producción, raza, recursos disponibles y condiciones ambientales locales (Bayne, 2023).

Conclusiones

El manejo de toxemia de la preñez en ovinos requiere un enfoque sistemático basado en tres etapas clave: 1) Identificación temprana mediante anamnesis detallada (historial alimenticio, manejo y signos específicos, etc.), 2) Diagnóstico diferencial preciso (comparando rigidez en tétanos, ceguera en PEM, cetosis en toxemia y convulsiones en cenurosis) **Anexo 1, y 3)** Prevención estratégica (nutrición balanceada, suplementos como tiamina para PEM, vacunación antitetánica y control parasitario). Como profesionales, debemos dominar estas herramientas diagnósticas (BHB, respuesta a tiamina) y aplicar medidas preventivas personalizadas según cada enfermedad. La clave del éxito está en integrar el conocimiento teórico con la práctica constante, fomentando la observación meticulosa y la documentación rigurosa. Este enfoque no solo mejora el pronóstico individual, sino que optimiza la salud del rebaño, demostrando que la neurología ovina, aunque compleja, puede dominarse mediante protocolos estandarizados y educación continua.

Referencias

1. Abreu-Palermo, M. C., Rodríguez-Gamarra, P., Perini-Perera, S., Acosta-Dibarrat, J., Benech-Gulla, A., González-Montaña, J. R., & Cal-Pereyra, L. (2021). Effects of metabolic changes produced in ewes with subclinical pregnancy toxemia over reproductive parameters. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200213>
2. Affan, A. A., Salleh, A., Zamri-Saad, M., Jayanegara, A., & Hassim, H. A. (2022). Clinical Signs and Blood Variables of Pregnancy Toxemia Goats during Late Gestation and Postpartum. *Tropical Animal Science Journal*, 45(1), 84–90. <https://doi.org/10.5398/TASJ.2022.45.1.84>
3. Akbari, M., Moazeni, M., Oryan, A., Sharifiyazdi, H., & Amrabadi, O. (2015). Experimental cerebral and non-cerebral coenurosis in goats: A comparative study on the morphological and molecular characteristics of the parasite. *Veterinary Parasitology*, 211(3–4), 201–207. <https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2015.06.013>
4. Alon, T., Rosov, A., Lifshitz, L., Dvir, H., Gootwine, E., & Moallem, U. (2020). The distinctive short-term response of late-pregnant prolific ewes to propylene glycol or glycerol drenching. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 10245–10257. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18227>
5. Alon, T., Rosov, A., Lifshitz, L., & Moallem, U. (2024). The distinctive short-term response of late-pregnant prolific ewes to various doses and mixtures of propylene glycol and glycerol drenching. *Animal Feed Science and Technology*, 311, 115957. <https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2024.115957>
6. Amat, S., Hendrick, S., Moshynskyy, I., & Simko, E. (2017). Reduced activities of thiamine-dependent and cytochrome c oxidase enzymes in cerebral cortex of cattle affected by sulfur-induced polioencephalomalacia. *Canadian Journal of Veterinary Research = Revue Canadienne de Recherche Veterinaire*, 81(4), 242–248.
7. Andrade, I. M., Simões, P. B. A., Lamas, L. P., Carolino, N., & Lima, M. S. (2019). Blood lactate, pH, base excess and pCO₂ as prognostic indicators in caesarean-born kids from goats with pregnancy toxemia. *Irish Veterinary Journal*, 72(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s13620-019-0149-1>
8. Apley, M. D. (2015). Consideration of Evidence for Therapeutic Interventions in Bovine Polioencephalomalacia. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 31(1), 151–161. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.11.005>
9. Barry, C. (2016). Immunization Update. *Physician Assistant Clinics*, 1(4), 615–625. <https://doi.org/10.1016/J.CPHA.2016.05.007>
10. Bayne, J. E. (2023). Pregnancy Toxemia Therapeutic Options. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 39(2), 293–305. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2023.02.003>
11. Bindayna, K. M., & Al-Salman, J. (2023a). Infections of the central and sensory nervous system. *Problem-Based Learning Approach in Microbiology*, 67–122. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95092-3.00007-X>
12. Bindayna, K. M., & Al-Salman, J. (2023b). Infections of the central and sensory nervous system. *Problem-Based Learning Approach in Microbiology*, 67–122. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95092-3.00007-X>
13. Combs, G. F., & McClung, J. P. (2017). Thiamin. *The Vitamins*, 297–314. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802965-7.00011-3>
14. Crilly, J. P., Phythian, C., & Evans, M. (2021). Advances in managing pregnancy toxemia in sheep. In *Practice*, 43(2), 79–94. <https://doi.org/10.1002/INPR.17>
15. Crilly, J., Phythian, C., & Evans, M. (2021). Advances in managing pregnancy toxemia in sheep. In *Practice*, 43(2), 79–94. <https://doi.org/10.1002/inpr.17>
16. Deplazes, P., Eichenberger, R. M., & Grimm, F. (2019). Wildlife-transmitted *Taenia* and *Versteria* cysticercosis and coenurosis in humans and other primates. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 9, 342–358. <https://doi.org/10.1016/J.IJPPAW.2019.03.013>
17. Dore, V., & Smith, G. (2017a). Cerebral Disorders of Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 33(1), 27–41. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.09.004>
18. Dore, V., & Smith, G. (2017b). Cerebral Disorders of Calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 33(1), 27–41. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.09.004>

19. Frayn, K., & Akanji, A. (2003). Integration of metabolism 3: Macronutrients. *Nutrition & Metabolism*. Oxford, UK: Blackwell Science, 74–95
20. González-Montaña, J.R., Martín-Alonso, M. J., Cal-Pereyra, L. G., Benech, A., Escalera-Valente, F., & Alonso-Diez, Á. J. (2023). Oral sugar and vasopressin: Possible alternative in the management of ovine pregnancy toxemia. *Small Ruminant Research*, 228, 107087. <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2023.107087>
21. Goodridge, A., & Sul, H. (2000). Lipid metabolism – Synthesis and oxidation. *Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company, 305–350
22. Hall, J. O. (2018). Sulfur. *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles: Third Edition*, 483–487. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811410-0.00035-0>
23. Jacobson, C., Clune, T., Besier, S., Barber, S., & Abbott, K. A. (2024). Reproduction 3: Disorders of ewes in pregnancy and lactation, abortion, prenatal and perinatal diseases of lambs. In *Sheep Veterinary Practice*. <https://doi.org/10.1201/9781003344346-7>
24. Kumar, B. (2024). Diseases of the nervous system of goats. In *Trends in Clinical Diseases, Production and Management of Goats* (pp. 327–338). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-23697-6.00006-8>
25. Lean, I. J. (2022). Non-infectious Diseases: Pregnancy Toxemia. *Encyclopedia of Dairy Sciences: Third Edition*, 1, 423–426. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00047-7>
26. Manninen, A. H. (2004). Metabolic effects of the very-low-carbohydrate diets: misunderstood “villains” of human metabolism. *J Int Soc Sports Nutr*, 1(2), 7–11. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-1-2-7>
27. Nash, A. A., Dalziel, R. G., & Fitzgerald, J. R. (2015). Mechanisms of Cell and Tissue Damage. *Mims' Pathogenesis of Infectious Disease*, 171–231. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397188-3.00008-1>
28. Navarro, L. , M. I. , M. M. V. , & U. E. (2006). La Cenurosis. *Revista Del Centro de Estudios Del Jiloca*, 95–116.
29. Niles, G. A. (2017). Toxicoses of the Ruminant Nervous System. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 33(1), 111–138. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2016.09.009>
30. Novilla, M. N., Meador, V. P., & Jacobson, S. B. (2014). Pathological biomarkers in toxicology. *Biomarkers in Toxicology*, 907–919. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404630-6.00054-3>
31. Özalp, G. R., Yavuz, A., Seker, Udum-Küçükşen, D., Rişvanlı, A., & Korlu, Y. (2018). Evaluation of an alternative treatment protocol by aglepristone to induce parturition in ewes with an experimental model of early pregnancy toxemia. *Theriogenology*, 116, 112–118. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2018.04.032>
32. Paula, J. P. L., Leal, P. V., Pupin, R. C., Lima, S. C., Souza, M. A. S., Santos, A. A., Lemos, R. A. A., & Gomes, D. C. (2018). Healing of brain lesions in sheep recovered from amprolium-induced polioencephalomalacia. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 38(5), 806–810. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5455>
33. Rings, D. M. (2004). Clostridial disease associated with neurologic signs: tetanus, botulism, and enterotoxemia. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 20(2), 379–391. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2004.02.006>
34. Scott, P. R. (2012). Diagnosis and treatment of coenurosis in sheep. *Veterinary Parasitology*, 189(1), 75–78. <https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2012.03.034>
35. Sheep and Goat Medicine. (2012). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-60474-8>
36. Silva, S. R., Sacarrão-Birrento, L., Almeida, M., Ribeiro, D. M., Guedes, C., González Montaña, J. R., Pereira, A. F., Zaralis, K., Geraldo, A., Tzamaloukas, O., Cabrera, M. G., Castro, N., Argüello, A., Hernández-Castellano, L. E., Alonso-Diez, Á. J., Martín, M. J., Cal-Pereyra, L. G., Stilwell, G., & de Almeida, A. M. (2022). Extensive Sheep and Goat Production: The Role of Novel Technologies towards Sustainability and Animal Welfare. *Animals*, 12(7), 885. <https://doi.org/10.3390/ani12070885>
37. Simões, J., & Margatho, G. (2024a). Metabolic Periparturient Diseases in Small Ruminants: An Update. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/app142110073>
38. Simões, J., & Margatho, G. (2024b). Metabolic Periparturient Diseases in Small Ruminants: An Update. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/app142110073>
39. Soto-Blanco, B., & Câmara, A. C. L. (2025). Polioencephalomalacia. In *Elements of Reproduction and Reproductive Diseases of Goats* (pp. 553–561). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781394190089.ch50>
40. Tiwari, A., Udainiya, S., Mishra, V., & Pratap, A. (2025). Ketosis/pregnancy toxemia. In *Elements of Reproduction and Reproductive Diseases of Goats*. <https://doi.org/10.1002/9781394190089.ch30>
41. Underwood, W. J., Blauwiekel, R., Delano, M. L., Gillesby, R., Mischler, S. A., & Schoell, A. (2015). Biology and Diseases of Ruminants (Sheep, Goats, and Cattle). *Laboratory Animal Medicine: Third Edition*, 623–694. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409527-4.00015-8>
42. Uzal, F. A., Songer, J. G., Prescott, J. F., & Popoff, M. R. (2016). Clostridial Diseases of Animals. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118728291>
43. Varcasia, A., Pipia, A. P., Dessì, G., Zidda, A., Tamponi, C., Pau, M., Scala, A., & Boufana, B. (2016). Morphology and genetic variability within *Taenia multiceps* in ruminants from Italy. *Veterinary Parasitology*, 223, 181–185. <https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2016.04.039>
44. Varcasia, A., Tamponi, C., Ahmed, F., Cappai, M. G., Porcu, F., Mehmood, N., Dessì, G., & Scala, A. (2022). *Taenia multiceps* coenurosis: a review. *Parasites & Vectors*, 15(1), 84. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05210-0>
45. Woolley, S. (2025). Tetanus. *International Encyclopedia of Public Health*, 554–560. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99967-0.00215-5>
46. Wu, G. (2020). Management of metabolic disorders, including metabolic diseases, in ruminant and non-ruminant animals. In *Animal Agriculture* (pp. 471–491). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00027-6>
47. Xu, J., Clare, C. E., Brassington, A. H., Sinclair, K. D., & Barrett, D. A. (2020). Comprehensive and quantitative profiling of B vitamins and related compounds in

the mammalian liver. *Journal of Chromatography B*, 1136, 121884. <https://doi.org/10.1016/J.JCHROMB.2019.121884>

48. Xue, Y. F., Guo, C. Z., Hu, F., Sun, D. M., Liu, J. H., & Mao, S. Y. (2019). Molecular mechanisms of lipid metabolism disorder in livers of ewes with pregnancy toxemia. *Animal*, 13(5), 992–999. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002136>

49. Zachary, J. (2022). *Pathologic Basis of Veterinary Disease Expert Consult* 7th edition. Mosby, Elsevier., 98, 336, 496.

Abordaje y tratamiento del paciente dermatópata mediante un formato de atención dermatológica en una clínica veterinaria en Chía, Cundinamarca

Approach and Treatment of the Dermatopathic Patient Using a Dermatological Care Form in a Veterinary Clinic in Chia, Cundinamarca

Sergio Andrés Pérez Alarcón

MV, Clínica Veterinaria Chía, Chía, Cundinamarca.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4056-816X>.

Jersson Ávila Coy

MV, Esp, Histolab Diagnóstico Veterinario, Chía, Cundinamarca.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8481-7728>.

Víctor Manuel Acero Plazas

MV, MSc, Asociación Nacional de Médicos Veterinarios de Colombia (AMEVEC); Comité de Medicina Tropical, Zoonosis y Medicina del Viajero de la Asociación Colombiana de Infectología (ACIN); Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Fundación Universitaria San Martín, Bogotá, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3202-7086>.

Resumen

La dermatología es una ciencia que dentro de la medicina veterinaria puede presentar retos en el diagnóstico y tratamiento. El diseño de un formato de historia clínica orientado a este tipo de pacientes puede ser una estrategia diferencial en el consultorio veterinario. La demodicosis canina es una enfermedad que afecta en gran porcentaje a caninos, especialmente cachorros y animales inmunosuprimidos o inmunocomprometidos, generando lesiones cutáneas de importancia que pueden complicarse. *Demodex* sp. es un ácaro saprofita en la piel de los caninos, que en ocasiones se exacerba por los factores antes mencionados. El objetivo general de este trabajo es implementar un formato de historia clínica para el abordaje específico de pacientes con problemas dermatológicos y así reconocer la importancia de la aproximación clínica en la consulta diaria, mediante un caso de un paciente con demodicosis. Se incluye un reporte de caso y tratamiento específico para la enfermedad.

Palabras clave: demodicosis, cánidos, *Demodex canis*, dermatopatía.

Abstract

Dermatology is a branch of veterinary medicine that can present challenges in both diagnosis and treatment. The design of a medical history form specifically oriented toward this type of patient can serve as a differentiating strategy in a veterinary practice. Canine demodicosis is a disease that affects a large percentage of dogs, especially puppies and immunosuppressed or immunocompromised animals, causing significant skin lesions that may become complicated. *Demodex* sp. is a saprophytic mite found on canine skin that can sometimes proliferate excessively due to the aforementioned factors. The main objective of this work is to implement a clinical history form for the specific management of patients with dermatological problems, thereby highlighting the importance of clinical assessment during daily consultations through the presentation of a case report of a patient with demodicosis. A case report and specific treatment for the disease are included.

Keywords: demodectic mange, canids, *Demodex canis*, dermatopathy.

Introducción

La recopilación completa de la información en la historia clínica es una habilidad esencial para los médicos veterinarios, ya que apoya y guía el enfoque clínico para la formulación de un plan diagnóstico y terapéutico. Un registro o reporte incorrecto de la historia puede generar retrasos en la obtención de un diagnóstico, diagnósticos erróneos, disminución de la calidad de vida del paciente y un gasto innecesario de los recursos financieros del propietario. En dermatología veterinaria, la exactitud del historial es fundamental, ya que algunas patologías dermatológicas dependen en gran medida de la capacidad del tenedor responsable o cuidador para describir la estacionalidad y duración de los signos clínicos, así como la progresión de la enfermedad, algunos de estos parámetros no siempre pueden apreciarse durante el examen físico (Cordonier et al., 2025).

La piel o tegumento es un órgano dinámico que representa el sistema orgánico más extenso y visible del cuerpo, es una barrera anatómica y fisiológica entre el animal y el medio; tiene múltiples células especializadas en diferentes funciones, protección física y química, prevención de pérdida de líquidos y la termorregulación, órgano de estimulación táctil y de comunicación, además de un sitio donde se desarrollan muchas enfermedades primarias y otras secundarias a patologías internas o externas (Bermúdez et al., 2017).

La demodicosis canina es una dermatopatía provocada principalmente por habitantes saprofitos de la piel de los perros (Arroyo-Munive et al., 2018). La presentación de esta enfermedad en la especie canina se ha visto asociada principalmente a estados de inmunosupresión por parte del animal, también se ha relacionado con otros aspectos como: la raza, edad, estado nutricional, estrés oxidativo, estado fisiológico, endoparásitos y enfermedades crónicas degenerativas (Cen-Cen et al., 2017).

La sintomatología clínica de la demodicosis canina se caracteriza por un gran polimorfismo debido a que pueden existir variaciones clínicas según las razas, la localización de la lesión e incluso del mismo animal afectado. Además de las formas juveniles y formas adultas, se describen dos formas clínicas: la demodicosis localizada y la demodicosis generalizada, ambas con una evolución y con un pronóstico muy diferente. Las formas localizadas, se manifiestan comúnmente como zonas alopécicas más o menos circunscritas, con eritema y descamación, estas formas aparecen más habitualmente en perros jóvenes, entre 3 y 12 meses, mientras que las formas generalizadas de demodicosis aquellas que presentan afectadas más de cinco zonas cutáneas corporales, en estos casos las lesiones están extendidas y pueden afectar diversas partes del cuerpo y en muchas ocasiones se ven agravadas por una infección bacteriana (Saló, 2011).

Se ha evidenciado que el desarrollo de la enfermedad y la sintomatología clínica dependen en muchos de los casos de la respuesta inmune del hospedador. Al parecer el sistema inmune del canino detecta y tolera la presencia de estos ácaros ejerciendo un efecto inhibitorio sobre su proliferación y controlando de esta manera la respuesta inflamatoria que el Demodex sp. ejerce en el hospedador. Por esta razón los pacientes que han sido diagnosti-

cados con demodicosis y que adicionalmente presentan deficiencias a nivel inmunitario son más susceptibles al desarrollo de la enfermedad y no responden a los tratamientos clínicos de forma adecuada (Ferrer et al., 2014).

En casos de demodicosis se han descrito otras dos especies de ácaros que pueden producir demodicosis, además del Demodex canis se ha evidenciado la presencia de Demodex cornei, un ácaro de cuerpo corto que coloniza el estrato córneo y que ha sido descrito principalmente en Europa, Asia y Australia. También se ha reportado la presencia de Demodex injai un ácaro con cuerpo más alargado a diferencia de las dos especies nombradas anteriormente, esta especie de ácaro que ha sido descubierto recientemente en Estados Unidos coloniza las glándulas sebáceas y sus ductos excretores principalmente (Roldán, 2014).

Presentación del caso

Ingresa a la clínica, paciente canino, hembra, de raza mestiza, entera, de 2 años, 20 kilos, estado sanitario vigente (vacunas, desparasitación), alimentación con alimento concentrado 2 veces al día, agua a voluntad. Por consulta externa se realiza historia clínica, tutor manifiesta que la paciente se rasca mucho, denota marcado enrojecimiento cutáneo, mal olor y caída de pelo, no recuerda exactamente el tiempo de evolución. El resultado del examen físico se evidencia en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Evaluación física del paciente

Sistema evaluado	Hallazgo
Constantes fisiológicas	T° 38.5, T.L.L.C: 2 segundos, T.R.C: 2 segundos, F.C: 126 LPM, F.R: 28 RPM.
Sistema musculo esquelético	Sin cambios patológicos aparentes (SCPA)
Sistema nervioso	Sin cambios patológicos aparentes (SCPA)
Sistema tegumentario	Se evidencian múltiples soluciones de continuidad de diferentes tamaños, pruriginosas, eritematosas y con descamación generalizada. Teniendo la mayor lesión en el puente nasal y en zona ventral del abdomen.
Cavidad oral	Presencia de sarro dental
Sistema digestivo	Sin cambios patológicos aparentes (SCPA)
Sistema genitourinario	Sin cambios patológicos aparentes (SCPA)
Sistema oftálmico	Sin cambios patológicos aparentes (SCPA)
Oídos	Presencia de cerumen en pabellón auricular izquierdo.

Fuente: elaboración propia.

En la **Figura 1** se observan algunas lesiones del paciente en la zona de la cara.



Figura 1: Lesiones encontradas en la consulta.

Fuente: Clínica Veterinaria Chía, 2024.

Diagnósticos diferenciales

Se tomaron como posibles diagnósticos diferenciales los siguientes: dermatitis por ácaros sarna demodéica (*Demodex canis*) presencia de alopecia, prurito y descamación generalizada. Sarna sarcóptica (*Sarcoptes scabiei*), por presentar prurito generalizado, pérdida de pelo (alopecia). Lupus eritematoso: por presentar pérdida de pelo (alopecia) prurito. Pénfigo foliáceo: por alopecia y tipo de lesiones. Atopía: pérdida de pelo, prurito. hiperadrenocorticism (síndrome de Cushing) alopecia generalizada.

Plan diagnóstico

Se implementa un formato orientado al diagnóstico en pacientes con dermatopatías realizado de forma interna por la clínica (**Tabla 2**). Se decide realizar raspado de piel, tricograma, hisopado de la zona afectada y hemograma completo. En el cuadro hemático no se evidenció ninguna alteración más allá de una eosinofilia leve (1700, rango 100-1000 cel). En el raspado de piel el reporte arrojó: punta fracturada en la extremidad del pelo, tricorexis, tricorafia y anagen. Al examen microscópico de la piel se reportó: ectoparásitos compatibles con *Demodex canis*, se observan lesiones compatibles con dermatofitos, restos de colágeno ++, células descamativas ++, grasos: abundantes, restos bacterianos compatibles con *Staphylococcus* sp. Eritrocitos en el recorrido capilar ++. Para la prueba de KOH, azul de metileno de Loeffler los resultados fueron negativo al azul de metileno, coloración de Gram positivo, KOH positivo y

ácaros positivo.

Tabla 2: Formato diseñado para la evaluación clínica a pacientes con dermatopatías

Fecha:		Edad:	
Tutor:		Especie:	
dirección:		Peso:	
teléfono:		Estado reproductivo:	
Nombre paciente		Sexo:	
Raza		Estado corporal	1 2 3 4 5

Adaptado de: Chocontá, 2021(8); Lau-Gillard et al., 2023 (9).

1. Tipo de pelaje

	Largo	Corto	Medio
Anamnesis:			

Plan vacunal	Vigente	No vigente	Fecha:
Vermifugación	Vigente	No vigente	Fecha:

Medicamentos previos:			

Baños	Producto	Frecuencia	Control ectoparásitos	Última dosis

Sitio de la vivienda	Urbano	Rural

Lugar de hábitat	
Tipo de piso	

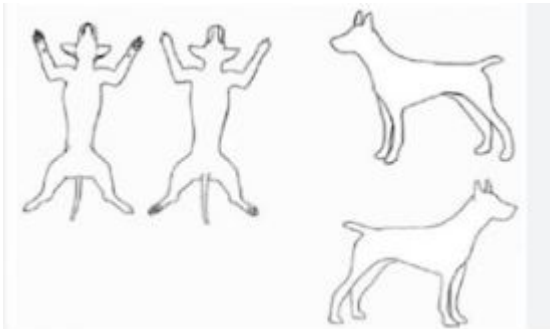
Convive con más animales
Sí No

Convive con personas	# de personas	Niños	Adultos	
Alimentación	BARF	Comida casera	Concentrado	# veces al día

Temperamento	Dócil	Agresivo	Nervioso

Peso:	TLLC:	Mucosas:	Ganglios:	F.C.
F.R.	T°	Ocular:	Oídos:	Digestivo:

Marcar la zona de lesión



Tipos de lesiones primarias

Vesícula	Macula	Macha	Roncha	Ampolla
Pápula	Papiloma	Bulla	Nódulo	

Tipo de lesión secundaria

Eritema	Erosión	Comedón	Quecloide
Fisura	Alopecia	Cicatriz	Escama
Quiste	Absceso	Hiperqueratosis	Lique facción

Examen solicitado

Raspado	Tricograma	Hisopado	Citología	Biopsia
---------	------------	----------	-----------	---------

Otros _____

Diagnóstico presuntivo _____

Diagnóstico final _____

Tratamiento _____

Control: _____

El resultado del análisis microscópico directo del raspado cutáneo y con el reactivo KOH (hidróxido de potasio) permitió llegar al diagnóstico final de infección parasitaria por *Demodex* sp. El hemograma del paciente reveló una eosinofilia leve que puede asociarse posiblemente con la infección descrita por *Demodex* sp., aunque otros factores pueden contribuir a la misma, como posible parasitismo interno subclínico. Se observaron también bacterias con morfología de cocos y reacción + a la tinción de Gram lo que evidencia una posible sobreinfección superficial por microorganismos tipo *Staphylococcus* sp.

Tratamiento

Se decide implementar tratamiento farmacológico con In-fervac® (Propionibacterium acnés, granulosum, lipopolisacrido de *E. coli*) dosis 1ml/10kpv, vía IM; Cefalexina a dosis de 25mg/kg P.O cada 12 horas durante 1 mes y baños con shampoo medicado a base de Peróxido de Benzoilo (Dermo Holliday®). En la **Figura 2** se observa la evolución del paciente.



Figura 2: Evolución del paciente al tratamiento.

Fuente: Clínica Veterinaria Chía, 2024.

Discusión

Las dermatopatías en caninos y las altas tasas de morbilidad por problemas de piel representa un desafío en la consulta veterinaria, al requerir un abordaje correcto de estas patologías de origen fúngico, bacteriano, parasitario, inmunomediadas, atópicas, endocrinas, entre otras). El diagnóstico, abordaje y la interpretación, desde el punto de vista clínico de estas enfermedades requiere gran destreza para la correcta identificación, así como también para tomar las decisiones adecuadas para el abordaje del problema y correcto tratamiento (Neira, 2023), similar a lo realizado en este caso, donde se hizo énfasis en los signos y síntomas y opciones diagnósticas para una dermatopatía.

Entre las lesiones dermatológicas más comunes en la clínica se encuentran algunas tales como: ampollas, costras, vesículas, descamaciones, eritemas y úlceras las cuales se pueden atribuir a diferentes causas (bacterias, hongos, ectoparásitos, ácaros). El médico veterinario debe analizar las lesiones (su distribución, patrón y tiempo de evolución) para elegir las pruebas diagnósticas y, confirmar o descartar, los diagnósticos presuntivos (Neira, 2023), similar a lo encontrado en este caso, lesiones producidas por ácaros del género *Demodex* sp. en la cara del paciente, con una infección aparentemente secundaria.

De igual manera, estas lesiones, compatibles se consideraron una demodicosis localizada, tal como lo menciona Thomson et al. (2023), donde en la presentación localizada se evidencia una región generalmente circunscrita de la piel donde se desarrolla un eritema leve y alopecia parcial, y puede o no presentar prurito, seborrea, descamación e hiperpigmentación. El sitio más común es la cara, especialmente la zona periocular y las comisuras de la boca, en

animales jóvenes el mayor número de casos ocurre en animales entre los 3 y 6 meses de vida. La enfermedad puede desarrollar algún nivel de infección secundaria, donde generalmente se cura de forma espontánea (Thomson et al., 2023), similar a lo encontrado en este caso.

Con respecto al diagnóstico para esta enfermedad, continúa siendo la identificación microscópica del parásito en el material obtenido mediante raspado profundo de la piel, el cual es fácil de realizar, de bajo costo y altamente sensible (Lau-Gillard, 2023), igual que se abordó en este caso; aunque se incluyeron tinciones diferenciales y tricograma, tal como lo menciona la Guía de Consenso Clínico de la Asociación Mundial de Dermatología Veterinaria (Mueller et al., 2020).

En cuanto al tratamiento un factor predisponente asociado con la demodicosis canina es la existencia de inmunosupresión primaria o secundaria (Gazi et al., 2024), por lo que se incluyó en el tratamiento un inmunoestimulante, al igual que el tratamiento tópico a base de peróxido de benzoilo, ampliamente descrito como tratamiento complementario y en demodicosis localizadas (Mueller et al., 2020) (Mora de Mora et al., 2024).

Al igual que con el paciente, el abordaje de este tipo de enfermedades debe realizarse de forma integral y orientar al propietario o tutor en los posibles riesgos, ya que, aunque no es común encontrar infecciones en humanos, esta enfermedad es una zoonosis y puede haber casos en la familia del paciente por lo que el médico veterinario debe dar las recomendaciones correspondientes (Esenkaya et al., 2018).

Conclusiones

El uso de una historia clínica orientada para el abordaje de pacientes con dermatopatías es favorable, puesto que se obtiene un diagnóstico más acertado y se aborda de manera más profunda la enfermedad, y un tratamiento preciso, tal como este caso.

La importancia de la comunicación asertiva entre el médico veterinario tratante y el tutor o tenedor responsable en cuanto al tiempo que puede tardar la recuperación del paciente con una dermatopatía, ya que muchas veces la frustración por parte de estos suele jugar en contra de la continuidad de los tratamientos dermatológicos.

Debido al incremento en la casuística de pacientes con lesiones dermatológicas, se hace evidente la necesidad de que en la medicina veterinaria se cuente con profesionales de la especialidad de dermatología, con los cuales se pueda abordar caso en ocasiones complejos y crónicos.

Identificar a tiempo las limitaciones que se tienen como médico veterinario general, es esencial para la evolución favorable del paciente. Se debe tener muy claro en qué momento se debe remitir al especialista con el cual se puede realizar la medicina veterinaria de forma integral.

Referencias

- Cordonier, J., Udenberg, T., Defalque, V., Korbelik, J., Miljacic, L., & Polissar, N. (2025). Informant discrepancy between caretakers in history reporting in veterinary dermatology. *The Canadian Veterinary Journal*, 66(7), 781–788.
- Bermúdez, M. B., Pineda, H. Y., & Patarroyo, M. C. (2017). Análisis retrospectivo de enfermedades de piel de perros diagnosticadas por biopsia de 2010 a 2017 en la ciudad de Villavicencio–Meta [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Universidad Cooperativa de Colombia Repositorio Institucional. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/5b75ed07-2823-42a5-8434-0224a4ef8ee5/content>
- Arroyo-Munive, Y. J., & Hincapié-Gutiérrez, L. C. (2018). Demodicosis generalizada canina tratada con fluralaner: Reporte de un caso. *Veterinaria y Zootecnia*, 12(1), 62–71. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/vet-zootec/article/view/3348>
- Cen-Cen, C. J., Bolio-González, M. E., & Rodríguez-Vivas, R. I. (2017). Demodicosis: Manifestaciones clínicas producidas por *Demodex canis*, *D. injai* y *D. cornei* en perros. *Revista de la AMMVEPE*, 28(4), 114–115. <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=109675>
- Saló, E. (2011). Formas clínicas de la demodicosis canina: No todo son alopecias. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales*, 31(2), 67–75. https://ddd.uab.cat/pub/cli-vetpeqani/clivetpeqani_a2011v31n1/clivetpeqaniv31n2p67.pdf
- Ferrer, L., Ravera, I., & Silbermayr, K. (2014). Immunology and pathogenesis of canine demodicosis. *Veterinary Dermatology*, 25(5), 427–e65. <https://doi.org/10.1111/vde.12136>
- Roldán, W. O. (2014). Actualización en demodicosis canina. *Referencias para Consultorio MV*, 38, 18–22. https://www.researchgate.net/publication/317660224_Actualizacion_en_Demodicosis_Canina
- Chocontá, M. I. (2021). Manual de pruebas dermatológicas del Laboratorio de Salud Animal de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Ibagué–Espinal [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Universidad Cooperativa de Colombia Repositorio Institucional. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/e1c80797-47f6-4f4f-a6c1-f68599038136/content>
- Lau-Gillard, P., Walker, C., Robinson, V., Paterson, S., Patel, A., Littlewood, J., Hardy, J., Debellis, F., Barnard, N., Neuber-Watts, A., Hendricks, A., Varjonen, K., & Hill, P. B. (2023). UK-based multicentre cross-sectional study assessing advice requests veterinary dermatologists received from general practitioners. *The Veterinary Record*, 192(9), e2784. <https://doi.org/10.1002/vetr.2784>
- Neira, M. (2023). Dermatitis inmunomediadas: Caracterización de lupus y pénfigo en caninos (*Canis lupus familiaris*) [Trabajo de grado, Fundación Universitaria Agraria de Colombia (Uniagraria)].
- Thomson, P., Carreño, N., & Núñez, A. (2023). Main mites associated with dermatopathies present in dogs and other members of the Canidae family. *Open Veterinary Journal*, 13(2), 131–142. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2023.v13.i2.1>
- Mueller, R. S., Rosenkrantz, W., Bensignor, E., Karas-Tęcza, J., Paterson, T., & Shipstone, M. A. (2020). Diagnosis and treatment of demodicosis in dogs and cats: Clinical consensus guidelines of the World Association for Veterinary Dermatology. *Veterinary Dermatology*, 31(1), 5–27. <https://doi.org/10.1111/vde.12806>
- Gazi, U., Taylan-Ozkan, A., & Mumcuoglu, K. Y.

(2019). Immune mechanisms in human and canine demodicosis: A review. *Parasite Immunology*, 41(12), e12673. <https://doi.org/10.1111/pim.12673>

14. Mora de Mora, M. G., Eugenio Pino, G. D., Echeverría, T. D., Martínez Zambrano, J. J., & Morales Bohórquez, E. M. (2024). Patología dermatológica canina (demodicosis generalizada): Reporte de caso. *ALFA: Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 8(23), 551–558. <https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/377>

15. Esenkaya, F., & Dik, B. (2018). A dog-related *Demodex* spp. infestation in a student: A rare *Demodex* case. *Mikrobiyoloji Bulteni*, 52(2), 214–220. <https://doi.org/10.5578/mb.66410>



4.

**ARTÍCULOS
DE REVISIÓN**

Utilidad del uroanálisis en el diagnóstico de enfermedades renales y extrarrenales en caninos

Usefulness of urinalysis in the diagnosis of renal and extrarenal diseases in canines

Alyé Quintero Alzate

MVZ, Esp Cirugía de Tejidos Blandos, (est) Máster Clínica Medicina Interna UAB, Clínica Privada en Medicina y Cirugía Veterinaria Dra Alye Quintero

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7416-0717>.

Autor de correspondencia: dralyequinteromvz@gmail.com

Resumen

El uroanálisis desempeña un papel crítico en el diagnóstico y monitoreo de enfermedades tanto renales como extrarrenales en los caninos. Su capacidad para proporcionar una visión detallada del estado de salud del animal lo convierte en una herramienta esencial en la práctica veterinaria. Un análisis de orina completo, realizado y evaluado por profesionales competentes, puede marcar la diferencia en la detección temprana y el manejo efectivo de una amplia variedad de condiciones médicas, permitiendo a los perros llevar vidas más saludables y plenas.

Palabras clave: riñón, enfermedad extrarrenal, enfermedad renal, uroanálisis.

Abstract

Urinalysis plays a critical role in the diagnosis and monitoring of both renal and extrarenal diseases in canines. Its ability to provide detailed insight into the animal's health status makes it an essential tool in veterinary practice. A complete urinalysis, performed and evaluated by competent professionals, can make a difference in the early detection and effective management of a wide variety of medical conditions, allowing dogs to lead healthier and fuller lives.

Keywords: kidney, renal and extrarenal diseases, urinalysis.

Introducción

En el cuidado de la salud de los caninos, resulta imperativo disponer de herramientas precisas y eficaces que permitan detectar y comprender las posibles afecciones que puedan aquejarlos. En este contexto, el uroanálisis emerge como una pieza fundamental en el arsenal diagnóstico veterinario. Este examen, aparentemente sencillo, revela gran información sobre el estado de salud de los perros, brindando pistas cruciales que permiten detectar una amplia gama de condiciones médicas, tanto renales como extrarrenales. Determinar la importancia del uroanálisis como prueba de apoyo diagnóstico de enfermedades renales y extrarrenales en los caninos es uno de los objetivos principales de este proyecto.

En el caso de las enfermedades renales, el uroanálisis es una piedra angular en el diagnóstico temprano y seguimiento de estas afecciones. Los riñones desempeñan un papel vital puesto que cumplen una función regulatoria manteniendo el estado hídrico, electrolítico y la volemia; otra función excretora eliminando desechos tóxicos para

el organismo y una función endocrina participando en la síntesis de eritropoyetina, renina, etc. (Esteller, 2018). Anomalías en los valores de pH, concentración de sustancias como urea y creatinina, así como la presencia de células y proteínas en la orina, pueden ser indicadores tempranos de un mal funcionamiento renal (Forero et al., 2021).

Además de las enfermedades renales, el uroanálisis es esencial para identificar trastornos en otros órganos y sistemas (Gallo, 2014). Por ejemplo, puede orientar hacia el diagnóstico de enfermedades extra renales como la diabetes mellitus por la presencia de glucosa en orina (Jardón et al., 2008); disfunción hepática por la presencia de urobilinógeno y bilirrubina (Salazar, 2009), la detección de cristales puede indicar problemas en el tracto urinario inferior o en la vejiga (Gallo, 2014). El uroanálisis también es útil en la detección de infecciones bacterianas del tracto genitourinario como la uretritis, cistitis, vulvitis, vaginitis, balanitis y metritis (Gallo, 2014). Un ejemplo notable de un solo analito detectable en la orina es la hemoglobina (hemoglobinuria); su presencia en la orina puede estar asociada con una variedad de condiciones médicas, como procesos neoplásicos, enfermedades au-

toinmunes, enfermedades infecciosas, intoxicaciones, entre otras (Gallo, 2014). Es crucial destacar que, en algunos casos, los signos clínicos de enfermedades renales o extrarrenales pueden ser sutiles o incluso ausentes en las etapas iniciales. Por lo tanto, el uroanálisis se vuelve aún más valioso como herramienta de detección precoz (Esteller, 2018).

Para realizar un uroanálisis efectivo, es necesario contar con un equipo médico capacitado y un laboratorio bien equipado (Esteller, 2018). La interpretación de los resultados requiere de un conocimiento profundo de los valores normales y las posibles variaciones según la edad, la raza y el estado de salud del animal, sin dejar de lado la correlación clínica con otras pruebas diagnósticas (Gallo, 2014).

En resumen, el uroanálisis desempeña un papel crucial en el diagnóstico y seguimiento de enfermedades, tanto renales como extrarrenales, en los perros. Brinda una capacidad detallada para proporcionar una visión del estado de salud del animal, lo cual lo convierte en una herramienta imprescindible en la práctica veterinaria.

Por tanto, la revisión de literatura es fundamental para destacar la importancia del uroanálisis en el diagnóstico de enfermedades renales y extrarrenales. Este proceso proporciona una base sólida respaldada por evidencia científica, contextualiza el tema dentro del campo de la medicina veterinaria, muestra la evolución del conocimiento a lo largo del tiempo, permite discernir posibles áreas de investigación aún no abordadas y fortalece la credibilidad del argumento al citar fuentes confiables. Además, aporta perspectivas diversas y enriquece la comprensión del tema, lo que es esencial en un campo multidisciplinario como la medicina veterinaria.

Metodología

Recopilación de fuentes literarias

Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de la literatura científica relacionada con el uso del uroanálisis en el diagnóstico de enfermedades renales y extrarrenales en perros. Se utilizó bases de datos especializadas en medicina veterinaria, como Ebscohost, Sciencedirect, Dialnet, Scielo, Google scholar, National Library Of Medicine, Pubblindex, VetMed Resource y PubMed, así como revistas científicas y libros especializados en nefrología y medicina interna veterinaria.

Enfoque de búsqueda

El enfoque de la búsqueda se realizó sobre los términos clave tales como: riñón, enfermedad renal, enfermedad extrarrenal, uroanálisis, relacionados con perros, y su importancia y utilidad en este tipo de enfermedades. Se emplearon operadores lógicos (not, and, or), los cuales son esenciales para realizar eficazmente una búsqueda bibliográfica. Además, se aplicaron filtros de fecha (desde el año 2013 al año 2023) para garantizar la pertinencia de los estudios seleccionados, sin embargo, existen publicaciones e información de alta relevancia con fecha de años anteriores al 2013.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron todos los estudios originales que proporcionaron evidencia científica sobre la utilidad del uroanálisis en perros; así como información de utilidad diagnóstica en enfermedades renales como extrarrenales. Se excluyeron estudios que no se relacionaran con el tema, que no estén disponibles en texto completo o en idiomas diferentes al español y el inglés.

Procedimiento de elección, recopilación y presentación de información

Se realiza la selección de estudios con base en los criterios de inclusión y exclusión. Se elaboró el documento y con la asesoría del tutor asignado se llevó a cabo su revisión y se realizaron los ajustes respectivos. La información obtenida se presentó de manera sistemática y descriptiva y posteriormente se discutieron las implicaciones clínicas de los hallazgos incluyendo recomendaciones prácticas para la interpretación de las diferentes pruebas del uroanálisis como apoyo para el diagnóstico de las enfermedades renales y extrarrenales en caninos.

Desarrollo y discusión

Generalidades

El riñón es considerado como el órgano multifuncional e importante para mantener la homeóstasis. Posee una alta reserva funcional y cuando no trabajan más del 75 % de las nefronas se presentan signos clínicos de una insuficiencia renal. Este órgano recibe un 25 % aproximadamente del gasto cardíaco total. Debido a ciertos mecanismos urinario o generalizadas, trastornos metabólicos o alteraciones en otros órganos, cambia la composición de la orina, por tal razón su análisis y un buen examen físico en el canino, permiten diagnosticar patologías múltiples (Núñez et al., 2007).

La nefrona es considerada la unidad funcional del riñón y es la encargada de la producción de la orina; se compone de glomérulo, asa de Henle, cápsula de Bowman, túbulos contorneados distal y proximal y un colector. Muchos capilares cubren la nefrona y allí se realiza la reabsorción de sustancias del filtrado glomerular. Este filtrado pasa del túbulo colector hasta los uréteres en la orina, generalmente esa tasa de filtración es grande. En perros con 20 kilogramos de peso, se produce 2,6 litros de filtrado glomerular/hora, obteniéndose un volumen final de orina de 25 a 40 ml/Kg/h al pasar por los túbulos que modifican el plasma al conservan agua, electrolitos y glucosa.

Entre las funciones más importantes de los riñones se tienen las siguientes: Filtración selectiva del plasma, Secreción de desechos y metabolitos, regulación hídrica y electrolítica, reabsorción de metabolitos del filtrado tubular, regulación ácido-base, depuración renal (creatinina), termorregulación y función endocrina (eritropoyetina, renina). Existen 3 mecanismos fundamentales en el intercambio del riñón que determinan la composición y la producción de la orina, ellos son: Filtración glomerular, reabsorción tubular y secreción tubular.

Para diagnosticar enfermedades del aparato urinario se deben tener en cuenta una buena historia clínica, examen físico del perro, hemograma y química sanguínea, análisis de orina, cultivo, radiografía, biopsia, citología entre otros.

Las pruebas que más evalúan el funcionamiento renal, para conocer el sitio y grado de alteración y poder dar un diagnóstico acertado, son especialmente la Creatinina, Urea (Bun) y densidad urinaria, pero sin dejar de lado otras como pruebas de concentración, proteínas en suero, depuración, hemograma y bioquímica. Reciben el nombre de hiperazotemia cuando la urea y creatinina están incrementados y es fundamental clasificar el tipo de hiperazotemia para lo cual el valor de densidad urinaria es muy útil. (Núñez et al., 2007).

La Urea es el producto principal del catabolismo de las proteínas y es el glomérulo el encargado de filtrarla; los valores de referencia en caninos son de 3,9- 8,9 mmol/L y para obtener el nitrógeno ureico (BUN) se debe dividir por 2,14 el valor de la urea, lo que equivale a un valor de referencia del BUN de 1,8-4,16 aproximadamente. Su aumento se da por insuficiencia renal, obstrucción de uréteres (hiperazotemia posrenal), reducción de filtración glomerular y disminución del flujo sanguíneo renal (hiperazotemia prerrenal) entre otros.

La creatinina se forma de la creatina muscular y la fosfocreatina; se excreta en la orina después de ser filtrada por el glomérulo; generalmente se eleva después de la urea. En perros su valor va de 60-126 $\mu\text{mol/L}$; su aumento se da durante la enfermedad renal primaria, en hiperazotemias prerrenal y posrenal. La densidad urinaria su punto crítico en caninos es de 1030; los valores de isostenuria (1008-1012) sin hiperazotemia indican que el riñón es capaz de concentrar la orina.

Aporte diagnóstico en las enfermedades renales

La enfermedad renal crónica (ERC) es común en perros y suele ser el resultado de una enfermedad renal subyacente que posiblemente haya persistido durante meses o incluso años (Adams, 2004). Esta condición se caracteriza por una disfunción renal irreversible que conduce a una pérdida progresiva de al menos el 75 % del tejido renal. Esto resulta en diversas alteraciones, incluida la incapacidad para concentrar la orina y eliminar los productos nitrogenados del proceso de descomposición de proteínas, lo que se conoce como azotemia (Di Bartola, 2005).

La mayoría de los pacientes diagnosticados con ERC fallecen en los primeros dos a tres años después del diagnóstico, aunque el período de supervivencia puede variar (Brown, 2007). Aunque la ERC puede afectar a perros de cualquier edad (Brown, 2007), es común en pacientes geriátricos. Se estima que aproximadamente el 10 % de los perros con ERC se encuentran en etapas avanzadas de la vida (Bessone et al., 2019).

En el caso de los perros, los factores de riesgo para el desarrollo de la ERC incluyen procesos infecciosos que pueden llevar a glomerulonefritis, como el Adenovirus canino 1, endocarditis bacteriana, brucelosis y borreliosis (Bessone et al., 2019). Además, enfermedades como dirofilariosis, ehrliquiosis, leishmaniasis, hepatozoonosis, bartonelosis, babesiosis, blastomicosis, coccidioidomicosis y tripanosomiasis, así como infecciones bacterianas crónicas, como las que afectan en procesos periodontales, piodermas, piometra, septicemias, prostatitis y pielonefritis, entre otras, también se consideran factores de riesgo. Algunas neoplasias, como leucemias, linfosarcoma, mastocitoma, eritroleucemia primaria e histiocitoma sistémico, también pueden contribuir al desarrollo de la ERC (Bessone et al., 2019).

Además, otros factores de riesgo para el desarrollo de ERC incluyen enfermedades inmunomediadas con hiperglobulinemias, hipertensión arterial, el uso prolongado de corticosteroides y otros antiinflamatorios, así como endocrinopatías como diabetes mellitus, hiperadrenocorticismismo y otras condiciones asociadas con hiperlipidemia (Fernández, 2010). Animales con niveles elevados de ácido úrico en sangre y de edad avanzada también tienen un mayor riesgo de desarrollar ERC (Mingela et al., 2011).

Los estudios para diagnosticar la ERC incluyen la medición de la concentración sérica de urea y creatinina, que indican la capacidad renal para eliminar productos nitrogenados, y la determinación de la densidad urinaria, que refleja la capacidad de concentrar la orina. Estos son métodos que deben incluirse en el perfil renal, pero son relativamente poco sensibles y específicos en la detección temprana del daño, ya que existen múltiples causas extrarrenales de aumento en estos valores. Por lo tanto, es necesario ampliar el perfil de análisis de laboratorio para el diagnóstico de ERC, considerando pruebas fáciles de realizar y que permitan una mayor aproximación al diagnóstico (Bessone et al., 2019).

La evaluación de las proteínas en la orina es esencial, ya que proporciona información sobre la presencia de diferentes cantidades de estas (proteinuria). Aunque puede estar asociada con causas fisiológicas o funcionales, también puede indicar la presencia de patologías renales (Cortadellas, 2012). Se considera proteinuria persistente cuando se detecta en al menos 2 o 3 ocasiones consecutivas en un período de 2- 4 semanas (Cortadellas, 2012). La proteinuria se convierte en un marcador clínico-patológico importante de la ERC en perros, especialmente cuando se presenta en una orina cuyo sedimento no muestra particularidades, es decir, cuando está inactivo (Lees & Cortadellas, 2012).

La proteinuria puede tener un origen prerrenal, renal o posrenal. Una vez que se han descartado las causas pre/post - renales y si el animal presenta un sedimento urinario inactivo, se sugiere que la proteinuria pueda originarse exclusivamente en el glomérulo o en el túbulo. En animales con enfermedad renal crónica de origen glomerular, la detección de proteinuria posibilita el diagnóstico antes de que se manifiesten alteraciones en los indicadores plasmáticos de la enfermedad (Cortadellas, 2012).

Aporte diagnóstico en las enfermedades extrarrenales

1. Diabetes mellitus

En un estudio denominado Alteraciones de analitos séricos y de orina en perros diabéticos: Informe de 30 casos, realizado por Jardón et al., 2008, concluyeron que, las alteraciones bioquímicas más comunes en perros diabéticos incluyen hiperglucemia, glucosuria, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, aumento en la actividad de enzimas como ALT, AST y FA, hipobicarbonatemia, hiperglobulinemia, así como elevaciones en los niveles de urea y creatinina. Entender estas variaciones bioquímicas resulta crucial para un diagnóstico preciso, seguimiento efectivo de los pacientes y proporcionar un pronóstico acertado de la diabetes mellitus en perros. Los análisis bioquímicos en suero y en orina son valiosos para establecer el diagnóstico, guiar el tratamiento y monitorear la evolución de la diabetes mellitus. En este contexto, el urianálisis cumple varios propósitos diagnósticos en perros con diabetes mellitus (DM). Sin embargo, entre los más significativos se encuentran la detec-

ción de glucosuria y cetonuria (Lassen, 2004).

2. Infecciones tracto urinario

En un estudio retrospectivo denominado Hallazgos del uroanálisis y urocultivo en 127 muestras de perros y gatos con sospecha de infección urinaria analizadas en Diagnóstico Albéitar durante el 2016 desarrollado por Agüero et al., 2018; se estudiaron los resultados de las muestras de uroanálisis y urocultivo de perros y gatos con sospecha de infección urinaria; los hallazgos del uroanálisis más representativos fueron la presencia de leucocitos, bacterias, eritrocitos y proteínas que se presentaron en 4 de cada 5 casos de ambas especies. El 84 % de las infecciones fueron producidas por una bacteria, siendo *Escherichia coli* el agente más frecuente en ambas especies, seguido de *Proteus sp.* y *Staphylococcus pseudintermedius* en perros y en gatos. *Enterococcus faecalis*, esto demuestra que, aunque el urocultivo identifica el agente infeccioso, el uroanálisis sirve como punto de partida para detectar alteraciones en el tracto urinario, y esto influye en la decisión de realizar un urocultivo como segunda instancia. Esto es particularmente relevante dado que el urocultivo es una prueba más costosa en comparación con el uroanálisis.

3. Hepatopatías

La bilirrubina se presenta como un marcador potente de enfermedad hepática más que de trastornos urinarios. Se deriva del metabolismo del grupo hemo a través del sistema retículo endotelial, siendo transportada al hígado donde se conjuga con ácido glucurónico para luego ser excretada a través de la vía biliar. Únicamente la bilirrubina conjugada posee solubilidad en agua, permitiendo su filtración libre por los glomérulos. La almohadilla de la tira de orina contiene 2,4-dicloroanilina diazotizada que, al reaccionar con la bilirrubina, produce un cambio de color. Su detección se establece a partir de 0,4 mg/dL (Sink, 2012). Cabe destacar que el umbral de degradación de la hemoglobina en bilirrubina es bajo en los riñones de los perros. Por lo tanto, en perros con enfermedad hepática, la presencia de bilirrubina en la orina puede evidenciarse antes de que su concentración aumente en la sangre (Barrera & Barceló, 2021).

Es común encontrar cantidades mínimas de bilirrubina en muestras de orina concentrada de perros sanos, especialmente en machos, donde el resultado de una tira de orina con un indicador de “+”, puede ser considerado normal. Las causas de bilirrubinuria abarcan hemólisis (como la anemia hemolítica autoinmune, entre otras), enfermedad hepática y obstrucción biliar poshepática. Adicionalmente, es posible observar bilirrubinuria de grado moderado en casos de ayunos prolongados (Barrera & Barceló, 2021).

Por otro lado, se encuentra la prueba de urobilinógeno en la orina, la cual evalúa la concentración de esta sustancia en su muestra. En condiciones normales, la orina contiene cierta cantidad de urobilinógeno. No obstante niveles elevados pueden indicar una posible condición hepática, como hepatitis o cirrosis o incluso algunos tipos de anemia. Por otro lado, una escasa presencia o ausencia de urobilinógeno puede señalar otras problemáticas relacionadas con el hígado, la vesícula biliar o los conductos biliares (Merck y Co, 2020).

El urobilinógeno se origina a partir de la bilirrubina. Esta última se produce durante el proceso natural de descom-

posición de glóbulos rojos envejecidos. El hígado emplea la bilirrubina para generar bilis, un líquido que facilita la digestión en el intestino. Parte de la bilis viaja a través de los conductos hepáticos hacia el intestino, mientras que el resto se almacena en la vesícula biliar para su uso posterior (Merck y Co, 2020). Las bacterias beneficiosas presentes en el intestino descomponen la bilirrubina en bilis y producen urobilinógeno. Una fracción de este último se excreta a través de las heces, mientras que otra parte retorna al hígado a través del torrente sanguíneo, donde es reciclado de nuevo en bilis. Una pequeña cantidad de urobilinógeno se elimina a través de la orina (Merck y Co, 2020). La ausencia o baja presencia de urobilinógeno en la orina puede sugerir un posible obstáculo en la liberación de bilis hacia el intestino.

Por otro lado, niveles elevados de urobilinógeno en la orina pueden indicar que el hígado está produciendo una cantidad excesiva de bilirrubina debido a una descomposición más rápida de los glóbulos rojos de lo habitual. Esta condición se conoce como anemia hemolítica. También puede señalar que el hígado tiene dificultades para reciclar el urobilinógeno y convertirlo en bilis, lo cual puede ser indicativo de una enfermedad hepática subyacente (Merck y Co, 2020).

4. Desórdenes metabólicos

Acidosis metabólica: la acidosis metabólica puede surgir en diversas situaciones y condiciones. Se observa en trastornos metabólicos como la diabetes mellitus, uremia y cetosis, así como en casos de administración de medicamentos acidificantes. Además, puede resultar de diarreas graves, dietas altas en proteínas, procesos de adelgazamiento y excesivo catabolismo de proteínas en situaciones como períodos de hambre, fiebre, diabetes mellitus y enfermedad renal crónica. También puede originarse por esfuerzos físicos excesivos.

Es fundamental reconocer y gestionar adecuadamente la acidosis metabólica en cada situación para prevenir complicaciones y preservar la salud del individuo afectado (Zamora y Osorio, 2015). Si una alcalosis metabólica hipoclorémica persiste en el tiempo, conlleva a la producción de una orina ácida, fenómeno conocido como aciduria paradójica. Se ha investigado este proceso tanto en humanos como en animales utilizando el modelo de H-H, y se explica como un aumento en la excreción de iones de hidrógeno unidos a tampones urinarios, o como una disminución en la excreción de bicarbonato en la orina (Martínez y Oliver, 2016).

Alcalosis metabólica: La alcalosis metabólica es un trastorno ácido-base en el cuerpo humano que se caracteriza por un aumento anormal del nivel de pH en los líquidos corporales, lo que indica un exceso de alcalinidad o básico en el organismo. Esto ocurre cuando hay una pérdida de ácido o un aumento en la concentración de bicarbonato en el sistema sanguíneo. Puede ser causada por diversas condiciones como vómitos persistentes, ingestión excesiva de sustancias alcalinas, trastornos renales y ciertos medicamentos. Los síntomas pueden incluir confusión, debilidad, temblores musculares y en casos graves, puede llevar a complicaciones serias. El tratamiento depende de la causa subyacente y puede incluir correcciones en la dieta, medicamentos o manejo de la condición médica asociada (Fraga, 2021).

La alcaluria puede surgir en diversas circunstancias. Se observa prácticamente siempre que hay una alcalosis sisté-

mica, infecciones del tracto urinario y retenciones de orina en la vejiga también pueden contribuir a su desarrollo. La alcalinidad de la orina favorece la formación de carbonato cálcico, fosfato cálcico y fosfato amónico magnésico. Por último, la orina alcalina puede resultar en la lisis de glóbulos rojos y disolución de túbulos cilíndricos renales a nivel microscópico. Es crucial reconocer estas situaciones para un manejo adecuado y prevenir complicaciones asociadas con la alcalosis metabólica (Zamora y Ospina, 2015).

Obesidad: en relación con la asociación entre el uroanálisis y la obesidad en pacientes caninos, existe una escasez de evidencia en la literatura. (Wynn et al., 2016) demostraron un aumento en la prevalencia de bacteriuria asintomática en perros con obesidad, atribuido a una disminución en la actividad diaria que resulta en retención urinaria. Otro hallazgo informado es que los caninos con sobrepeso tienen un mayor riesgo de desarrollar cálculos urinarios de oxalato cálcico (Lekcharoensuk et al., 2000).

Se cree que esto se debe a que la obesidad contribuye a la formación de urolitos al acidificar la orina, un fenómeno que se ha comprobado en humanos, aunque no se ha demostrado una correlación entre el pH urinario y la condición corporal en caninos (Kennedy, Lulich, Ritt, Furrow, 2016). Hay pocos hallazgos sobre el pH urinario en caninos con obesidad. En cuanto a los datos de densidad urinaria, se ha observado un aumento después de someter a perros obesos a un programa de pérdida de peso (Tvriijonavičute et al., 2013).

6. Enfermedades endocrinas

Síndrome poliuria-polidipsia: El síndrome poliuria-polidipsia es común en pequeños animales y puede originarse por alteraciones en la homeostasis del agua, involucrando cambios en la osmolalidad tanto plasmática como celular. En la mayoría de los casos, la polidipsia actúa como una respuesta compensatoria a la poliuria, aunque también existen casos de polidipsia primaria con poliuria compensatoria. Las causas de polidipsia primaria pueden ser de naturaleza psicogénica (vinculada a factores como ansiedad o aburrimiento), o estar asociadas a condiciones como tumores, traumas o inflamación en el hipotálamo, aumentos en la actividad de renina-angiotensina, así como por factores como hipercalcemia, fiebre y dolor (Coppo, 2009).

La poliuria-polidipsia tiene diversas causas, entre ellas la diabetes mellitus y la diabetes insípida (central o periférica), el hiperadrenocorticismismo (síndrome de Cushing), hipoadrenocorticismismo (Síndrome de Addison), inducción por medicamentos, glucosuria renal primaria, proteinuria, falla renal primaria, falla hepática, polidipsia psicogénica entre otras (Coppo, 2009). Identificar la causa de la poliuria requiere la integración de los síntomas junto con la evaluación del estado de hidratación y el análisis de los resultados de las pruebas de glucemia, glucosuria, uremia y densidad urinaria. Además, es fundamental considerar los hallazgos obtenidos en las pruebas de privación de agua y la respuesta a la hormona antidiurética (ADH) (Coppo, 2009).

7. Urolitiasis

Las formaciones sólidas en el tracto urinario son conocidas como urolitos o cálculos. La presencia de cristales en la orina indica una sobresaturación de componentes químicos, que puede haberse producido tanto in vivo como in vitro, posiblemente debido a cambios en la temperatura o el pH

(Zamora y Osorio, 2015). La urolitiasis en perros puede presentar signos leves como un aumento en la frecuencia de micción, hematuria moderada, dificultad y ligera incomodidad al orinar. Sin embargo, en casos graves, los síntomas pueden incluir polaquiuria, tenesmo urinario, hematuria intensa, intensa incomodidad al orinar y una vejiga notablemente distendida al palpar. Otros posibles signos abarcan aumento en el lamido del área genital, polidipsia, poliuria, depresión, malestar y anorexia. Es importante estar atentos a estos indicadores para buscar atención veterinaria adecuada en caso de sospecha de urolitiasis en perros (Allen et al., 2015).

7. Otras patologías

Pratschke (2003) señala que en casos de shunt portosistémico (PSS), los signos a nivel renal incluyen polidipsia psicogénica y poliuria, pudiendo también presentarse polaquiuria, disuria y hematuria. La presencia de urolitiasis puede ser un acompañante común del cuadro clínico debido al aumento en la excreción de amoníaco y ácido úrico a través de los riñones, lo que conlleva a la formación de uratos y cristales de biurato de amonio. Esto se debe a la incapacidad del animal para convertir el amonio en urea. Además, en gatos con PSS, se han observado signos relacionados con las vías urinarias bajas.

Uroanálisis

El uroanálisis implica la evaluación de la orina a través de métodos físicos, químicos y microscópicos e incluye la evaluación de las características organolépticas (color, transparencia, olor y volumen) (Esteller, 2018). Para asegurar un análisis preciso, es esencial comenzar con una muestra de alta calidad. La muestra óptima sería una de orina reciente obtenida por micción espontánea, sondaje uretral o cistocentesis. En un escenario óptimo, se sugiere recolectar la muestra de orina por la mañana, con el paciente en ayunas, utilizando la técnica de cistocentesis, sin embargo, aunque es menos molesto para el paciente, el procedimiento está contraindicado "si hay trombocitopenia, si la vejiga está hiperdistendida o si no está suficientemente llena" (Bexfield et al., 2013). Durante la realización del sondaje uretral es importante garantizar las condiciones asépticas y realizar una limpieza previa de los genitales externos del paciente para prevenir la contaminación de la muestra, así como intentar reducir el riesgo de generar una infección iatrogénica en el tracto urinario (Bexfield et al., 2013).

Se sugiere realizar el análisis en un lapso no mayor a una hora después de la recolección de la muestra (Hüttig, 2016). En lo posible, la recomendación es recolectar la muestra de orina antes de suministrar cualquier tipo de medicamento; los glucocorticoides, por ejemplo, o los diuréticos interfieren con la capacidad de concentración de la orina y pueden desencadenar conclusiones erróneas sobre la situación de la función renal.

Los medicamentos antimicrobianos tienen la capacidad de influir en el recuento de leucocitos y bacterias observado en el sedimento urinario. La precipitación de ciertos fármacos en la orina puede resultar en la formación de cristales poco comunes en el sedimento. En situaciones particulares, la recopilación secuencial de muestras de orina puede ser sumamente beneficiosa, especialmente en animales cuyas condiciones pueden experimentar variaciones a lo largo del tiempo. (López, 2016).

Es recomendable que la cantidad de orina proporcionada para el análisis completo no sea inferior a 5 mililitros aproximadamente (Gómez y Gutiérrez, 2019). En cuanto al volumen de producción normal de orina en perros es de 1-2 ml/kg/min (Seijas et al., 2013).

El análisis de orina representa una prueba de laboratorio sencilla, no invasiva y coste efectivo. Consiste en la evaluación de las propiedades físico-químicas de la orina, la estimación de la concentración de sus solutos, y el examen microscópico del sedimento (Núñez y Bouda 2007). Cabe resaltar la importancia del sedimento urinario, puesto que, aunque el resultado de las pruebas bioquímicas sea normal, no significa que el sedimento sea normal (Puente, 2000).

Está indicado tanto en pacientes con sospecha de enfermedad del sistema urinario como en aquellos con desórdenes no urinarios, ya que proporciona información relevante sobre varios sistemas corporales (Núñez y Bouda 2007). El uroanálisis emerge como el método más directo y sencillo para iniciar la evaluación diagnóstica de hasta 45 enfermedades en el ámbito de la medicina interna veterinaria. Este método de aproximación diagnóstica orienta hacia posibles diagnósticos relacionados con afecciones e insuficiencias renales, trastornos en las vías urinarias, así como enfermedades intestinales, pancreáticas, uterinas, suprarrenales, hepáticas, hematológicas, óseas y paraneoplásicas (Nasello & Hutter, 2010).

El uroanálisis ofrece información diagnóstica valiosa y puede proporcionar indicios sobre el posible pronóstico en diversas situaciones clínicas del paciente, tales como: en la evaluación de animales gerontes, aquellos con sospecha de enfermedad infecciosa, animales febriles, la evaluación preliminar de la función renal en animales deshidratados, así como en la fase inicial de la evaluación de cualquier animal con signos inespecíficos de enfermedad, y como herramienta de rastreo preanestésico (Gómez y Gutiérrez, 2019). Los resultados del uroanálisis, si bien son válidos, no son infalibles; su valor diagnóstico está directamente ligado a la habilidad para interpretarlo de manera adecuada (Gallo, 2014).

El uroanálisis está indicado en diversas situaciones y proporciona algunas ventajas: 1) Contribuye al diagnóstico diferencial entre enfermedades renales y otras patologías, 2) Permite diagnosticar diversas enfermedades y trastornos en etapas subclínicas. 3) Facilita el seguimiento de enfermedades. 4) Evalúa la eficacia y seguridad de tratamientos. 5) Forma parte del examen prequirúrgico. 6) Se debe realizar en todos los animales que presenten síntomas de enfermedad, problemas urinarios o pérdida de peso corporal (Gallo, 2014).

1. Componentes del uroanálisis

El examen general de orina se divide en tres grandes etapas, el examen físico, el químico y el microscópico (Gómez y Gutiérrez, 2019).

1.1. Examen físico (color, olor, turbidez y viscosidad).

1.2. Examen químico (densidad, pH, proteína, glucosa, cuerpos cetónicos, bilirrubinas, urobilinógeno, nitritos, sangre y leucocitos).

1.3. Examen del sedimento urinario (estructuras organizadas, estructuras no organizadas).

A continuación, se describen los parámetros normales del

uroanálisis en caninos (López, 2016):

Examen físico

Color. El color de la orina puede variar desde un tono amarillo claro hasta un ámbar más oscuro, debido a la presencia de dos pigmentos principales: urocromos y urobilina. Un tono amarillo intenso suele indicar una concentración mayor de la orina, mientras que un tono amarillo claro sugiere una mayor dilución. Por esta razón, es importante interpretar el color en conjunto con el resultado de densidad urinaria (DU). Además, diversos factores, tanto exógenos como endógenos, pueden influir en la variación del color de la orina (López, 2016) (Tabla 1).

Las anomalías en el color que permiten sospechar de alguna patología son (Esteller, 2018):

Tabla 1: Anomalías según color de la orina

Color	Anomalías/Patologías
Incolora	Diabetes insípida Insuficiencia renal avanzada Nefritis intersticial Ingestión de agua o soluciones en exceso.
Rojo o marrón	Presencia de eritrocitos, hemoglobina o mioglobina (hemorragia o hemólisis).
Amarillo-marrón	Presencia de bilirrubina (hemólisis o enfermedad hepática). Ictericas parenquimatosas y mecánicas. Hematurias por glomerulonefritis aguda. Metahemoglobinurias: intoxicación por clorato de potasio, anilinas y nitritos.
Amarillo intenso	Ictericia Anemia hemolítica Nefritis aguda Deshidratación
Rosa- anaranjado	Hematuria. Presencia de porfirinas. Ingesta de alimentos con betacarotenos. Consumo de medicamentos como Oligurias febriles infecciosas
Verde-azul	Presencia de azul de metileno, ditiazanina o biliverdina. Pigmentos biliares. Intoxicación por timol.
Blanco o lechoso	Quiluria. Piuria. Lipiduria (hiperlipemia): Diabetes grave, Pancreatitis crónica. Presencia de cristales de fosfato
Negruzca	Melanosarcomas Alteración metabolismo de la tirosina. Hematurias graves. Intoxicación por ácido fénico. Hematurias graves. Intoxicación por ácido fénico

Fuente: (Esteller, 2018) (Gómez y Gutiérrez, 2019).

Olor: Normalmente, la orina de los perros no tiene un aroma muy fuerte (Esteller, 2018). Los olores de la orina son clasificados como normal, amoniacal, putrefacto y desagradable. El olor putrefacto sugiere evidentemente una infección bacteriana en presencia de proteínas (Gómez y Gutiérrez, 2019).

Lo más común es percibir un leve olor a amoniacal, el cual puede indicar la presencia de bacterias productoras de ureasa en el tracto urinario, posiblemente como resultado de una cistitis y otros procesos inflamatorios. En casos de cetonuria, también se puede detectar olor dulce o frutal (Gómez y Gutiérrez, 2019). Además, ciertas sustancias como

antibióticos y suplementos alimenticios pueden generar un aroma distintivo en la orina (Esteller, 2018). Las causas de un olor inusual en la orina se determinan mediante un análisis de orina exhaustivo, a menudo complementado con un panel completo que abarca un hemograma, perfil hepático y perfil renal (Lojara, 2010).

Turbidez: La orina debe presentar transparencia. Cuando está altamente concentrada, existe mayor probabilidad de que se vuelva turbia en comparación con una orina diluida. Cambios en la temperatura y el pH pueden causar pérdida de esta transparencia. Por lo general, las causas de la turbidez en la orina pueden ser identificadas mediante el examen del sedimento urinario. Algunas de estas causas incluyen cristales, células (glóbulos rojos, glóbulos blancos, células epiteliales), semen y bacterias (López, 2016).

Las posibles causas que generan un aumento en la turbidez de la orina son (Tabla 2):

Tabla 2: Causas de turbidez de la orina

Hallazgos	Patologías
Hemates	Traumatismos TU. Anemias hemolíticas. Infecciones
Leucocitos	Pielonefritis. Inflamación de vías urinarias
Contaminación fecal	Fístula recto vesical.
Bacteriuria	Infección de vías urinarias
Cristales de Oxalatos de calcio y ácido úrico	Cálculos renales. Diabetes mellitus Enfermedad renal crónica

Fuente: (Lojara, 2010).

Viscosidad: Se debe a la mayor o menor presencia de sustancias coloidales, la consistencia anormal se produce como consecuencia de residuos procedentes de reacciones inflamatorias del aparato urinario. (Zamora y Osorio, 2015). La viscosidad se mide vertiendo la orina lentamente y con cuidado en el borde del recipiente de muestra y observando cómo fluye. Los tipos de consistencia que se pueden apreciar en la orina incluyen: acuosa; espesa o filamentosas; mucosa y gelatinosa.

Examen químico: Para analizar las propiedades químicas de la orina, se utilizan las tiras reactivas. Estas están compuestas por 10 áreas reactivas (una para cada parámetro), que al entrar en contacto con la orina y permitir el tiempo necesario para que se completen las reacciones químicas y enzimáticas, generan colores específicos que nos proporcionan información sobre la presencia y la concentración aproximada de cada elemento (Esteller, 2018).

Densidad: La densidad urinaria (DU) puede considerarse normal en un rango que va desde 1.030 a 1.045 en perros (Pineda y López, 2021), dependiendo de las necesidades de agua y/o solutos del organismo. La DU se emplea para evaluar la capacidad de los túbulos renales para concentrar o diluir la orina. En función de las necesidades hídricas del animal, el riñón puede producir orina altamente concentrada o muy diluida. En situaciones de exceso de agua, se reabsorben más solutos que agua, lo que resulta en una orina diluida con un mayor volumen. Por el contrario, en situaciones de escasez de agua, se da una mayor reabsorción de agua en comparación con los solutos, lo que produce una orina altamente concentrada (López, 2016). No es posible distinguir entre un animal sano y uno con alteraciones

renales únicamente mediante la medición de la densidad de la orina. Sin embargo, su utilidad aumenta cuando se interpreta en conjunto con otros.

El método más recomendado para medir la densidad urinaria es el refractómetro, ya que ofrece una alta fiabilidad, requiere volúmenes pequeños, es rápido, fácil de utilizar y tiene un coste relativamente bajo (Esteller, 2018).

Las densidades urinarias pueden ser clasificadas en rangos que están asociados con la manifestación de diversas patologías (**Tabla 3**).

Tabla 3: Clasificación densidad urinaria

Hipostenúrica	Isostenúrica	Hipertenúrica asociado a las siguientes patologías
(1.001 – 1.007)	(1.030 – >1.040)	(1.008 – 1.017)
Diabetes Insípida	Cuando la densidad urinaria no supera el rango máximo o desciende a 1.008, se considera que está anclada, lo que puede ser indicio de una posible enfermedad renal.	Deshidratación
Hiperadrenocorticismo		Fiebre
Piometra		Hipovolemia
Hipercalcemia		Administración de Manitol
Hipocalcemia		Diabetes Mellitus
Enfermedad hepática		Proteinuria
Polidipsia psicogénica		

Fuente: (Esteller, 2018).

A su vez, las bajas densidades de acuerdo a la clínica del paciente y otras pruebas diagnósticas complementarias están asociadas a (**Tabla 4**):

Tabla 4: Condiciones relacionadas a la baja densidad urinaria.

Baja densidad de origen renal 1.012 – 1.017	Baja densidad de origen medicamentoso	Baja densidad de origen extrarrenal < 1.008
Glomerulonefropatías en estados avanzados	Soluciones electrolíticas	Insuficiencias hepáticas primarias Secundarias
Tubulopatías	Corticoides	Corticoides con origen en medicamentos
Insuficiencias renales crónicas compensadas	Diuréticos	Corticoides endógenos
Insuficiencias renales crónicas descompensadas		Síndrome polidipsia/poliuria de origen hipofisario
		Paraneoplasias

Fuente: (Esteller, 2018).

pH

El pH urinario es el reflejo del equilibrio ácido-base del cuerpo y puede ser afectado por factores como la dieta o enfermedades. El pH mide la acidez o la alcalinidad de la orina en una escala del 1 al 14. El pH 7 es neutro, mientras que los valores inferiores indican acidez y los mayores indican alcalinidad. En perros y gatos, el rango de referencia es de 6,0 a 7,5. En carnívoros, una orina ácida se considera normal debido al aumento en la ingesta de proteínas (Lizano, 2016).

Proteínas

Normal: negativo ó 1+ (depende DU) Bajo condiciones normales, la orina no contiene sustancias proteicas en cantidades suficientes para ser detectadas mediante técnicas analíticas de rutina (Gómez y Gutiérrez, 2019). provienen del plasma sanguíneo y suelen consistir en una mezcla de

albúminas y globulinas (Gallo, 2014). Las proteínas logran ingresar en la orina, después de haber dejado los túbulos renales, también por contaminación con exudados o con sangre (Gómez et al., 2019).

La detección de proteínas en la orina, o proteinuria, es un hallazgo de gran relevancia, especialmente en patologías como la insuficiencia renal. No obstante, hay varias causas que pueden influir en los resultados de las tiras reactivas. Por esta razón, se prefiere determinar el cociente entre la concentración de proteínas y la creatinina urinaria, conocido como el índice proteína-creatinina (UPC) (Tecles y Cerón, 2010) (**Tabla 5**).

“Así pues, los animales se clasifican en” (Rossi et al., 2012):

- No proteinúricos: $UPC \leq 0,2$
 - Proteinuria en el límite: UPC entre 0,21 y 0,5 en perros.
 - Proteinúricos: $UPC > 0,5$ en perros.

Tabla 5: Origen de la proteinuria

Nefritis - nefritis intersticial aguda	-Nefritis intersticial aguda (proteinuria y sedimento notables). -Nefritis intersticial crónica (ligera proteinuria, grumos presentes). -Pielonefritis (proteinuria notable, leucocitos y eritrocitos).	Pielitis
Neoplasia		Cistitis
Nefrosis	-Congestión pasiva del riñón (cantidad de proteína y sedimento). -Descompensación cardíaca. - Presión sobre las venas abdominales debida a ascitis o tumores. - Fiebre o toxemia	Descargas vaginales o prepucial
		Prostatitis

Fuente: (Gómez y Gutiérrez, 2019).

Glucosa

La glucosa es una molécula pequeña (Lizano, 2016) presente en el plasma que atraviesa libremente el capilar glomerular, se introduce en el filtrado glomerular y es casi completamente reabsorbida de manera activa en los túbulos proximales. Como resultado, solo una cantidad mínima (2-10 mg/dl) se encuentra presente en la orina. (López, 2016). Cuando la cantidad de glucosa sobrepasa el umbral de absorción, se produce la glucosuria (Lizano 2016). Su presencia en la orina (Glucosuria) se considera Hiperglicemia (Gómez y Gutiérrez, 2019).

La intensidad de la detección se relaciona con los colores observados en la tira reactiva, los cuales indican la presencia de glucosa según la cantidad detectada en mmol/l, así: razas, +, ++, +++, o +++++, siendo esta última la que reporta mayor presencia de glucosuria, y se asocia a diversas patologías de la siguiente manera (Tabla 6 y 7):

Tabla 6: Patologías asociadas a glucosuria

Patologías	Desde	Hasta
Diabetes simple	+	++++
Enfermedad renal crónica terminal	+	
Tubulopatías por tóxicos	+	++
Soluciones Glucosadas	+	+++

Fuente: (Gómez y Gutiérrez, 2019).

Tabla 7: Causas de glucosuria

Fisiológicas	Renales	Extrarrenales
Producción de epinefrina y liberación de glucocorticoides (ejercicio excesivo, miedo y estados de shock).	De origen medicamentoso	Diabetes mellitus
Alimentación en exceso de hidratos de carbono.	Cuando exista una incapacidad para reabsorber la glucosa filtrada a nivel tubular.	Pancreatitis aguda crónica que genere la disminución en la producción de insulina.
Incremento de la liberación de glucosa a consecuencia de una anestesia general, convulsiones, situaciones de asfixia.		Hiperpituitarismo
		Hipertiroidismo
		Aumento en la presión intracraneal (tumores hemorragias, encefalitis, fracturas).
		Enfermedades hepáticas crónicas

Fuente: (Gómez y Gutiérrez, 2019)

Cuerpos cetónicos

Cuando se moviliza una gran cantidad de ácidos grasos, estos se metabolizan de manera incompleta, dando lugar a la formación de compuestos intermedios del metabolismo de las grasas que aparecen en la sangre y son excretados a través de la orina. Estos compuestos son conocidos como cuerpos cetónicos, que incluyen ácido acetacético (diacético), acetona y ácidobetahidroxibutírico (Gallo, 2014).

La presencia de cuerpos cetónicos en la orina de un paciente diabético indica que está utilizando grasas como fuente de energía, lo que resulta en la producción y eliminación de cuerpos cetónicos a través de la orina. Es crucial identificar la presencia de cetonuria en un paciente diabético, no solo porque influye en la elección del tipo de insulina a administrar, sino también porque su pronóstico puede ser grave, requiriendo un tratamiento más específico de fluidos y electrolitos (Nasello y Hutter, 2010).

Es importante destacar que la presencia de cetonuria no siempre está asociada a una complicación de la diabetes. Sin embargo, cuando se detecta la presencia de glucosa y cetonas en la orina de un paciente, estamos ante un caso de diabetes cetoacidótica (Gómez y Gutiérrez, 2019).

La cetonuria sin glucosuria en cachorros, por ejemplo, cuando se evidencia una hipoglucemia resultante de anorexia,

ello es la causa de los signos neuroglucopénicos, como la debilidad, las fasciculaciones musculares y las convulsiones epileptiformes. Estos signos a menudo pueden ser confundidos con episodios de intoxicaciones por organofosforados o con casos de moquillo en su manifestación neurológica (Nasello y Hutter 2010). En cachorros de tamaño pequeño, la presencia exclusiva de cetonuria sin glucosuria es un signo característico de anorexia y debe ser tratada como una emergencia metabólica. (Gómez y Gutiérrez, 2019).

La presencia de cetonuria sin glucosuria en adultos es un signo paraneoplásico importante, generalmente asociado a los linfomas. Identificar cetonuria sin glucosuria en un análisis de orina es especialmente relevante para iniciar la evaluación de linfomas diseminados y ocultos en órganos abdominales, ganglios torácicos y otros sistemas, incluido el sistema nervioso central. (G. y Gutiérrez, 2019).

Causas de cetonuria (**Tabla 8**):

Tabla 8: Causas de cetonuria

Diabetes	Asociada con hiperglucemia. Debe ser considerado el primer diagnóstico diferencial en pacientes con cetonuria.
Acidosis metabólica	
Inanición o ayuno cuando las reservas de carbohidratos se agotan, el metabolismo de las grasas toma el control. Los perros adultos muestran una relativa resistencia al desarrollo de la cetosis durante el ayuno, mientras que en los cachorros se observa un notable aumento en su desarrollo.	
Trastornos de la función Hepática	
Vómitos y diarreas prolongadas	Por inanición.
Enfermedades infecciosas	Por desequilibrio térmico.
Hipocalcemia	
Desórdenes endocrinos	Exceso de hormonas sexuales de la hembra.

Bilirrubina

Valor normal: 0 – 2+

Hay dos tipos de bilirrubina: la conjugada o directa, que es soluble en plasma y por lo tanto se filtra a través del glomérulo, pudiendo encontrarse en la orina; y la bilirrubina indirecta o no conjugada, que se encuentra unida a la albúmina y no se excreta a menos que también se presente albuminuria (Gallo, 2014). La bilirrubinuria ocurre cuando se incrementa la concentración de bilirrubina conjugada en el plasma (Llorens, 2010).

El umbral renal para la bilirrubina es bajo en perros, lo que significa que la bilirrubina puede ser detectada en la orina antes de que se presente un aumento en los niveles séricos en perros con enfermedad hepática (Gómez y Gutiérrez, 2019).

Causas de bilirrubinuria (**tabla 9**):

Tabla 9: Causas de bilirrubinuria

Prehepáticas	Hepáticas	Post Hepáticas
Enteritis aguda	Hepatitis: presencia de bilirrubina y urobilinógeno	Obstrucción del flujo biliar
Obstrucción intestinal	Destrucción rápida de hepatocitos	Obstrucción completa: presencia de bilirrubina sin urobilinógeno
		Obstrucción parcial: presencia de bilirrubina y urobilinógeno

Urobilinógeno

la bilirrubina conjugada se convierte en urobilinógeno, un pigmento, una vez que sale del hígado y llega al intestino. Allí, las bacterias la transforman en bilinógenos incoloros, los cuales, al oxidarse, se convierten en urobilinógeno y estercobilinógeno. Estos son responsables de dar color a la orina y a las heces, respectivamente (Nasello y Hutter, 2010) (**tabla 10**).

Tabla 10: Causas del incremento y ausencia de urobilinógeno

Aumento	Ausencia
Procesos hemolíticos	Obstrucción completa del conducto biliar
Anemia Hemolítica	Escasa destrucción de eritrocitos
Anemia perniciosa	Desarreglos de la absorción intestinal (diarreas)
Reducción funcional de la masa hepática	Cirrosis hepática
Ictericia hepatocelular	Nefritis debido a la dilución del urobilinógeno, ocasionada por la poliuria

Fuente: (Gómez y Gutiérrez, 2019).

Nitritos

La detección de nitritos en la orina puede servir como indicador de la presencia de bacterias (Gallo, 2014). Es importante tener en cuenta que esta prueba tiene una limitación: no todos los uropatógenos tienen la capacidad de reducir los nitratos, lo que puede resultar en falsos negativos en el caso de los enterococos. Por otro lado, los saprófitos contaminantes pueden generar falsos positivos (Nasello y Hutter, 2010) (**Tabla 11**).

Tabla 11: Bacterias reductoras de nitrato a nitrito y formadoras parciales de nitrito

Reducen el nitrato a nitrito	Formadores parciales de nitrito
<i>Escherichia coli</i>	<i>Enterococcus</i>
<i>Proteus</i>	<i>Staphylococcus</i>
<i>Klebsiella</i>	<i>Pseudomonas</i>
<i>Enterobacter</i>	
<i>Salmonella</i>	
<i>Corinebacterium</i>	

Sangre

Valor normal: negativo.

Las tiras reactivas tienen la capacidad de identificar eritrocitos intactos, hemoglobina libre y mioglobina libre en la orina cuando se leen en el momento indicado. La prueba colorimétrica contiene peróxido orgánico que reacciona con los pigmentos hemo, siendo ligeramente menos sensible a los eritrocitos íntegros en comparación con la hemoglobina

y la mioglobina (DiBartola, 2005).

Como regla general, la presencia de hematuria al inicio de la micción suele indicar afecciones en las vías genitales o la uretra. La hematuria al final de la micción está asociada con problemas focales en la vejiga, como pólipos o cálculos, mientras que, si hay presencia de sangre durante toda la micción, el problema puede estar relacionado con la coagulación, las vías urinarias superiores, la próstata o problemas difusos en la vejiga. También es posible que los problemas prostáticos se manifiesten con descargas hemorrágicas independientes de la micción (Gómez y Gutiérrez, 2019).

Es importante destacar que la presencia de hematuria no es un indicador específico de enfermedad en el tracto urinario. Una vez que se confirma su existencia, es crucial determinar su origen, y esto debe interpretarse teniendo en cuenta otros hallazgos del sedimento (Gallo, 2014) (Tabla 12).

Tabla 12: Identificación de hematuria, hemoglobinuria y mioglobinuria

Hematuria	Hemoglobinuria	Mioglobinuria
Orina roja y turbia, que se aclara con centrifugación.	Orina Roja a Marrón que no se aclara tras la centrifugación	Orina Roja a Marrón que no se aclara tras la centrifugación
Eritrocitos en el sedimento urinario.	Ausencia de eritrocitos en el sedimento urinario	Ausencia de Eritrocitos en el sedimento urinario
Ausencia de evidencia clínica o laboratorio de anemia hemolítica o enfermedad muscular.	Decoloración roja concomitante del plasma.	Plasma claro de color Normal
	Evidencia de anemia, particularmente hemolítica intravascular	Ausencia de evidencia clínica o laboratorio de anemia
	Ausencia de evidencia clínica o laboratorio de enfermedad muscular.	Evidencia clínica o laboratorio de enfermedad muscular

Fuente: (Gómez y Gutiérrez, 2019).

Causas de hematuria (Tabla 13)

Tabla 13: Causas posibles de hematuria

Vías urinarias altas Riñones- ureteres	Vías urinarias Bajas vejiga-uretra	Tracto urogenital Útero, vagina, Vestibulo, próstata, pene
Necrosis tubular Aguda	Uretritis proliferativa	Estro
Coagulopatías CID, Hemofilia, Intoxicación por cumarínicos, Trombocitopenia, Enfermedad de Von Willebrand		Enfermedades prostáticas: Hiperplasia benigna, Prostatitis, Neoplasia
Enfermedades. Glomerulares	Cistitis hemorrágica (ciclofosfamida)	Vaginitis
Hematuria renal Idiopática	Urolitiasis	Infección uterina (endometritis y pimetra)
Infecciosas: Enfermedad de Lyme Leptospirosis	Neoplasias: CCT, Rabdomiosarcoma, Fibroma	
Nefrolitiasis	Infecciones tracto urinario ITU	
Neoplasias: Carcinoma, HSA, Hemangioma, Sarcoma	Trauma: Procedimientos diagnósticos (sondaje, cistocentesis, urohidropropulsión), Ruptura de la vejiga.	

Pielonefritis	Ectasia vascular de la vejiga urinaria.	
Trauma: golpes, trauma perforante, biopsia renal		
Enfermedad poliquística		
Anomalías renovasculares (infarto renal, telangiectasia renal, Welsh Corgi)		

Fuente: (Suarez et al., 2013).

Leucocitos

Normal: 0-2 /campo.

Si la muestra de orina se obtiene mediante cistocentesis, es común encontrar hasta 5 leucocitos por campo (aumento de 40x). En orinas frescas, estos leucocitos se presentan como células esféricas que son aproximadamente 1½ veces más grandes que los eritrocitos y más pequeñas que las células del epitelio de transición. A menudo, resulta complicado distinguirlos de las células epiteliales de los túbulos renales. Es importante tener en cuenta que los leucocitos pueden lisarse si la orina es alcalina o hipostenúrica. (Llorens, 2010).

Sedimento urinario (examen microscópico)

El examen microscópico del sedimento urinario es crucial para detectar elementos figurados y partículas microscópicas en la orina, lo que lo convierte en una herramienta de gran importancia clínica que no debería ser omitida en ningún caso. La orina normal contiene poco sedimento, pudiendo presentar leucocitos, células epiteliales, moco, cristales y bacterias en el caso de que no se haya recogido de manera aséptica. Los cilindros y eritrocitos desaparecen al reposar la muestra, por lo que el examen debe realizarse en muestras de orina reciente (Gallo, 2014). En el sedimento urinario de perros normales, se encuentran escasas células, elementos, bacterias o cristales. Es normal esperar algunas células rojas y blancas adicionales en una muestra obtenida por micción (Dibartola, 2005).

La parte más crucial del análisis del sedimento no radica en la identificación de cristales u otros elementos de desecho menos relevantes, sino en poseer un sólido conocimiento de lo que no es fisiológico y no debería encontrarse en la evaluación microscópica.

Las partículas que se pueden observar en la evaluación del sedimento urinario y su interpretación son:

Interpretación del sedimento urinario (Tabla 14):

Tabla 14: Interpretación del sedimento urinario

Hallazgos		Interpretación
Células epiteliales (a)	Escamosas	Descamación de uretra, vagina, prepucio. No tiene importancia clínica.
	De transición	Pielonefritis, ITU, Carcinoma de células escamosas.
	Tubulares	Glomerulonefritis, afección tubular grave.

Glóbulos rojos (hematíes) (b)		Hematuria de diverso origen (Tracto urinario o genital > 5 hematíes/campo).
Leucocitos (c)		ITU séptica o no Piuria: > 5 MN/campo.
Microorganismos (d)	Bacterias	ITU
	Parásitos	
	Hongos	
Cilindros (e)	Hialinos	Albuminuria, fiebre, ejercicio intenso.
	Celulares	Epiteliales: nefritis aguda, necrosis tubular. Hemáticos: hemorragia tubular/glomerular. Leucocitarios: pielonefritis aguda.
	Céreos	Lesiones crónicas tubulares. Pronóstico muy grave.
Cristales		
Predominio ácido	Oxalato calcio (1)	Dihidrato: en orina normal. Monohidrato: intoxicación por etilenglicol.
	Uratos amorfos (2)	Precipitados no cristalinos de sales de ácido úrico. No tienen importancia clínica
	Tirosina (3)	Enfermedad hepática o fallo congénito en metabolismo del aminoácido.
	Xantina (4)	Primario: xantiniuria congénita Secundario: xantiniuria adquirida; administración de fármacos como alopurinol.
	Cistina (5)	Cistinuria por defecto congénito del metabolismo del aminoácido.
	Colesterol (6)	Degradación de membrana celular y enfermedades renales (síndrome nefrótico)
Predominio alcalino	Bilirrubina (7)	Patologías hepáticas
	Fosfatos amorfos (8)	Hipercalcemia hiperfosfatemia, infecciones, obstrucciones, estasis.
	Fosfato amónico-magnésico o estruvita (9)	ITU por patógenos urolíticos (cistitis, prostatitis) junto con reacción inflamatoria leucocitaria.
	Carbonato cálcico (10)	Excepcional en carnívoros.
	Urato Amónico (11)	Derivación portosistémica o Hepatopatía hiperamoniémica. Asociado a defectos enzimáticos.
		

Fuente: (Pineda y López, 2021).

Existe un gen recesivo conocido como SLC2A9 que afecta a ciertas razas de perros, como el dalmata. Este gen provoca un fallo en el metabolismo del ácido úrico a alantoína, lo que resulta en un aumento de la excreción urinaria de ácido úrico, conocido como hiperuricosuria (Westropp et al., 2017). Por esta razón, en perros sanos de la raza dalmata es común encontrar cristales de urato de amonio. Sin embargo, esto puede predisponer a la formación de urolitos de urato amónico, los cuales no están relacionados con el metabolismo hepático. Esta situación puede llevar a confusión en el momento de establecer un diagnóstico, ya que, en otras razas de perros, los urolitos de urato amónico están principalmente asociados a enfermedades hepáticas como el shunt portosistémico (Villa et al., 2014).

Conclusiones

El uroanálisis desempeña un papel fundamental en el diagnóstico de enfermedades en los perros, ya que proporciona información valiosa sobre la salud del tracto urinario y otros sistemas del organismo. A través de la evaluación de diversos parámetros como la presencia de glóbulos rojos, glóbulos blancos, proteínas, glucosa y otros compuestos, se pueden identificar indicios de afecciones como infecciones del tracto urinario, enfermedades metabólicas, problemas renales y hepáticos, entre otras. Además, el uroanálisis puede ser especialmente relevante en el monitoreo de enfermedades crónicas y en la evaluación de la respuesta al tratamiento. Al proporcionar datos objetivos y específicos sobre el estado de salud del perro, el uroanálisis se convierte en una herramienta crucial para los médicos veterinarios en el proceso de diagnóstico y seguimiento de las condiciones médicas de los animales.

Referencias

1. Adams L. 2 Chronic renal failure. In: Tilley, L.P.; Smith, FW. The 5 Minutes Veterinary Consult. 3° ed. Lippincott, Williams & Wilkins. Baltimore, Estados Unidos. 2004. p.1124 -- 1125.
2. Agüero-León, L., Calderón Hernández, A., & Coen-Alfaro, J. (2018). Hallazgos del uroanálisis y urocultivo en 127 muestras de perros y gatos con sospecha de infección urinaria analizadas en Diagnóstico Albéitar durante el 2016. Ciencias Veterinarias, 36(3), 9-9.
3. Ale Greno, J. L., Masina Barrios, L. P. (2022). Descripción de los hallazgos bioquímicos, presión arterial y uroanálisis en caninos con obesidad.
4. Allen HS, Swecker WS, Becvarova I, LP Weeth, Were SR. 2015. Associations of diet and breed with recurrence of calcium oxalate cystic calculi in dogs. J Am Vet Med Assoc. 246:1098- 1103.
5. Álvarez-Linares, B., Ávila- Ramos, F., & López-Briones, S. (2017). Diagnóstico y tratamiento de la diabetes mellitus en perros. Abanico veterinario, 7(1), 53- 67.
6. Araque Otero, L. M. (2016). Urolitiasis vesical en canino French Poodle: Reporte de caso clínico.
7. Barrera Chacon, R. 2007. Valoración de los distintos métodos laborales empleados en el diagnóstico de la insuficiencia renal crónica en perros. Rec vet. Vol. II, n° 01-04. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/recvet/n01a0407/01a040705.pdf>
8. Barrera Chacón, R., & Nicolás Barceló, P. (2021). El laboratorio de análisis clínicos en el diagnóstico de las enfermedades del aparato urinario. Análisis de orina.
9. Beristain Ruiz, D. M., Zaragoza Bayle, C., Rodríguez Alarcón, C. A., Ruiz Tapia, P., Duque Carrasco, J., & Barrera Chacón, R. (2009). Incidencia de sexo, edad y raza en perros con proteinuria post-renal: estudio retrospectivo de 162 casos. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 10(5), 1-8.
10. Bessone, A. F., Cabral, G., Babini, S., Arri, J., Gonzalez, P., Jiménez, F.,... & Bernardes, G. (2019). Evaluación clínica y bioquímica de perros mayores de 8 años con factores de riesgo para desarrollar enfermedad renal crónica. Resultados preliminares.
11. Bexfield, N. y Lee, K. En guía de procedimientos.

tos habituales en la clínica de pequeños animales. Ediciones S, 2013. Barcelona.

12. Bonilla-Espinel, S. E., Rubio-Arias, P. G. (2023). Determinación de variación estadística entre uso de tiras reactivas de orina humana y veterinario en caninos. *MQR Investigar*, 7(3), 115-129.

13. Brown SA. 2007. Management of chronic kidney disease. En: Elliot J, Grauer F (eds). *BSAVA. Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology*. Gloucester, British Small Animal Veterinary Association. 2007.p.223-230.

14. Carrillo, R. (2019). Cistotomía en canino dálmata con retención urinaria secundaria a obstrucción por Urolitiasis.

15. Cortadellas MJ, Fernández-del Palacio. Diagnosis and therapy of canine and feline chronic kidney disease (CKD). Part 1: patient evaluation. *Clinical Veterinary Small Animals*, 2012; 32 (4): 215- 223.

16. Coppo, J. A. (2009). El desafío diagnóstico del síndrome poliuria polidipsia. *Revista Veterinaria*, 20(2), 146-153. <https://doi.org.proxy.sanmartin.edu.co/10.30972/vet.2021868>

17. Crespo Ramallo, R. O. C. I. O. (2021). Errores Preanalíticos Más Relevantes En Hematología, Química Sanguínea, Uroanálisis En Pequeños Animales.

18. Cridge, H., Wills, R. W., & Lathan, P. (2018). Correlation between urine color and urine specific gravity in dogs: ¿Can urine color be used to identify concentrated urine? *Canadian Veterinary Journal*, 59(2), 178-180.

19. Di Bartola SP. Renal Disease: Clinical Approach and Laboratory Evaluation. En: Ettinger SJ, Feldman EC (eds). *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. 6° ed. Saint Louis, Elsevier Saunders. 2005. p.1716- 1730.

20. De la Rosa-Zarate, I., & Díaz González-Vieyra, S. (2011). Hemorragias multisistémicas por uremia aguda en un perro Dálmata, reporte de caso clínico. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 12(10), 1-9.

21. Del Ojo Morales, A., & Mota, A. B. (2022). Importancia de la consulta pre quirúrgica en clínica de pequeños animales. *Badajoz Veterinaria*, (25), 52-59.

22. Efus Osorio, J. (2021). Evaluación de las características físicas, químicas y microscópicas de la orina de caninos (*Canis lupus familiaris*) mayores de cinco años clínicamente sanos.

23. Esteller, L. C., & Combalía, L. N. (2018). Trabajo Fin de Grado en Veterinaria. Análisis de los factores que influyen en los resultados y en la interpretación del urianálisis y sus implicaciones diagnósticas.

24. Farris, Justin; Camus, Melinda S.; Krimer, Paula M. *Journal of the American Animal Hospital Association*. Sep/Oct2022, Vol. 58 Issue 5, p240-248. 9p. DOI: 10.5326/JAAHA-MS-7233.

25. Fernández del Palacio MJ. 2010, Reviewed . Risk factors in dogs and cats for development of Chronic kidney disease. [Internet] 2013. Disponible en: <http://www.iris.kidney.com/education>

26. Forero Bernal, M. A., Dueñas Jiménez, H. T., & Ramírez Ladino, S. E. (2021). Evaluación de la función renal y urinaria en perros adultos (jóvenes y geriátricos)- monografía.

27. Gallo Lamping, C. A. (2014). Manual de diagnósti-

co con énfasis en laboratorio clínico veterinario (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

28. Garay Ríos, D. P., & Morales Durand, E. P. (2021). Proteinuria y densidad urinaria baja como indicadores tempranos de enfermedad renal crónica en caninos asintomáticos mayores de 5 años del Distrito de Cercado de Lima-2021.

29. García Noblet, R., Neyra Rodríguez, J., Coello Vieil, D., & Hernández Ávila, P. (2009). Cromato Semiología clínica de la orina. *Revista Información Científica*, 62(2).

30. Gómez, Rebeca del Rosario y Gutiérrez Millón, María Angélica (2019) Manual para interpretación de exámenes laboratoriales de rutina en caninos. Manual. Universidad Nacional Agraria.

31. Gómez Medina, S. (2020). Caso clínico de un canino diagnosticado con Shunt portosistémico (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).

32. González, F. H. D., Valle, S., & Silva, S. (2014). Patología clínica veterinaria: un abordaje sobre casos clínicos. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 77p.

33. Guerrero, S., Pastor, J., Tvarijonaviciute, A., Cerón, J., Balestra, G. y Caldin, M. Analytical validation and reference intervals for freezing point depression osmometer measurements of urine osmolality in dogs. *J Vet Diagn Invest*, 2017; 29(6): 791-796.

34. Gutiérrez, M. V. (2019). Relación entre uremia, creatininemia, urianálisis y el cociente Proteína/creatinina en orina en pacientes caninos de diferentes edades como herramienta de valoración de la función renal (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

35. Hokamp, J. A., Cianciolo, R. E., Boggess, M., Lees, G. E., Benali, S. L., Kovarsky, M., & Nabity, M. B. (2016). Correlation of Urine and Serum Biomarkers with Renal Damage and Survival in Dogs with Naturally Occurring Proteinuric Chronic Kidney Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(2), 591-601. <https://doi-org.proxy.sanmartin.edu.c o/10.1111/jvim.13832>.

36. Hüttig, A. IRIS (2016). Recogida de orina en perros y gatos. Recuperado de: <http://www.iris.kidney.com/education/urin e collection.html>

37. Jardón Herrera, S. G., Mondragón Vargas, R. L., García Ortuño, L. E., & Bouda, J. (2008). Alteraciones de analitos séricos y de orina en perros diabéticos: Informe de 30 casos. *Veterinaria México*, 39(4), 387-395.

38. Jacob F, Polzin, DJ, Osborne CA, et al. Evaluation of the association between initial proteinuria and morbidity rate or death in dogs with naturally occurring chronic renal failure. *J Am Vet Med Assoc*. 2005; p. 226:393-400.

39. Koscinczuk, P., Mussart, N. B., & Cainzos, R. P. (2015). Evaluación del proteinograma de un canino con síndrome de Cushing y proteinuria. *Revista veterinaria*, 26(2), 151-153.

40. Krimer, P. M., Tanner, M. C., & Camus, M. S. (2019). Evaluation of a Home Urinalysis Kit in Dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 55(3), 144-151. <https://doi-org.proxy.sanmartin.edu.c o/10.5326/JAAHA-MS-6881>.

41. Lassen ED. Laboratory evaluation of the endocrine pancreas and of glucose metabolism. In: Thrall MA, Baker DC, Lassen ED, Campbell TW, Rebar A, De Nicola D, editors. *Veterinary hematology and clinical chemistry*,

- Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004: 431-443.13.
42. Lees GE, Brown SA, Elliott J, et al. Assessment and management of proteinuria in dogs and cats: 2004 ACVIM Forum consensus statement (small animal). *J Vet Intern Med*. 2005; 19: 377-385.
 43. Swanson, L. L. (2000). Patient and environmental factors associated with calcium oxalate urolithiasis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(4), 515– 519.doi:10.2460/javma.2000.217.515
 44. Lizano Hernández, N, 2016. Urianálisis. Recuperado En: <http://diagnosticoalbeitar.com/urianalisis/>
 45. Lojara Larrea, J.M, 2010. Color, Olor, claridad y volumen: Examen macroscópico de orina. *Vetpraxis*. Recuperado de: [http://www.vetpraxis.net/2010/03/15/color-olor-Claridad y volumen- examen-macroscopico-de orina/](http://www.vetpraxis.net/2010/03/15/color-olor-claridad-y-volumen-examen-macroscopico-de-orina/)
 46. López López, V. M. (2016). Caracterización de los valores del urianálisis en individuos derivados de las especies lama glama y lama pacos (guarizos) en la provincia de Cotopaxi (Bachelor's thesis, Latacunga/utc/2016).
 47. Llorens, Antonio Arciniega. 2010. amvac. amvac. [En línea] Royal Canin, 12 de 2010. [Citado el: 10 de 02 de 2015.] <http://www.amvac.es/docs/revistaAV/AV29.pdf>.
 48. Martínez Rodríguez, D. A., Oliver Espinosa, O. J. (2016). Alcalosis metabólica hipoclorémica o alcalosis de iones fuertes: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria*, (32), 131-141.
 49. Maurenzig, N. D., & Cainzos, R. P. (2021). Síndrome de Cushing en un paciente canino con carcinoma cortical adrenal: Reporte de un caso. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(1).
 50. Merck Manual Consumer Version [Internet]. Kenilworth (NJ): Merck & Co., Inc.; c2022. Urinalysis and Urine Culture; [reviewed 2020 May; cited 2022 Mar 13]; [about 3 screens]. Available from: <https://www.merckmanuals.com/home/kidney-and-urinary-tract-disorders/diagnosis-of-kidney-and-urinary-tract-disorders/urinalysis-and-urine-culture>
 51. Minguela JI, Hernando A, Gallardo I, Martínez I, García P, Muñoz RI et al. La hiperuricemia como factor de riesgo cardiovascular y renal. *DialTran*.2011; 32(2):57-61
 52. Morales Salinas, E., Montesinos Ramírez, L. I., García Ortuño, L. E., Núñez Díaz, A. C., & Camacho González, L. A. (2008). Enfermedad glomerulopática en dos perros con insuficiencia renal. *Veterinaria México*, 39(1), 97-110.
 53. Moreno, O. F. C. (2023). Proteinuria en Perros: Diagnóstico y Manejo Terapéutico. Revisión Bibliográfica.
 54. Nasello, W y Hutter, E, R. 2010. Análisis Rápido de Orina; permite acceder al diagnóstico de 45 enfermedades de la medicina interna. Recuperado de: [http://www.rednacionaldeinvestigacionesveterinarias.com.uy/articulos/laboratorio/Análisis Rápido De Orina _2010.pdf](http://www.rednacionaldeinvestigacionesveterinarias.com.uy/articulos/laboratorio/AnálisisRápidoDeOrina_2010.pdf)
 55. Núñez Ochoa, L; Bouda, J. 2007. Patología Clínica Veterinaria. 2 ed. México. UNAM. 334 p.
 56. Pati, S., Panda, S. K., Acharya, A. P., Senapati, S., Behera, M., & Behera, S. S. (2015). Evaluation of geriatric changes in dogs. *Veterinary World*, 8(3), 273–278. <https://doi.org.proxy.sanmartin.edu.co/10.14202/vetworld.2015.273-278>.
 57. Pazmiño, M. S. L. (2020). Presencia de cristales y urolitos en perros asintomáticos que asisten al centro integral veterinario (Doctoral dissertation, Universidad agraria del Ecuador).
 58. Pratschke, K. M. (2003). Inflammatory polyps of the middle ear in 5 dogs. *Veterinary Surgery*, 32(3), 292-296. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/10728093_Inflammatory_Polyps_of_the_Middle_Ear_in_5_Dogs
 59. Rishniw, M. y Bicalho, R. Factors affecting urine specific gravity in apparently healthy cats presenting to first opinion practice for routine evaluation. *J Feline Med Surg*, 2014; 17(4): 329- 337.
 60. Rossi, G., Giori, L., Campagnola, S., Zatelli, A., Zini, E. y Paltrinieri, S. Evaluation of factors that affect analytic variability of urine protein-to-creatinine ratio determination in dogs. *Am J Vet Res*, 2012; 73 (6), 779-788.
 61. Ruidiaz, V., Martiarena, B., Molina, E., Maubecín, E., Tomé, G., & Casellas, J. (2016). Infección urinaria por *Oligella ureolytica* en una perra. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(6), 1-6.
 62. Salazar Canul, M., Medina Escobedo, M., & Villanueva, J. S. (2009). El examen general de orina como apoyo en la evaluación de pacientes con litiasis renal. *Bioquímica*, 34(1), 117.
 63. Seijas, M., Baccino., C. Nin y J.A. Lorente. (2013). Definición y biomarcadores de daño renal agudo: nuevas perspectivas. *Med Intensiva*. 2014;38(6):376-385.
 64. Sink C, Weinstein N. Practical Veterinary Urinalysis. 1ª ed. Iowa: Wilay Blackwell; 2012.
 65. Simpson, A. C., Schissler, J. R., Rosychuk, R. A. W., & Moore, A. R. (2017). The frequency of urinary tract infection and subclinical bacteriuria in dogs with allergic dermatitis treated with oclacitinib: a prospective study. *Veterinary Dermatology*, 28(5), 485. <https://doi.org.proxy.sanmartin.edu.co/10.1111/vde.12450>.
 66. Suarez, M, Bertolani, C, Avellaneda, A y Dolores Tabar, M. 2013. Las vías urinarias "tan sencillas como complejas". Avepa. Recuperado de: https://avepa.org/pdf/proceedings/Urinario_proceeding201.pdf
 67. Sumin Ji; Yeseul Yang; Yeji Jeong; Sung-Hyun Hwang; Myung-Chul Kim; Yongbaek Kim. *Journal of Veterinary Science*. Jan 2021, Vol. 22 Issue 1, p1- 11. 11p. DOI: 10.4142/jvs.2021.22.e14.
 68. Stievn Hünning, P., Aguiar, J Almeida Lacerda, L., Sonne, L., Conceição de Oliveira, E., & Haas, G. F. (2009). Displasia renal em um cão. *Acta Scientiae Veterinariae*, 37(1), 73-77.
 69. Tecles, F. y Cerón J. J. Urianálisis. En Cortadellas, O. (ed.) Ediciones Servet, 2010. Zaragoza: pág. 65- 78.
 70. Tvarijonaviciute, A., Ceron, J. J., Holden, S. L., Biourge, V., Morris, P. J., y German, A. J. (2013). Effect of Weight Loss in Obese Dogs on Indicators of Renal Function or Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(1), 31–38. doi:10.1111/jvim.12029
 71. Velásquez Rodríguez, A. (2018). Urolitiasis vesical por fosfato de calcio en hembra canina.
 72. Villa, A., Moreno, B., Navarro, A., Baselga, J. y Pueyo, R. (2014). Estudio del sedimento urinario. *Albáitar Portal Veterinaria*, 2014; 117: 48-51.

73. Vonderen, I. K., Kooistra, H. S., & Rijnberk, A. (1997). Intra and interindividual variation in urine osmolality and urine specific gravity in healthy pet dogs of various ages. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 11(1), 30–35. <https://doi.org.proxy.sanmartin.edu.co/10.1111/j.1939-1676.1997.tb00070.x>
74. Way, L. I., Sullivan, L. A., Johnson, V., & Morley, P. S. (2013). Comparison of routine urinalysis and urine Gram stain for detection of bacteriuria in dogs. *Journal of Veterinary Emergency & Critical Care*, 23(1), 23–28. <https://doi-org.proxy.sanmartin.edu.co/10.1111/vec.12012>.
75. Wynn, S. G., Witzel, A. L., Bartges, J. W., Moyers, T. S., y Kirk, C. A. (2016). Prevalence of asymptomatic urinary tract infections in morbidly obese dogs. *Peer J*, 4, e1711. doi:10.7717/peerj.1711
76. Westropp, J., Larsen, J., Johnson, E., Bannasch, D., Fascetti, A., Biourge, V. y Queau, Y. Evaluation of dogs with genetic hyperuricosuria and urate urolithiasis consuming a purine restricted diet: a pilot
77. Zamora Rugama, M. E., & Osorio Téllez, V. R. (2015). Descripción de hallazgos clínicos y en el examen general de orina en caninos con patología del tracto urinario atendidos en la clínica veterinaria UNAN-León en el periodo agosto study. *BMC vet Res*, 2017; 13(1): 45. diciembre 2014 (Doctoral dissertation). Fravega, 2021 https://www.webdeveterinaria.com/wp-content/uploads/2021/07/Clinurgetvet_19_t rastornos_e quilibrio.pdf

Los peces como indicadores biológicos

Fishes as biological indicators

Julio Alberto González Acosta

Biol., Esp., MSc, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad De La Salle, Bogotá (Colombia)..

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7669-2507>.

Autor de correspondencia: jagonzaleza@unisalle.edu.co.

Resumen

El presente documento abarca una rápida revisión sobre estudios e investigaciones, en donde se resalta la importancia actual del uso de peces como indicadores biológicos. Dentro del grupo de los peces, la familia Poecillidae parece ser un taxon apropiado para este tipo de estudios, por tener especies sensibles a tensores ambientales, de amplia distribución geográfica, de fácil identificación taxonómica y práctica evaluación bajo cautiverio de los tensores ambientales. Otras características deseables en peces para que se usen como bioindicadores, son su apropiado y pequeño tamaño y su fácil manejo para estudios a nivel de laboratorio.

Palabras clave: ecosistema, tensor ambiental, peces, bioindicador.

Abstract

This document covers a quick review of studies and research, where the current importance of the use of fish as biological indicators is highlighted. Within the group of fish, the Poecillidae family seems to be an appropriate taxon for this type of study, as it has species that are sensitive to environmental stressors, have a wide geographic distribution, are easy to identify taxonomically, and can evaluate environmental stressors in captivity. Other desirable characteristics in fish to serve as bioindicators are their appropriate small size and ease of handling for laboratory studies.

Keywords: Ecosystem; Environmental Stressor; Fish; Bioindicator.

Introducción

Los ecosistemas acuáticos continentales, figuran entre los más amenazados del planeta, pues frecuentemente se ven expuestos a escorrentías que llevan trazas de fertilizantes y plaguicidas a sus aguas, residuos domésticos e industriales sin tratamiento alguno y son expuestos a la introducción de especies que se han convertido en invasoras y a los efectos del cambio climático global. Hoy día se hace necesario disponer de un método de evaluación que permita identificar tempranamente la evidencia de impactos ambientales que hacen peligrar la salud ambiental de estos ecosistemas.

Actualmente, el uso de los peces como bioindicadores ha cobrado importancia debido a diferentes motivos, entre los que se pueden mencionar: su alta sensibilidad a los estresores ambientales, que los hace responder rápidamente a trastornos en su entorno; su amplia distribución geográfica que posibilita comparar los resultados obtenidos con los de otras poblaciones; su presencia en casi toda la cadena trófica, que permite conocer el impacto de los estresores ambientales en cada nivel alimenticio; su relativa sencillez para identificarlos y poder estimar de manera confiable su abundancia y diversidad en ecosis-

temas de interés y su facilidad de adaptación en condiciones controladas, lo que permite evaluar el efecto de los estresores ambientales bajo condiciones de cautiverio.

Desarrollo del tema

Para evaluar la contaminación y el efecto de factores como la salinidad y la temperatura, en la Facultad de Química de la UNAM en México, se han utilizado especies acuáticas como bioindicadoras, entre ellas peces y moluscos como los pulpos. Los investigadores de la universidad mexicana detallaron que su interés era medir el efecto de los estresores químicos, como los contaminantes o la salinidad, en organismos endémicos o asociados a la península de Yucatán.

Según López (2020), durante el experimento se emplearon tres modelos de estudio basados en igual número de especies, a saber, un pez que está en los cenotes (pozos de agua de gran profundidad, que se alimentan por la filtración de lluvia y por corrientes de ríos), otro pez que está en la zona marina y un pulpo. En los cenotes, se trabajó con el guayacón yucateco, al que usan como centinela de la calidad del agua al que está expuesto; también se investigó con el pez guppy de velo, los expertos hicieron muestreos en el labo-

ratorio para ver la sensibilidad a los contaminantes. Se utilizaron plaguicidas y un biomarcador reactivo y se observó que, a concentraciones ambientales relevantes, se dio un efecto en el biomarcador del pez, y que éste cambió con la salinidad, lo cual fue muy importante en los sistemas de la zona costera, porque fluctuó a lo largo del año.

En el mismo estudio, se evidenció que el pulpo fue sensible a la temperatura y ante este cambio climático, no se busca que los pulpos realicen este tipo de migraciones. Se observó si los modelos para la península de Yucatán, donde se prevén algunos incrementos de temperatura, afectarían a la población de pulpos. En el laboratorio, se evaluó el efecto de la temperatura en los pulpos y se esperaba llevar a nivel de poblaciones naturales y de pesquerías, donde sin duda, estaría la repercusión, tanto a nivel ecosistémico como a nivel económico.

Hoy día, el uso de algunas especies de peces como bioindicadores, ha cobrado importancia por razones ambientales, ecológicas, etológicas y de manejo en cautiverio. La conducta en peces puede ser alterada por numerosos estresores ambientales debido a su variabilidad. La importancia de tales alteraciones, radica en que reflejan de manera confiable la condición fisiológica de los organismos e inciden directamente en su sobrevivencia y adecuación. Existen ventajas y desventajas de utilizar la conducta de los peces como biomarcadores de la presencia de estresores ambientales (González et al., 2015).

Según el ISM (2018), es imperativo observar la degradación de los ecosistemas acuáticos, para saber qué tan alterados se encuentran estos ambientes, debido al uso industrial, recreativo, domiciliario o agropecuario; es aquí donde el uso de indicadores biológicos, como especies que pueden ser utilizadas para interpretar el ambiente, su evolución y sus modificaciones; debido a que requieren de ciertos requerimientos ambientales para reproducirse y crecer. Algunos peces son indicadores ideales, pues son abundantes en ecosistemas acuáticos, fáciles de capturar, de identificar y han sido bien estudiados; además pueden acumular ciertas sustancias a nivel de hueso y músculo, lo que puede ser evidente para los niveles de contaminación.

Existen algunos requisitos a tener en cuenta para el uso de peces como indicadores, en aspectos como su composición y riqueza de especies (número de especies, presencia de especies sensibles a cambios, número de especies sensibles a cambios, número de especies bentónicas, número de especies que migran, número de especies endémicas y número de especies exóticas). También se debe tener en cuenta la composición trófica (proporción de omnívoros, proporción de detritívoros y proporción de carnívoros); igualmente la abundancia y condición de los peces (número de individuos y proporción de peces con anomalías).

Entre las modificaciones ambientales que se pueden inferir a partir del estudio de los peces como indicadores biológicos, figuran: cambios en variables químicas como el oxígeno disuelto OD, cambios de variables físicas como la transparencia, cambios en la composición biológica, fluctuaciones en el suministro de alimentos, cambios en la velocidad de la corriente, cambios en el sustrato y cambios en la cuenca hidrográfica. Se deduce entonces que, todo cambio en el ecosistema acuático puede verse reflejado en la composición y estructura de las poblaciones de peces, siendo excelentes indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos.

En otro estudio desarrollado por la UNAM en México (Arceo, 2017), fueron evaluados algunos peces como indicadores, para ponderar la restauración de manglares y la repercusión de la dinámica trófica en ciénagas y lagunas de la península de Yucatán, tanto en aspectos ecológicos como pesqueros. Una de las líneas de investigación fue la “trofodinámica de peces costeros”, que estudia la forma, medios y sitios en que los organismos acuáticos se alimentan de sus diferentes presas, generando un intercambio de materia y energía entre los diversos niveles tróficos. Se puede estudiar cómo los productores primarios como fitoplancton, macroalgas y pastos acuáticos, así como toda la materia orgánica generada dentro de las lagunas o ciénagas, son base de las redes tróficas; así los peces herbívoros se alimentan directamente de pastos y fitoplancton, peces carnívoros se alimentan de otros peces y crustáceos de menor tamaño.

El estudio resultó interesante, pues surgieron inquietudes, como: ¿cómo cambian y de qué se alimentan las comunidades de peces en un día? Para conocer de qué se alimentan los peces durante un determinado periodo, se debió revisar los contenidos estomacales para identificar a sus presas mediante claves taxonómicas. Se puede identificar hasta nivel de especie y saber cuándo se alimentan de zooplancton, fitoplancton o detritus; si se alimentan de crustáceos u otros peces, se puede llegar a la especie, para saber cuál recurso se está explotando y qué repercusión tiene sobre el ecosistema o sobre los recursos pesqueros, muchos de importancia comercial.

Observaciones realizadas en manglares de poca cobertura vegetal y con especies de origen marino y origen dulceacuícola, consideraron parámetros a nivel de comunidad, como abundancia, densidad, biomasa y diversidad; referente a la alimentación, la cantidad de presas y los diferentes niveles tróficos que puedan observarse en la comunidad de peces, se pudo revelar el grado de restauración de las redes tróficas en determinadas zonas del manglar. El Estudio sobre trofodinámica se hizo en peces endémicos y de importancia ecológica, como *Poecilia velifera*, *Fundulus persimilis* y *Fundulus grandissimus*, que permitieron conocer la comunidad íctica de la costa norte de Yucatán y determinar la importancia ecológica que tienen como alimento principal para otras especies tipo aves. Usualmente en los sitios restaurados, se crea un tipo de zanjas por donde se logra que fluya el agua, formando canales durante todo el año. En los bordes de esos canales, las plántulas de manglares encuentran su estrato, empiezan a germinar y a crecer, esto permite que posteriormente lleguen peces, permanezcan y creen allí su propio hábitat.

En el mismo estudio, en peces con potencial para ser bioindicadores, se evaluó la presencia espontánea de micronúcleos en sangre periférica de especies ícticas que habitan el lago La Alberca en Michoacán, México, para proponerlas como posibles bioindicadoras de agentes genotóxicos. Se colectaron muestras de sangre periférica de 56 organismos de 10 especies diferentes las cuales se analizaron con microscopía de fluorescencia (100X), obtenido datos de cantidad de eritrocitos micronucleados (EMN) espontáneos en 10,000 eritrocitos, la proporción de eritrocitos policromáticos (EPC) en 1,000 eritrocitos y la relación citoplasmanúcleo (RC/N) de los eritrocitos. Por el número de EMN espontáneos y la RC/N que se encontró en *Xenotoca melanosoma* y en *Oreochromis aureus*, se determinó que estas especies son potencialmente indicadoras biológicas de agentes genotóxicos (Torres-Bugarín et al., 2007).

Investigaciones realizadas para evaluar los peces como indicadores de la calidad ecológica del agua, se han desarrollado viendo la degradación de los ecosistemas acuáticos en algunos países industrializados, lo que ha conllevado a la definición de las normas de nueva generación sobre calidad del agua. Éstas incluyen componentes biológicos, entre los cuales están los peces, considerados como herramienta para monitorear, caracterizar y definir la calidad del agua en ríos y lagos. La investigación presentó las aplicaciones de los peces como indicadores del uso sostenible del agua en cuencas hidrográficas. Se sintetizaron las principales consideraciones prácticas para establecer programas efectivos de monitoreo, entre las que destacan los muestreos piloto, los sitios de referencia, la escala de estudio y la heterogeneidad del paisaje; finalmente, se identificaron los retos y perspectivas de la utilización de los peces como indicadores.

Se pudo concluir que para saber si una sociedad tiene un uso sustentable de sus cuencas hidrográficas, se debe tener una medida del nivel de degradación de la calidad ambiental de las mismas. Una manera de medirlo es por medio de indicadores ecológicos del ambiente acuático, entre los cuales se encuentran los peces. Su aplicación puede ser llevada a cabo bajo monitoreos, que cumplan con requisitos como la claridad de objetivos, la consideración de los límites presupuestales, la aplicación de muestreos piloto y la atención hacia la escala de estudio y la heterogeneidad de las cuencas. Para que un proyecto de esta naturaleza tenga efectividad, se necesita que la sociedad tenga una percepción alta de la calidad ambiental. Pero si ciudadanos y autoridades no cobran conciencia sobre la degradación de los ecosistemas acuáticos, ningún programa de monitoreo o ningún indicador ecológico servirá para lograr un uso sustentable del recurso hídrico (Aguilar, 2005).

Otro interesante estudio, evaluó el uso de peces y plantas macrófitas como indicadores biológicos, en particular, la condición de las comunidades ícticas que ha sido propuesta como un indicador sensible de la integridad de los ecosistemas acuáticos (Amiard et al., 2015). La articulación con peces es usada a veces, como herramienta de comunicación útil para sensibilizar al público y a las autoridades sobre la necesidad de preservar los ambientes acuáticos (Tagliaferro, 2004). Muchas veces, el uso de especies de importancia socioeconómica, turística, o deportiva, generan en algunas personas un sentido de conservación, aun cuando los peces sean especies exóticas.

Como ejemplos de esta apreciación en la Patagonia Austral, la presencia/ausencia de salmónidos tiene mayor importancia social y económica que la especie nativa puyen (*Galaxias maculatus*), de baja talla y poca importancia económica (Tagliaferro et al., 2014). De esta manera, muchas veces se utilizan especies “paraguas” (en este caso la trucha steelhead o trucha marrón) para lograr medidas en la conservación de otras especies de peces.

Igualmente se cita la importancia de las plantas macrófitas como indicadores de la calidad ambiental, pues son consideradas como indicadores biológicos de relevancia en el diagnóstico de los ecosistemas acuáticos; estas plantas poseen propiedades únicas que permiten un rápido muestreo y análisis de la condición de un cuerpo de agua (Beck & Hatch, 2009). También para este grupo, se han desarrollado diferentes índices adaptados a las condiciones de las distintas regiones mundiales de trabajo (Suárez et al., 2005); así, se presentan dos alternativas tan distantes como los peces

y las macrófitas pero ambas de bajo costo de estudio. Se verifica una tendencia a migrar desde índices univariados o con pocas métricas, a los índices de integridad biótica, cuya construcción requiere de varias métricas dependientes del sistema y región. Existen ventajas y desventajas del uso peces y macrófitas y se enmarca el potencial de uso en conjunto de ambos índices (Tagliaferro, 2020).

(García et al., 2017), utilizaron bioindicadores en ríos de alta montaña, y de acuerdo con (Chovanec et al., 2003), la técnica ha sido extendida por la utilidad de estos, al aportar información acerca del ambiente natural donde se encuentran y de la facilidad que ofrecen para medir impactos antrópicos. Las comunidades de peces brindan información sobre los cambios espaciales y reflejan el estado morfológico trófico y térmico en el que se encuentra un curso de agua. Adicionalmente los peces permiten realizar estudios ecotoxicológicos y fisiológicos, que, gracias a su tamaño, brindan la posibilidad de realizar procedimientos analíticos que permiten la obtención de patologías que relacionan los efectos de la contaminación con el ambiente, la administración de recursos y afectaciones a la salud humana.

Los mecanismos de acumulación en los tejidos de los peces permiten el análisis de información obtenida directamente de los individuos. El uso de macroinvertebrados bentónicos y de peces, se ha vuelto común, integrando el uso de diferentes índices como el WQI y el BMWP. En algunos estudios estos son utilizados, determinando cambios en la calidad del agua que alteran la diversidad de especies de peces (Mahazar et al., 2013). El incremento en la presencia de especies y el aumento de las poblaciones de macroinvertebrados benthicos, muestran una mejora en la calidad del agua, utilizando diferentes especies como indicadores biológicos (Li et al., 2010).

Peces de la familia Poeciliidae, fueron utilizados como indicadores biológicos en la cuenca del río Suquia (Córdoba, Argentina). Sus aguas corren a través de importantes ciudades y zonas urbanas, estando sujeta a un fuerte impacto antropogénico, debido a que recibe contaminantes de diversas fuentes. El objetivo del estudio fue evaluar la calidad del agua de la cuenca del río Suquia a través de la utilización de la especie nativa *Cnesterodon decemmaculatus*, para ello evaluaron la actividad natatoria, la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, los índices somáticos y características histológicas de hígado, branquia y piel, en individuos recolectados en sitios con diferente calidad ambiental. Esta última fue estimada a través de la aplicación de un índice de calidad del agua (ICA), que permitió evidenciar diferentes condiciones de calidad del agua entre los sitios muestreados (Macagno, 2018).

Todos los parámetros biológicos fueron evaluados en hembras adultas recolectadas en tres sitios, durante las estaciones seca y de lluvia. Los resultados obtenidos permitieron caracterizar las condiciones ambientales en la cuenca estudiada, confirmando el gradiente de calidad del agua a lo largo del curso y como la degradación del medio afecta a los individuos estudiados a través de los biomarcadores seleccionados para tal fin. La actividad natatoria y la actividad de la AChE, fueron los biomarcadores que respondieron positivamente, ante el cambio en la calidad del agua que presentó el río.

Otra investigación afirmó que, los helmintos en peces, pueden ser usados como bioindicadores de la salud de los

ecosistemas; se exploró el potencial que tienen los parásitos y en especial los helmintos que parasitan a peces, como indicadores de las condiciones existentes en los ecosistemas donde se establecen los sistemas parásito-hospedero. Se revisó la literatura de las dos últimas décadas, donde se hace uso de los helmintos como indicadores de la salud de los ecosistemas y a partir de éstos, se planteó los conceptos generales sobre el uso de éstos como bioindicadores del efecto de los contaminantes que el ser humano vierte a los ambientes acuáticos. Se señalaron métodos de estudio particulares que evaluaron la presencia/ausencia de especies y los valores de prevalencia, abundancia y diversidad de los parásitos en las poblaciones y comunidades de hospederos. Se presentaron datos empíricos (estudios de caso) realizados en México, que utilizaron parásitos helmintos en peces cíclidos del sureste), como indicadores de contaminación o de cambio climático. Se señalan algunas perspectivas de esta disciplina en el futuro, resaltando el valor de los parásitos como centinelas de la salud de los ecosistemas acuáticos (González et al., 2014).

Estudios sobre toxicidad del Zinc en hembras del pez *Poeciliopsis gracilis* (Pisces: Poeciliidae), determinaron el efecto tóxico del zinc sobre indicadores biológicos y fisiológicos de hembras maduras de *P. gracilis* separadas de los machos durante 60 días y expuestas por 30 días posteriores a concentraciones subletales (0, 0.10, y 0.20 mg Zn/L). Al final de la exposición se observó la modificación en el balance hídrico de las hembras ($p < 0.05$) por efecto del Zinc, con $1064 \pm 60.31 \mu\text{g}$ polisacáridos g-1 B, para el grupo control. Los 3 indicadores biológicos evaluados fueron Factor de condición (K), índice hepatosomático (IHS) e índice gonadosomático (IGS), los cuales no presentaron cambios significativos. A pesar de estar separadas de los machos, la mayoría de las hembras se mantuvieron grávidas, los ovocitos, óvulos y embriones se presentaron en todas las condiciones. Como se observó y luego de 30 días de exposición, el zinc afectó el balance hídrico y el metabolismo aerobio de las hembras, sugiriendo un incremento en el gasto relacionado con mecanismos compensatorios, que permite regular el metal aún en estado de gravidez (Gutiérrez et al., 2018).

Sobre el desarrollo y la bioacumulación de metales pesados en el pez *Gambusia punctata* (Poeciliidae), ante los efectos de la contaminación acuática, se emplearon organismos acuáticos como indicadores precoces de la calidad toxicológica del medio en que habitan se ha acentuado en los últimos tiempos. Los peces fueron uno de los primeros en ser utilizados en los protocolos de evaluación ecotoxicológica y aún siguen siendo de elección como especies centinelas. El objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo y bioacumulación por metales pesados en la especie *G. punctata*, en los ríos Cobre y San Juan en Santiago de Cuba. Fueron seleccionadas dos estaciones de estudios, realizándose los muestreos durante los doce meses del año 2010. Se consideró el Factor de Condición K como desarrollo de los peces, donde solamente se escogieron los individuos de ambos sexos, que biométricamente midieron entre 2.1 a 3.2 cm. de longitud total, estableciéndose dos intervalos de clases.

Los metales analizados fueron cobre y zinc, los cuales se determinaron en las muestras por vía húmeda y cuantificándose a través de la técnica de Espectrometría de Plasma Inductivamente Acoplado con vista axial (ICP-AES). Los peces que habitaron en el río San Juan presentaron mayor factor de condición biológico ($0.068 > 0.038$), aunque menor contenido promedio por ambos sexos en la bioacumulación de metales ($\mu\text{g/g}$) que los del cobre respectivamente: ($\text{Cu} 22.04$

$\pm 4.41 > 33.94 \pm 8.48$; $\text{Zn} 36.83 \pm 9.22 > 60.54 \pm 16.34$). Dado los valores del Factor K de condición como las concentraciones bioacumuladas de metales pesados, se considera que la calidad ambiental de los ecosistemas es limitada (Argota et al., 2012).

Un estudio similar se realizó en Cuba y analizó las alteraciones de indicadores biológicos en el pez *Gambusia punctulata*, en sitios muy contaminados del río Almendares. Cabrera (2022), planteó como objetivo, evaluar las alteraciones de los procesos biológicos en los peces que viven en sitios muy contaminados. Se aplicó una metodología basada en los efectos acumulativos de agentes estresantes múltiples a nivel de individuo en la especie *G. punctulata*. Este estudio se efectuó en tres sitios del río Almendares, a saber, El Rodeo (sitio de referencia) y dos sitios altamente contaminados, El Bosque de La Habana y El Puente 23. Se encontró un incremento en la longitud y el peso de las hembras, y en el Factor de Condición K para ambos sexos en los sitios más impactados. Este resultado se atribuye a la mayor disponibilidad de alimento debido a la eutrofización. El índice gonadosomático, el índice de fecundidad específica y el número de embriones por hembra, tuvieron valores significativamente más altos en el Rodeo. El largo relativo del gonopodio no mostró diferencia significativa entre los sitios.

A partir de los indicadores reproductivos analizados, se pudo concluir que la reproducción de *G. punctulata* se encuentra comprometida en las zonas más contaminadas del río. El índice hepatosomático presentó valores más altos en las hembras provenientes de los sitios más contaminados. Las diferencias encontradas entre los sitios contaminados y el de referencia, sugieren que las fuentes de alimento no son las mismas. La metodología empleada permitió verificar la existencia de alteraciones notables de varios procesos biológicos, en peces que fueron colectados en sitios de alta contaminación.

Finalmente, otra investigación describió las características de *Gambusia punctata* (Poeciliidae), para su selección como biomonitor en ecotoxicología acuática. La utilización de organismos naturales en su condición de biomonitores, permitió evaluar las condiciones ambientales de los ecosistemas acuáticos. *G. punctata* fue seleccionada por ser representativa y monitoreada 8 años seguidos (2004 a 2012), con una frecuencia trimestral correspondiendo dos de ellos a los períodos de lluvia y seco, pertenecientes a la cuenca Hidrográfica Almendares-Vento en La Habana y San Juan, en Santiago de Cuba. La descripción de las características de la especie estuvo referida a considerar si se cumple con los siete criterios registrados para biomonitores, los cuales corresponden a: distribución cosmopolita, fácil identificación taxonómica, tamaño apropiado, movilidad limitada y ciclo de vida relativamente largo, tolerante a la contaminación, fácil manejo para estudios de laboratorios, y correlación entre el contaminante de interés y el resto de las matrices ambientales. Las características fueron cumplidas para cada uno de los siete criterios, donde dicha condición sugiere utilizarla como biomonitor en estudios de ecotoxicología, para los ecosistemas Almendares y San Juan (Argota et al., 2013).

Conclusiones

- Dentro de los peces más utilizados en bioindicación, figuran los gupys y las gambusias, por su fácil manejo a nivel de laboratorio y su alta sensibilidad a los contaminantes. Este grupo de peces son indicadores ideales, ya que son abundantes en los ecosistemas acuáticos, fáciles de capturar y de identificar; además acumulan sustancias en sus órganos, lo que se hace favorable para determinar niveles de contaminación.
- Algunas especies de peces son indicadores biológicos ideales y últimamente han cobrado importancia, gracias a su sensibilidad a los estresores ambientales, a su amplia distribución geográfica, a su presencia en toda la cadena trófica, a su fácil adaptación al cautiverio, lo que permite evaluar el efecto de los tensesores ambientales en condiciones controladas.
- Los estudios científicos para determinar la degradación de los ecosistemas acuáticos en países industrializados, ha conllevado a definir nuevas normas sobre la calidad del agua, estas incluyen a los peces como componentes biológicos, considerados una valiosa herramienta para monitorear, caracterizar y definir calidad del agua en sistemas lenticos y loticos.
- Igualmente, los peces permiten realizar estudios ecotoxicológicos y fisiológicos, gracias a su tamaño que brinda la posibilidad de realizar procedimientos analíticos, que permiten la obtención de patologías que relacionan los efectos de la contaminación con el ambiente y afectaciones a la salud humana.

Bibliografía

1. Aguilar, A. (2005). Los peces como indicadores de la calidad ecológica del agua. *Revista Digital Universitaria*, Volumen 6 Número 8. ISSN: 1067-6079. <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art78/int78.htm>
2. Amiard-Triquet, C., J. C. Amiard, & C. Mouneyrac. (2015). *Aquatic ecotoxicology: advancing tools for dealing with emerging risks*. Amsterdam: Elsevier, Academic Press, p. 519.
3. Arceo, D. (2017). Los peces, indicadores biológicos de los ecosistemas acuáticos de Yucatán. *Boletín Club lagua*.
4. Argota, G.; González, Y.; Argota, H.; Fimia, R.; Iannacone, J. (2012). Desarrollo y bioacumulación de metales pesados en *Gambusia punctata* (Poeciliidae) ante los efectos de la contaminación acuática. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 13, núm. 5, 2012, pp. 1-12. Veterinaria Organización Málaga, España.
5. Argota, G., Iannacone, J., Fima, R. (2013). Características de *Gambusia punctata* (Poeciliidae) para su selección como biomonitor en ecotoxicología acuática en Cuba. *The Biologist* (Lima). Vol. 11, N°2, jul-dec 2013.
6. Beck, M. W. & L. K. Hatch. (2009). A review of research on the development of lake indices of biotic integrity. *Environmental Reviews*, 17: 21-44.
7. Cabrera, Y. (2022). Alteraciones de indicadores biológicos de *Gambusia puncticulata* (Poey, 1854), en sitios muy contaminados del río Almendares. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Biología Marina y Acuicultura con mención en Ecología Marina. Centro de investigaciones marinas, Universidad de La Habana, Cuba.
8. Chovanec, A., Hofer, R., & Schiemer, F. (2003). Fish as Bioindicators. En B. Markert, A. Breure, H. Zechmeister, B. Markert, A. Breure, & H. Zechmeister (Edits.), *Bioindicators and Biomonitoring Principles, Concepts and Applications* (Vol. 6, págs. 639-676). Elsevier.
9. García, J.M., Sarmiento, L.F., Salvador, M., Porras, L.S. (2017). Uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en ríos: aplicación en ríos tropicales de alta montaña. *Revisión corta. UG Ciencia*, 23, 47-62.
10. González, C.A., Vallarino, A., Pérez, J., Jiménez, A., Low, M. (2014). *Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). ISBN 978-607-8429-05-9 (edición digital) 978-607-8429-04-2 (edición impresa). México. 782p.
11. González, C., Vallarino, A., Pérez, J., Low, A. (2015). La conducta de los peces como bioindicadores de la presencia de estresores ambientales. *GACETA UNAM. Órgano Informativo de la Universidad Nacional Autónoma de México*.
12. Gutiérrez, I., Jiménez, H., Molina, R., Mangas, E., López, M., Fernández, A., Campos, V. (2018). Toxicidad del Zinc sobre indicadores biológicos y fisiológicos en hembras de *Poeciliopsis gracilis* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 9 (22): 90 – 109, 2018.
13. Instituto Superior del Medio Ambiente ISM (2018). *Boletín del sector medioambiental*. Madrid; España.
14. López, P. (2020). Utilización de especies acuáticas como bioindicadores. *GACETA UNAM. Órgano Informativo de la Universidad Nacional Autónoma de México*.
15. Li, L., Zheng, B., & Liu, L. (2010). Biomonitoring and Bioindicators Used for River Ecosystems: Definitions, Approaches and Trends. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1510-1524.
16. Macagno, S. (2018). *Cnesterodon decemmaculatus* como especie bioindicadora de la calidad del agua en la cuenca del Río Suquia. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
17. Mahazar, A., Shuhaimi-Othman, M., & Kutty, A. (2013). Benthic Macroinvertebrate as Biological Indicator for Water Quality in Sungai Penchala. *AIP Conference Proceedings*, 1571, 602-607.
18. Suárez, M. L., A. Mellado, M. M. Sánchez-Montoya y M. R. Vidal-Abarca. (2005). Propuesta de un índice de macrófitos (IM) para evaluar la calidad ecológica de los ríos de la cuenca del Segura. *Limnetica*, 24: 305-318.
19. Tagliaferro, M. (2004). Comparison of habitat, macrofauna density, and fish length within and outside marine protected areas using a remotely operated vehicle. *Friday Harbor Laboratories, University of Washington Report*, p. 48.
20. Tagliaferro, M. (2020). Uso de peces y macrófitos como indicadores. En: *La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de la Argentina*. Centro Austral de Investigaciones Científicas. 14p.
21. Tagliaferro, M., A. Quiroga & M. Pascual. (2014). *Spatial Pattern and Habitat Requirements of Galaxias*

Maculatus in the last un-Interrupted large river of Patagonia: A baseline for management. *Environment and Natural Resources Research*, 4: 54–63.

22. Torres-Bugarín, O., J. L. Zavala-Aguirre, P. Gómez-Rubio, H. R. Buelna-Osbe, G. Zúñiga-González y M. García-Ulloa Gómez. (2007). Especies de peces con potencial como bioindicadoras de genotoxicidad en el lago “La Alberca”, Michoacán, México. *Hidrobiológica* 17 (1): 75-81.

Abordaje correcto para el diagnóstico del hipotiroidismo canino

Correct approach for the diagnosis of canine hypothyroidism

Ana María Moreno Guzman

MVZ, Diplomado en Laboratorio Clínico, Clínica privada Independiente en Anestesiología, Cali Valle del Cauca

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1407-4565>.

Julio Cesar Palacio Quintero

MVZ, Diplomado Laboratorio Clínico, (Est) Esp Cirugía de Tejidos Blandos en pequeños animales, Centro de Bienestar Animal Cali, Valle del Cauca

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2219-9503>.

Autor de correspondencia: julio.palacio1028@gmail.com

Resumen

En la actualidad una de las endocrinopatías por las que frecuentemente asisten a consulta es el hipotiroidismo canino, y la forma más común de este trastorno es el hipotiroidismo primario que es el resultado de un fallo primario de la glándula tiroides, la cual se asocia a una tiroiditis linfocítica (debida a destrucción inmunomediada) o a una atrofia folicular idiopática. Los signos clínicos son inespecíficos, al igual que los cambios hematológicos y bioquímicos de rutina, por esta razón existen pruebas específicas que en ocasiones no son interpretadas de la manera correcta. Esto puede complicar el diagnóstico de la enfermedad incluso conducir a un diagnóstico erróneo. Este artículo tiene como objetivo recopilar toda la información existente y actualizada por medio de una revisión bibliográfica sobre el correcto abordaje diagnóstico de hipotiroidismo en caninos.

Palabras clave: endocrinopatía, caninos, hipotiroidismo canino, hormona, diagnóstico erróneo.

Abstract

Currently, one of the endocrinopathies for which they frequently attend consultation is Canine Hypothyroidism, and the most common form of this disorder is primary hypothyroidism which is the result of a primary failure of the thyroid gland which is associated with a lymphocytic thyroiditis (due to immune-mediated destruction) or idiopathic follicular atrophy. The clinical signs are nonspecific, as are the routine hematologic and biochemical changes, and for this reason there are specific tests that are sometimes not interpreted correctly. This can complicate the diagnosis of the disease and even lead to misdiagnosis. This article aims to compile all the existing and updated information through a literature review on the correct diagnostic approach to hypothyroidism in canines.

Keywords: endocrinopathy, canines, canine hypothyroidism, hormone, misdiagnosis.

Abreviaturas

TT4: tiroxina total.

TT3: triyodotironina total.

FT4: T4 libre.

TSH: hormona estimulante de la tiroides.

TgAA: anticuerpo antitiroglobulinas.

Introducción

La percepción del hipotiroidismo canino ha cambiado en los últimos tiempos. Anteriormente se consideraba la endocrinopatía más común en perros. Sin embargo, actual-

mente la mayoría de los clínicos coinciden en que otras enfermedades endocrinas como el hiperadrenocortisolismo, también denominado hiperadrenocortisismo; se observa con mayor frecuencia en la clínica de pequeños animales (Kerrigan et al., 2023) (Ferguson, 2007) (Ringstad et al., 2022). A menudo muchos caninos son diagnosticados de manera errónea con hipotiroidismo, instaurando el tratamiento de elección como lo es la terapia de reemplazo con levotiroxina sintética (T4) de por vida a dosis de 0,02 mg/kg/12h vía oral con el fin de normalizar los niveles séricos de T4 y TSH (Spence, 2022) (Kerrigan et al., 2023) (Lewis et al., 2018). En vista que evaluar la función tiroidea en los perros no siempre es sencillo, y que existen numerosos factores que pueden influir en las concentraciones séricas de las tiroxinas o en la función tiroidea, en

definitiva, son aspectos muy importantes que se deben considerar al momento de interpretar el resultado de las pruebas, y de esta manera llegar a un diagnóstico definitivo y un tratamiento exitoso (Kerrigan et al., 2023) (Van Vertloo, 2021) (Lopez et al., 2020) (Carneiro et al., 2018). De modo que este trabajo tiene como objetivo recopilar la mayor información existente y actualizada por medio de una revisión bibliográfica sobre el correcto abordaje diagnóstico de Hipotiroidismo en Caninos, brindando una herramienta para mejorar el entendimiento sobre la prevalencia y el diagnóstico del hipotiroidismo canino, la funcionalidad de las pruebas diagnósticas y tener como resultado un abordaje preciso. Finalmente, esta revisión pretende resumir los errores más comunes que se cometen en la clínica de pequeños y orientar al médico veterinario en el correcto abordaje para el diagnóstico definitivo del hipotiroidismo.

Metodología

Recopilación de las fuentes literarias: se realizó una investigación exhaustiva de la literatura científica sobre el hipotiroidismo en perros. Se emplearon bases de datos especializadas en medicina veterinaria, como Google Scholar, National Library Of Medicine, Pubindex, VetMed Resource, Ebscohost, Sciencedirect, Dialnet, Scielo y PubMed, además de consultar diversas revistas científicas y libros especializados en endocrinología y medicina interna veterinaria.

Enfoque de búsqueda: el enfoque de la búsqueda se realizó sobre los términos clave tales como: endocrinopatía, caninos, hipotiroidismo canino, hormona y diagnóstico erróneo. Se utilizaron operadores booleanos (NOT, AND, OR), herramientas esenciales para llevar a cabo una búsqueda bibliográfica de manera efectiva. Para esta revisión bibliográfica se buscaron artículos actualizados, con una antigüedad no superior a 7 años anteriores, es decir artículos publicados entre el 2016 y 2023. No obstante, hay publicaciones e información altamente relevantes que datan de años anteriores a 2016 que fueron tenidos en cuenta.

Criterios de inclusión y exclusión: se tuvieron en cuenta artículos con información sobre: "diagnóstico del hipotiroidismo en caninos", "enfermedad tiroidea en caninos", "concentraciones séricas basales de T4 y TSH en perros con hipotiroidismo", "diagnóstico definitivo", "Hipotiroidismo hallazgos de laboratorio", "Características clínicas y hemato-bioquímicas del hipotiroidismo en caninos", "tratamiento del hipotiroidismo". Se descartaron estudios no pertinentes al tema, aquellos que no estaban disponibles en su totalidad o que estaban redactados en idiomas distintos al español o al inglés.

Selección, recopilación y presentación de la información: se procedió a la selección de estudios siguiendo criterios de inclusión y exclusión para el hipotiroidismo en caninos. Luego, se redactó el documento y se revisó con la orientación del tutor asignado, realizando ajustes según lo requerido. La información recopilada se presentó de manera sistemática y descriptiva. Posteriormente, se discutieron las implicaciones clínicas de los hallazgos, incluyendo recomendaciones prácticas para la interpretación de diversos aspectos relacionados con el hipotiroidismo canino.

Hipotiroidismo

El hipotiroidismo es uno de los trastornos endocrinos más comúnmente tratados en perros, y ha sido demostrado que tiene carácter hereditario en muchas razas (Cecere et al., 2020), por ejemplo, los Doberman Pinscher son conocidos por ser una raza susceptible a padecer tiroiditis autoinmune (Hrovat et al., 2019), el hipotiroidismo también se observa con frecuencia en Rhodesian Ridgebacks y Setters ingleses, pero no afecta a todas las razas propensas, como es el caso de los Bóxers (Kennedy et al., 2006).

Un estudio desarrollado por O'Neill et al. en 2022 que los perros de raza pura tienen una probabilidad 1,49 veces mayor de ser diagnosticados con hipotiroidismo en comparación con los perros mestizos. Sin embargo, el diagnóstico de esta afección puede ser desafiante y potencialmente conducir a un diagnóstico erróneo (AFouda et al., 2020) (Carneiro et al., 2018). Existen diversas causas de hipotiroidismo en perros; sin embargo, la mayoría de los casos surgen a partir de alteraciones patológicas adquiridas en la glándula tiroidea que son irreversibles (Graham et al., 2007). Solo una fracción pequeña se atribuye a anomalías congénitas en la glándula tiroidea o la hipófisis (Graham et al., 2007). La tiroiditis linfocítica y la atrofia tiroidea idiopática son las principales causas de esta condición, y los signos clínicos suelen manifestarse después de que se haya destruido al menos el 75% del tejido glandular (Spence, 2022).

Los signos clínicos del hipotiroidismo son vagos e inespecíficos, al igual que los cambios hematológicos y bioquímicos de rutina (Barrett et al., 2019) (Boron & Boulpaep, 2016). Sin embargo, los signos clínicos más comunes del hipotiroidismo están vinculados con la reducción en la tasa metabólica y las alteraciones en la piel, aunque existen manifestaciones menos habituales, pero bien respaldadas en áreas como las anomalías neurológicas, cardiovasculares y reproductivas (Gori, 2023). Tanto en la medicina humana como en la medicina veterinaria, el hipotiroidismo se reconoce como una causa que afecta diversos procesos gastrointestinales (Jiang et al., 2022) (Kyriacou et al., 2015). Los pacientes pueden experimentar principalmente estreñimiento (Kyriacou et al., 2015) debido a la alteración del peristaltismo (Nakazawa et al., 2021) causada por cambios en los receptores hormonales y trastornos neuromusculares provocados por la infiltración de mucopolisacáridos (Gori, 2023).

Al evaluar el eje tiroideo, el hallazgo clásico de disminución de la tiroxina total y aumento de la hormona estimulante de la tiroides es muy específico para el diagnóstico de hipotiroidismo, pero tiene menos sensibilidad (Belvoir Media Group, 2021) (Raguvaran et al., 2017). Aunque hay muchas otras pruebas disponibles, se necesita un conocimiento básico de la fisiología de la glándula tiroidea y la metodología de las pruebas de tiroides para poder utilizar cada prueba e interpretar los resultados correctamente (Carneiro et al., 2018) (Lopez et al., 2020).

Existe una clasificación del hipotiroidismo:

1. Hipotiroidismo congénito

La deficiencia de hormonas tiroideas en animales jóvenes puede dar origen a pacientes con un enanismo desproporcionado debido a que estas hormonas están relacionadas con el desarrollo de los tejidos principalmente óseo y nervioso. (Lopez et al., 2020) (Rascón et al., 2021) (Tappin, 2014) (**Figura 1**).



Figura 1: Paciente con enanismo por hipotiroidismo congénito.

Foto tomada por: Dr. Cesar Calad.

Puede presentar de dos formas primaria y central (Barrett et al., 2019). La forma primaria por disgenecia de la tiroides (aparición de tejido tiroideo ectópico) y alteración en la síntesis de hormonas tiroideas. La forma central debido a una incapacidad en la secreción de TSH hipofisaria. (Rascón et al., 2021) (Alenza & Bermejo, 2016). El hipotiroidismo congénito es raro y es el resultado de agenesia, aplasia o hipoplasia tiroideas que conducen a enanismo no proporcional o cretinismo (Tappin, 2014) (Martos et al., 2019). Los signos más comunes que presentan los pacientes con hipotiroidismo congénito se resumen en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Signos más comunes del hipotiroidismo congénito canino

Signos clínicos del hipotiroidismo congénito	
Enanismo no proporcional	Abrigo de pelo de cachorro
Cráneo corto y ancho	Piel gruesa
Extremidades cortas	Alopecia
Embotamiento mental	Disnea
Inapetencia	Cifosis
Erupciones dentales retrasadas	Constipación
Mandíbula corta	Cambios en la marcha
Coto	Letargia

Fuente: elaboración propia.

2. Hipotiroidismo primario

El hipotiroidismo primario representa más del 95 % de los casos (Mooney, 2011) (Spence, 2022), es la forma más común de este trastorno en perros; es el resultado de problemas dentro de la glándula tiroides, normalmente la destrucción de la glándula tiroides (Nelson & Couto, 2019a) (Rascón et al., 2021) (Boron & Boulpaep, 2016). Se caracteriza por un déficit en la producción de las hormonas tiroideas T3 y T4 (Pérez Écija, 2021). Aproximadamente el 50% de los hipotiroidismos primarios en caninos se encuentran relacionados a una tiroiditis autoinmunitaria (Pérez Écija, 2021). en donde hay una destrucción del parenquimático tiroideo e infiltración de tejido conjuntivo fibroso. Los dos hallazgos histológicos más comunes en este trastorno son tiroiditis linfocítica y la atrofia idiopática de la glándula de la glándula tiroides (Nelson & Couto, 2019a) (Lopez et al., 2020) (Tappin, 2014) (Van Vertloo, 2021). El hipotiroidismo primario también puede derivarse de un origen neoplásico o idiopático (Pérez Écija, 2021).

3. Hipotiroidismo secundario

“El hipotiroidismo secundario es el resultado de un fallo de la hipófisis y representa menos del 5 % de los casos” (Parry, N. M., 2013). Es rara vez descrito en caninos (Pérez Écija, 2021), causado por una deficiencia de la hormona estimulante de la tiroides TSH, donde se le atribuyen las causas más comunes a malformaciones o neoplasias hipofisarias (Ettinger et al., 2017) (Rascón et al., 2021) (Van Vertloo, 2021). El hipotiroidismo secundario es el resultado de la falta de señalización hormonal hipofisaria (hipoplasia hipofisaria que causa enanismo hipofisario) o de una disfunción de las células tirotrópicas hipofisarias, causando una secreción hormona estimulante del tiroides (TSH) y una deficiencia “secundaria” de la síntesis y secreción de la hormona tiroidea. La atrofia folicular de la glándula tiroides se desarrolla gradualmente como resultado de la falta de TSH (Nelson & Couto, 2019a) (Martos et al., 2019) (Lopez et al., 2020), también puede deberse a la destrucción de los tirotrópos hipofisarios (neoplasia hipofisaria de rara presentación o de la supresión de la función tirotrópa por hormonas o fármacos como los glucocorticoides) (Kerrigan et al., 2023) (Tappin, 2014).

4. Hipotiroidismo terciario

El hipotiroidismo terciario es una deficiencia en la secreción de la hormona liberadora de tirotrópa (TRH) por parte de las neuronas peptidérgicas de los núcleos supraóptico y paraventricular de la glándula tiroides (Tappin, 2014). La infiltración neoplásica del hipotálamo es la única causa reconocida en perros, hasta la fecha. La falta de secreción de TRH provoca una secreción deficiente de TSH y atrofia folicular secundaria en la glándula tiroides (Rascón et al., 2021) (Nelson & Couto, 2019a).

Enfermo no tiroideo (síndrome eutiroides)

Según Rosenfarb (2017), los cambios en el perfil tiroideo parecen ser secundarios al estado de enfermedad aguda y son considerados un mecanismo compensador en respuesta al estrés oxidativo. Este síndrome también puede observarse en pacientes ambulatorios con enfermedades crónicas. Debido a lo anterior, este síndrome no debe verse como una entidad aislada, sino como parte de un cuadro que incluye afección del sistema inmune y endocrinológico (Ortega et al., 2019) (Mooney et al., 2007).

Signos clínicos

Los signos clínicos de hipotiroidismo se vuelven evidentes cuando se ha destruido más del 75 % de la glándula (Kerrigan et al., 2023) (Barrett et al., 2019). El hipotiroidismo se diagnostica con mayor frecuencia en la mediana edad, con una edad promedio de diagnóstico de siete años (Hall & Hall, 2020) (Ringstad et al., 2022) (AFouda et al., 2020) (Castillo, 2011). Según Tappin (2014), los signos clínicos aparecen entre los dos y los tres años en el 22 % de los casos, entre los cuatro y los seis años en el 33 % y entre los siete y los nueve años en el 22 %.

La tiroxina es necesaria para las funciones metabólicas del cuerpo, por lo que una deficiencia de tiroxina afecta a casi todos los sistemas (AFouda et al., 2020) (Barrett et al., 2019). Por lo tanto, provoca una amplia gama de signos clínicos, que dependen de la fase de la enfermedad y también pueden diferir entre razas. (Tappin, 2014) (Spence, 2022) (Barrett

et al., 2019) (Raguvaran et al., 2017). Nelson y Couto en 2019 mencionan que los signos clínicos pueden diferir entre razas. Por ejemplo, la alopecia troncular puede dominar en algunas razas, mientras que en otras puede predominar el adelgazamiento del pelo.

El diagnóstico de la enfermedad se puede complicar ya que la afección no solo se presenta con múltiples signos clínicos leves, sino que también causa signos aislados e inusuales, particularmente aquellos asociados con el sistema neurológico (Van Vertloo, 2021) (Spence, 2022) (Tappin, 2014) (Barrett et al., 2019) (Tabla 2). Sin embargo, los signos clínicos más comunes son metabólicos y dermatológicos (Figura 2) (AFouda et al., 2020) (Belvoir Media Group, 2021) (Castillo, 2011). No obstante, también se ha informado sobre la presencia de diarrea crónica, resultado de un incremento en el crecimiento bacteriano debido a la disminución de la actividad intestinal (Lauritano et al., 2007) (Yao et al., 2020) (Fenneman et al., 2023). Se cree que los signos clínicos de hipotiroidismo no se desarrollan hasta que se haya destruido aproximadamente entre el 75 % y el 80 % de la glándula tiroides (Spence, 2022) (Mooney, 2011), y este es un proceso lentamente progresivo que dura de uno a tres años.

Tabla 2: Manifestaciones clínicas del hipotiroidismo canino

Manifestaciones clínicas del hipotiroidismo		
Metabólicos		Intolerancia al ejercicio
Letargo		Debilidad muscular esquelética
Embotamiento		Nudillos
Inactividad		Ataxia
Aumento de peso		Circulación
Intolerancia al frío		Desorientación
Dermatológico		Signos vestibulares (inclinación de la cabeza, nistagmo)
Alopecia endocrina		Parálisis del nervio facial
Simétrica o asimétrica		Parálisis del nervio trigémino
Cola de rata		Parálisis laríngea
Pelo seco y quebradizo		Convulsiones
Hiperpigmentación		Coma mixedematoso
Seborrea seca, oleosa o dermatitis		
Ocular		Depósitos lipídicos corneales
Pioderma		Ulceración corneal
Otitis externa		Uveítis
Mixedema		
Reproductivo		Cardiovascular
Anestro persistente		Disminución de la contractilidad
Celo débil o silencioso		Bradicardia
Hemorragia estral prolongada		Arritmias cardíacas
Galactorrea inapropiada o ginecomastia		
Parto prolongado		Gastrointestinal
Mortinato		Hipomotilidad esofágica
Mortalidad de cachorros periparto		Diarrea
Atrofia testicular		Estreñimiento
Pérdida de libido		
Neuromuscular		Hematológico
Polineuropatía		Anemia
Polimiopatía		Hiperlipidemia
Debilidad		Coagulopatía
		Anomalías del comportamiento

Fuente: elaboración propia.



Figura 2: Signos dermatológicos en pacientes con Hipotiroidismo Canino. A. Clásica “cola de rata” de un perro con hipotiroidismo. B. Perro de raza Poodle con Alopecia. C. Poodle con alopecia secundaria al hipotiroidismo, la cabeza no se ha visto afectada. D. Paciente con alopecia y la clásica “cola de rata”. Fotos suministradas por el Dr. Carlos López y el Dr Cesar Calad.

“El embotamiento mental y el letargo” son dos de los comportamientos más comunes registrados en perros con hipotiroidismo (Scott-Moncrieff, 2007). Además, algunos expertos han sugerido un incremento en la irritabilidad y la agresividad sin motivo alguno hacia personas o animales en perros con hipotiroidismo (Beaver & Haug, 2003); al parecer, las hormonas tiroideas parecen influir en los niveles de serotonina en la sangre y en diversas áreas del cerebro, regulando el proceso de renovación de la serotonina en esta zona cerebral (Bauer et al., 2003).

En un alto porcentaje de los pacientes caninos hipotiroideos puede encontrarse anemia normocítica, normocrómica no regenerativa, aunque no está muy descrita la causa, bajas concentraciones de hormonas tiroideas resultan en una disminución de la concentración de eritropoyetina circulante por deterioro de la función renal secundaria, implica mecanismos heterogéneos con dominancia de alteraciones hemodinámicas, efecto inotrópico negativo sobre el corazón, reducción del volumen intravascular circulante y aumento de resistencias periféricas con vasoconstricción renal y por consiguiente el conteo de los eritrocitos es menor (Lopez et al., 2020) (Castillo, 2011) (Ferguson, 2007) (Graham et al., 2007). De igual manera, la anemia se asocia también a el poco consumo de oxígeno por parte de los tejidos por la disminución del metabolismo (AFouda et al., 2020) (Parra, 2016) (Tappin, 2014) (Spence, 2022). La severidad de la anemia generalmente refleja la cronicidad del hipotiroidismo (Hall & Hall, 2020), (AFouda et al., 2020), (Parra, 2016), (Tappin, 2014) (Spence, 2022) (Dixon, 2001).

Por otro lado, la bioquímica suele revelar hiperlipidemia (colesterol > 10 mmol/l en el 75 % de los casos), ya que las hormonas tiroideas controlan todos los aspectos del metabolismo lipídico; esta acumulación predispone a la aterosclerosis (Spence, 2022) (Van Vertloo, 2021) (Tappin, 2014).

Según estudios los aumentos leves de ALT y ALK se presentan en alrededor del 30% de los perros y posiblemente se asocia a lipidosis hepática por movilización grasa. Elevaciones de CK y AST son proporcionales o se relacionan con los signos neuromusculares o nerviosos. (CK) y del aspartato aminotransferasa (AST) son proporcionales a los signos clínicos de miopatía, aunque la CK también puede estar elevada debido a una disminución del aclaramiento de la circulación (Spence, 2022) (Tappin, 2014).

El análisis de orina suele ser normal, aunque en ocasiones revela signos de nefritis glomerular asociada a tiroiditis inmunomediada (Spence, 2022). Los niveles de fructosamina aumentan en 80 por ciento de los perros hipotiroideos como resultado de un menor de proteínas. Los niveles suelen estar ligeramente elevados y suele ser relativamente sencillo diferenciar estos niveles de los pacientes diabéticos (Belvoir Media Group, 2021). Por lo tanto, la fructosamina en perros hipotiroideos con diabetes mellitus concurrente (Costa et al., 2016) (Belvoir Media Group, 2021).

El análisis de orina suele ser normal, aunque en ocasiones revela signos de nefritis glomerular asociada a tiroiditis inmunomediada (Spence, 2022). Los niveles de fructosamina aumentan en 80 por ciento de los perros hipotiroideos como resultado de un menor de proteínas. Los niveles suelen estar ligeramente elevados y suele ser relativamente sencillo diferenciar estos niveles de los pacientes diabéticos (Belvoir Media Group, 2021). Por lo tanto, la fructosamina en perros hipotiroideos con diabetes mellitus concurrente (Costa et al., 2016).

Diagnóstico

El diagnóstico del hipotiroidismo generalmente se apoya en una combinación de signos clínicos y los análisis de laboratorio y esta condición tiende a ser sobrediagnosticada en perros, principalmente porque diversas condiciones médicas pueden presentar niveles bajos de hormona tiroidea en circulación (Parry, N. M., 2013).

El diagnóstico de hipotiroidismo se confirma mediante pruebas de función tiroidea en un perro con anomalías clínicas y clínico-patológicas compatibles (Martos et al., 2019) (Carneiro et al., 2018) (Costa et al., 2016). La concentración sérica de tiroxina total (TT4) o tiroxina libre (fT4) o ambas por debajo y la concentración sérica de hormona estimulante de la tiroides (TSH) por encima de sus respectivos intervalos de referencia indican un diagnóstico de hipotiroidismo primario (Rascón et al., 2021) (Tappin, 2014) (Spence, 2022) (Pijnacker et al., 2018) y/o una inadecuada respuesta a la prueba de estimulación de TSH (Cori, et al., 2023). Sin embargo, el 30 % - 38 % (Scott-Moncrieff et al., 1998) de los perros hipotiroideos poseen una concentración plasmática de TSH dentro de los intervalos de referencia (Pijnacker et al., 2018). Por ende, una concentración plasmática de TT4 disminuida en combinación con una concentración plasmática de TSH dentro del intervalo de referencia no distingue entre hipotiroidismo e ENT (enfermo no tiroideo) (Pijnacker et al., 2018).

Según Van Vertloo en 2021, aproximadamente el 25 % de los perros con hipotiroidismo primario tienen concentraciones séricas normales de TSH. Por lo anterior, se podría considerar que ninguna prueba de función tiroidea es completamente confiable. Además, la edad, el estado reproductivo, la raza, la condición corporal, el ejercicio o el entrenamien-

to, las enfermedades no tiroideas, y los medicamentos afectan los resultados de las pruebas de función tiroidea. (Bolton & Panciera, 2023) (Tappin, 2014) (Van Vertloo, 2021) (Costa et al., 2016). Existen diversos métodos de diagnóstico por imagen para pacientes hipotiroideos donde se incluye la resonancia magnética, tomografía computarizada, y ecografía (Martos et al., 2019) (R. W. Nelson & Couto, 2019). Se debe agregar que la biopsia cutánea es una herramienta diagnóstica que no suele ser muy específica (Riera, 2021) (Rascón et al., 2021) (Sacristán, 2016).

Como se ha comentado anteriormente, es importante recordar que el diagnóstico de hipotiroidismo es un diagnóstico clínico y debe basarse tanto en los signos clínicos como en las pruebas de laboratorio. Ninguna de las pruebas endocrinas es precisa al 100 %, con sensibilidad y especificidad variables (Spence, 2022) (Tappin, 2014) (Sacristán, 2016). También hay una serie de posibles factores, como la medicación y las enfermedades no tiroideas, que tienen un efecto significativo sobre la función tiroidea (**Tabla 3**).

Tabla 3: Factores que afectan las pruebas de función tiroidea en caninos

Factores que afectan las pruebas de función tiroidea	
Edad	< 3 meses ↑ T4 / > 6 años ↓ T4
Tamaño corporal	< 10 kg ↑ T4 / > 30 kg ↓ T4
Raza	Greyhounds ↓ T4, ↓ fT4, TSH Normal
Sexo	Sin efecto
Obesidad	↑ T4
Ejercicio extenuante	↑ T4, ↓ TSH, Normal TSH
Carprofeno	↓ T4, ↑ fT4, normal TSH
Glucocorticoides	↓ T4, ↑ fT4, a veces ↓ TSH
Furosemida	↓ T4
Metimazol	↓ T4, ↓ fT4, ↑ TSH
Fenilbutazona	↓ T4
Fenobarbitona	↓ T4, ↓ fT4, ↑ TSH
Bromuro de potasio	Sin efecto
Penicilina	↓ T4
Cefalexina	Sin efecto
TMPS	↓ T4, ↓ fT4, ↑ TSH
Ingesta de yodo en la dieta	Si es excesivo ↓ T4, ↓ fT4, ↑ TSH
Autoanticuerpos tiroideos	↓ ↑ T4 ningún efecto sobre fT4 y TSH

Fuente: elaboración propia.

Todos estos factores pueden combinarse para dificultar un diagnóstico definitivo de hipotiroidismo.

El hipotiroidismo representa un desafío diagnóstico importante para los veterinarios, ya que puede presentarse de muchas maneras, a menudo imitando otras afecciones (Martos et al., 2019). Por esta razón, existen pruebas específicas como la determinación de TT4, TT3, T4libre, TSH Canina, estimulación con TSH, TgAA.

Determinación de tiroxina total TT4: es una prueba con alta sensibilidad 100 %, pero con una baja especificidad 75 %. Su descenso por sí solo no confirma hipotiroidismo. La TT4 es el resultado de la fracción de hormona tiroidea unida a proteínas plasmáticas más la fracción de hormona libre circulante en sangre (Spence, 2022) (Tappin, 2014) (Rascón et al., 2021).

Determinación de triyodotironina total TT3: su determinación en sangre tiene un valor diagnóstico mucho menor que la determinación de TT4 ya que la TT3 proviene de la conversión periférica de TT4. Esto quiere indicar que un descenso de la TT3 se produce posteriormente al descenso de T4 (Spence, 2022) (Rascón et al., 2021) (Tappin, 2014).

Determinación de T4 libre: la medición de fT4 por diálisis

de equilibrio es considerada como la prueba más precisa para el diagnóstico de pacientes caninos hipotiroideos ya que presenta una alta sensibilidad 80 % y una especificidad mayor al 90 %. Sin embargo, es una técnica que no se encuentra disponible en algunos laboratorios (Spence, 2022) (Costa et al., 2016).

TSH canina: es una prueba con una sensibilidad entre 65-75% y una especificidad entre el 80-90 %. Un valor elevado de TSH canina por sí solo no tiene mucho valor diagnóstico si no está acompañada de signos clínicos y pruebas diagnósticas adicionales (Spence, 2022).

Es importante resaltar que la forma de presentación más frecuente de hipotiroidismo en caninos suele ser de tipo primario; en estos pacientes la glándula tiroidea pierde su estructura y capacidad de síntesis generando un incremento en la producción y liberación de TSH hipofisaria, llevando a una sobreestimulación de la glándula tiroidea con el fin de aumentar la secreción de hormonas para regular sus niveles en circulación, lo cual no logra normalizarse por lo que es común que en pacientes hipotiroideos se encuentren concentraciones bajas de TT4 y FT4 y altas de TSH (Tappin, 2014) (Sacristán, 2016).

Test de estimulación con TSH: considerada comúnmente como una prueba gold standard, esta prueba se basa en la administración intravenosa de TSH exógena para estimular la tiroides y analizar la TT4 antes y después de dicha administración. En pacientes hipotiroideos los valores de TT4 antes y después de la administración son similares, mientras que en pacientes que responden a la estimulación incrementan notablemente los valores de TT4 en sangre (Spence, 2022) (Rascón et al., 2021) (Sacristán, 2016) (Tappin, 2014).

Anticuerpos antitiroglobulinas (TgAA) y antihormonas tiroideas: los anticuerpos TgAA pueden darse como resultado de una lesión de la glándula tiroides desencadenando una liberación de tiroglobulina (glucoproteína folicular) (Spence, 2022) (Costa et al., 2016).

Los TgAA son un marcador de Tiroiditis linfocítica y aproximadamente el 50% de los perros hipotiroideos tienen TgAA circulantes (Tappin, 2014) (Rascón et al., 2021). Los autoanticuerpos de tiroglobulina no dan información sobre la función tiroidea; sin embargo, el 33% de los perros eutiroides con TgAA circulante elevada eventualmente desarrollarán hipotiroidismo clínico. Aproximadamente la mitad de los perros TgAA positivos, perros eutiroides positivos seguirán siendo positivos y el 16 % se vuelven negativos. Los niveles de TgAA pueden aumentar antes que los cambios en T3, T4 y TSH, por lo que permiten identificar hipotiroidismo incipiente (Graham et al., 2007) (Spence, 2022).

Pueden medirse los TgAA para confirmar la tiroiditis linfocítica; sin embargo, la presencia de TgAA no se correlaciona con el desarrollo de disfunción tiroidea y, por lo tanto, la presencia de TgAA por sí sola no debe incitar a la administración de suplementos de tiroxina (T4) (Spence, 2022).

La siguiente imagen es una guía de apoyo desarrollada para que los médicos veterinarios, una ayuda para llegar al diagnóstico definitivo del hipotiroidismo canino (**Figura 3**).

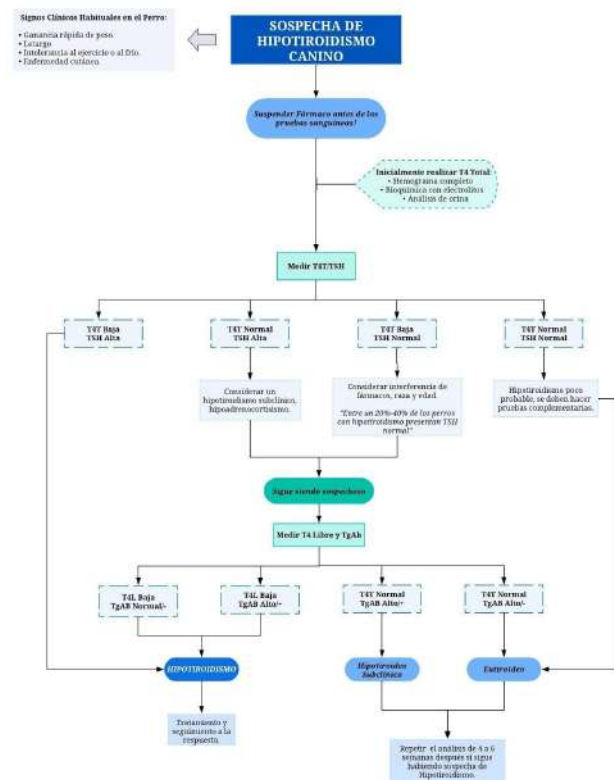


Figura 3: Guía para el diagnóstico de hipotiroidismo canino.

Fuente: elaboración propia.

Tratamiento

En los perros afectados, se requiere una terapia diaria de reemplazo de levotiroxina (L-T4) de por vida. Normalmente, este tratamiento corrige las concentraciones anormales de T4 y TSH en aproximadamente dos semanas después de iniciarlo (Dixon et al., 2002). Los signos clínicos como el letargo tienden a mejorar dentro de la primera semana de tratamiento, aunque la resolución completa de problemas cutáneos como la alopecia y la hiperpigmentación puede tardar varios meses en manifestarse (Dixon et al., 2002).

El objetivo de la suplementación con L-T4 es encontrar una dosis efectiva que controle los síntomas sin causar toxicidad. Se han recomendado diferentes dosis y regímenes para la administración oral de L-T4 en perros hipotiroides, que varían de 11 a 44 µg/kg de peso corporal (PC) una o dos veces al día (Traon et al., 2009). El incumplimiento por parte del tutor es una causa común de fracaso en el tratamiento, por lo que simplificar el programa de dosificación de dos veces al día a una vez al día puede mejorar la adherencia al tratamiento (Traon et al., 2009). Recientemente, se investigaron las propiedades farmacocinéticas de una formulación líquida de L-T4 sódica en perros sanos (Le Traon G., Burgaud, S., & Horspool, L. J. I, 2008). Los resultados respaldan la idea de que la administración diaria puede ser suficiente para controlar adecuadamente el hipotiroidismo en perros (Traon et al., 2009).

Conclusiones

El hipotiroidismo es la patología endocrina más frecuente en el perro, se define como la acción deficiente de la hormona tiroidea sobre sus órganos diana, que es secundaria a la secreción insuficiente de T4 y T3, a defectos en los receptores nucleares o a defectos moleculares o secretores de la TSH. Desde el punto de vista clínico y etiológico la enfermedad en cachorros y en adultos se presenta de manera diferente. Por otro lado su diagnóstico puede resultar difícil dada la naturaleza de la enfermedad, la posibilidad de una presentación subclínica y la variabilidad en las determinaciones bioquímicas y hormonales.

De manera que la mayoría del tiempo esta patología tiende a ser diagnosticada de manera errónea (sobrediagnosticada) por falta de conocimiento o mala interpretación de las pruebas.

A pesar de que los signos clínicos más comunes son letargo, aumento de peso, intolerancia al frío, caída de pelo, alopecia y otros cambios dermatológicos, pueden asociarse a endocrinopatías incluso a otras patologías.

El diagnóstico se realiza mediante análisis exhaustivo del paciente, en conjunto con análisis sanguíneos dentro de los que se evalúa T4 total y T4 libre que habitualmente se presentan bajos y niveles de TSH, que suelen estar elevados. Sin embargo, deben ser complementados.

Los anticuerpos antitiroglobulina, brindan apoyo al médico veterinario no solo como diagnóstico en pacientes clínicos como subclínicos, también permite pronosticar el riesgo de desarrollar hipotiroidismo clínico en el futuro y monitorizar la terapia instaurada en pacientes ya diagnosticados.

Con respecto al tratamiento, la Levotiroxina sódica sigue siendo hoy en día el tratamiento de elección con dosis de por vida en los caninos. Las dosis se ajustan según los niveles hormonales y la respuesta clínica del paciente, por esta razón se requiere monitoreo periódico y es de gran importancia el diagnóstico temprano para evitar complicaciones en el futuro.

Recomendaciones

Aunque el hipotiroidismo se diagnostica comúnmente en perros, también se diagnostica en exceso. Esto se debe a que los signos clínicos son vagos y no específicos, y numerosos factores no tiroideos afectan las concentraciones de hormona tiroidea.

Antes de comenzar a administrar suplementos de T4 a los perros, se deben revisar la historia, los cambios clínico-patológicos y las pruebas de función tiroidea.

Si no está seguro de los resultados, las pruebas de tiroides deben repetirse entre seis y ocho semanas después, antes de comenzar el tratamiento.

Referencias

1. AFouda, M. A., Abdel-Saeed, H., Abdelgayed, S. S., & Abdou, O. M. (2020). Clinical, haemato-biochemical, and histopathological studies on some dermopathies in dogs. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2021/9.1.94.102>
2. Alenza, M. D. P., & Bermejo, C. A. (2016). Actualización sobre hipotiroidismo canino e hipertiroidismo felino. *SERVET*.
3. Barrett, K. E., Barman, S. M., Yuan, J., & Brooks, H. L. (2019). *Ganong's Review of Medical Physiology*, Twenty sixth Edition. McGraw Hill Professional.
4. Bauer M, London ED, Silverman DH, et al. Thyroid, brain and mood modulation in affective disorder: insights from molecular research and functional brain imaging. *Pharmacopsychiatry*. 2003; 36: 215-221.
5. Beaver, B. V., & Haug, L. I. (2003). Canine behaviors associated with hypothyroidism. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 39(5), 431-434.
6. Belvoir Media Group. (2021). Hypothyroidism in Dogs: Obesity, lethargy, and skin problems are signs. *DogWatch*, 25. <https://search-ebscohost-com.proxy.sanmartin.edu.co/login.aspx?direct=true&db=vft&AN=151944763&lang=es&site=ehost-live>
7. Bolton, T. A., & Panciera, D. L. (2023). Influence of medications on thyroid function in dogs: an update. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 37(5), 1626-1640. <https://doi.org/10.1111/jvim.16823>
8. Boron, W. F., & Boulpaep, E. L. (2016). *Medical Physiology*. Elsevier.
9. Carneiro, L. E., Vanz, A. C., & De Alcântara Barcellos, H. H. (2018). Tratamento prévio com trilostano e levotiroxina em subdose dificultam diagnóstico de hipotireoidismo canino. *Acta Scientiae Veterinariae*, 46, 1-5. <https://pesquisa.bvsalud.org/bvs-vet/resource/pt/vti-734032>
10. Castillo, V. (2011). Hipotiroidismo canino. *IVIS*, 21(1). <https://www.ivis.org/library/argos/geri%C3%Altricos-argos-n%C2%B0224-diciembre-2020/hipotiroidismo-canino>
11. Cecere, J., Purswell, B., & Panciera, D. (2020). Levothyroxine supplementation in hypothyroid bitches during pregnancy. *Theriogenology*, 142, 48-53.
12. Costa, G. P., Araújo, S. L., Júnior, F. A. F. X., De Lima, Â. R., De Araújo Viana, D., & Evangelista, J. S. A. M. (2016). A clinical and diagnostic approach of a dog with hyperadrenocorticism and hypothyroidism related: Case report. *Revista brasileira de higiene e sanidade animal*, 10(4). <https://doi.org/10.5935/1981-2965.20160063>
13. Dixon, R. E. (2001). Recent developments in the diagnosis of canine hypothyroidism. *In Practice*, 23(6), 328-335. <https://doi.org/10.1136/inpract.23.6.328>
14. Dixon, R. M., Reid, S. W. J., & Mooney, C. T. (2002). Treatment and therapeutic monitoring of canine hypothyroidism. *Journal of small animal practice*, 43(8), 334-340.
15. Ettinger, S. J., Feldman, E. C., & Cote, E. (2017). *Textbook of Veterinary Internal Medicine - eBook*. Elsevier Health Sciences.
16. Fenneman, A. C., Bruinstroop, E., Nieuwdorp, M., van der Spek, A. H., & Boelen, A. (2023). A comprehensive review of thyroid hormone metabolism in the gut and its clinical implications. *Thyroid*, 33(1), 32-44.
17. Ferguson, D. C. (2007). Testing for hypothyroidism.

- dism in dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 37(4), 647-669.
18. Gori, E., Gianella, P., Lippi, I., & Marchetti, V. (2023). Retrospective Evaluation of Gastrointestinal Signs in Hypothyroid Dogs. *Animals*, 13(16), 2668.
 19. Graham, P., Refsal, K. R., & Rf, N. (2007). Etiopathologic findings of canine hypothyroidism. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 37(4), 617-631. <https://doi.org/10.1016/j.cvs.2007.05.002>
 20. Hall, J. E., & Hall, M. E. (2020). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book*. Elsevier Health Sciences.
 21. Hrovat, A., De Keuster, T., Kooistra, H. S., Duchateau, L., Oyama, M. A., Peremans, K., & Dammet, S. (2019). Behavior in dogs with spontaneous hypothyroidism during treatment with levothyroxine. *Journal of veterinary internal medicine*, 33(1), 64-71.
 22. Jiang, W., Lu, G., Gao, D., Lv, Z., & Li, D. (2022). The relationships between the gut microbiota and its metabolites with thyroid diseases. *Frontiers in Endocrinology*, 13, 943408.
 23. Kennedy, L. J., Huson, H. J., Leonard, J., Angles, J. M., Fox, L. E., Wojciechowski, J. W., ... & Happ, G. M. (2006). Association of hypothyroid disease in Doberman Pinscher dogs with a rare major histocompatibility complex DLA class II haplotype. *Tissue antigens*, 67(1), 53-56.
 24. Kerrigan, L., Stewart, S. A., Domínguez-Robles, J., Brady, A., Ammar, A. A., Donnelly, R. F., Permana, A. D., & Larrañeta, E. (2023). Drug delivery Systems for thyroid disease treatment: A mini review on current therapies and alternative approaches. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 104861. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2023.104861>
 25. Kyriacou, A., McLaughlin, J., & Syed, A. A. (2015). Thyroid disorders and gastrointestinal and liver dysfunction: a state of the art review. *European Journal of Internal Medicine*, 26(8), 563-571.
 26. Le Traon, G., Burgaud, S., & Horspool, L. J. I. (2008). Pharmacokinetics of total thyroxine in dogs after administration of an oral solution of levothyroxine sodium. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics*, 31(2), 95-101.
 27. Lewis, V., Morrow, C. M., Jacobsen, J. A., & Lloyd, W. E. (2018). A pivotal field study to support the registration of levothyroxine sodium tablets for canine hypothyroidism. *Journal of The American Animal Hospital Association*, 54(4), 201-208. <https://doi.org/10.5326/jaa-ha-ms-6649>
 28. Lopez, O., Jose Antonio, & Barnali, D. (2020). Hipotiroidismo canino. 147288516, 147288516. <https://search-ebscohost-com.proxy.sanmartin.edu.co/login.aspx?direct=true&db=vft&AN=147288516&lang=es&site=ehost-live>
 29. Martos, C. P., Sánchez, I. M., & Rodríguez, A. G. (2019). *Medicina interna en pequeños animales: Manuales clínicos de Veterinaria*. Elsevier Health Sciences.
 30. Mooney, C. T. (2011). Canine Hypothyroidism: A Review of Aetiology and Diagnosis. *New Zealand Veterinary Journal*, 59(3), 105-114. <https://doi.org/10.1080/00480169.2011.563729>
 31. Mooney, C. T., Shiel, R. E., & Dixon, R. M. (2007). Thyroid hormone abnormalities and outcome in dogs with non-thyroidal illness. *Journal of Small Animal Practice*, 49(1), 11-16. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2007.00418.x>
 32. Nakazawa, N., Sohda, M., Ogata, K., Baatar, S., Ubukata, Y., Kuriyama, K., ... & Saeki, H. (2021). Thyroid hormone activated upper gastrointestinal motility without mediating gastrointestinal hormones in conscious dogs. *Scientific Reports*, 11(1), 9975.
 33. Nelson, R. W., & Couto, C. G. (2019). *Small Animal Internal Medicine-E-Book: Small Animal Internal Medicine-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
 34. Ortega Chavarria, M. J., Seniscal Arredondo, D. A., Díaz Greene, E., & Rodríguez Weber, F. L. (2019). Síndrome eutiroides enfermo. *Acta médica Grupo Ángeles*, 17(2), 131-136.
 35. O'Neill, D. G., Khoo, J. S. P., Brodbelt, D. C., Church, D., Pegram, C., & Geddes, R. (2022). Frequency, breed predispositions and other demographic risk factors for diagnosis of hypothyroidism in dogs under primary veterinary care in the UK. *Canine medicine and genetics*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40575-022-00123-8>
 36. Parra, C. (2016). HIPOTIROIDISMO CANINO. ESTUDIO DE LAS ALTERACIONES HEMATOLÓGICAS [Tesis de grado.]. Universidad Zaragoza.
 37. Parry, N. M. (2013)1. Hypothyroidism in dogs: laboratory findings. *Companion animal*. <https://doi.org/10.12968/coan.2013.18.3.101>
 38. Parry, N. M. (2013)2. Hypothyroidism in dogs: pathophysiology, causes and clinical presentation. *Companion animal*, 18(2), 34-38.
 39. Perez Écija, A. (2021). *Sistema endocrino*. Elsevier Ed., *Manual Clínico del perro y el gato*. P 188-207.
 40. Pijnacker, T., Kooistra, H. S., Vermeulen, C. F., Van Der Vinne, M., Prins, M., Galac, S., & Mol, J. A. (2018). Use of basal and TRH-stimulated plasma growth hormone concentrations to differentiate between primary hypothyroidism and nonthyroidal illness in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32(4), 1319-1324. <https://doi.org/10.1111/jvim.15139>
 41. Raguvanan, R., Mondal, D. B., & Preena, P. (2017). Clinical Management of Hypothyroidism in a Dog. *Instas Polivet*, 18. <https://search-ebscohost-com.proxy.sanmartin.edu.co/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=152857930&lang=es&site=ehost-live>
 42. Riera, S. (2021). «The new Speed™ TSH test is indicated to complete the evaluation of the thyroid gland in the canine species». *Grupo Asis Biomedica*. <https://search-ebscohost-com.proxy.sanmartin.edu.co/login.aspx?direct=true&db=vft&AN=153277297&lang=es&site=ehost-live>
 43. Ringstad, N. K., Lingaas, F., & Thoresen, S. I. (2022). Breed distributions for diabetes mellitus and hypothyroidism in Norwegian dogs. *Canine medicine and genetics*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40575-022-00121-w>
 44. Rosenfarb, J., Faingold, M. C., & Brenta, G. (2017). Enfermedad no tiroidea. *Revista argentina de endocrinología y metabolismo*, 54(2), 83-91.
 45. Sacristán, A. G. (2016). *Fisiología veterinaria (1.a ed.)*. REFERENCIAR BIEN
 46. Scott-Moncrieff, J. C. (2007). Clinical signs and

concurrent diseases of hypothyroidism in dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 37(4), 709-722.

47. Scott-Moncrieff, J. C., Nelson, R. W., Bruner, J. M., & Williams, D. A. (1998). Comparison of serum concentrations of thyroid-stimulating hormone in healthy dogs, hypothyroid dogs, and euthyroid dogs with concurrent disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 212(3), 387-391.

48. Spence, S. (2022). Canine hypothyroidism: Avoiding over diagnosing the condition. *In practice*, 44(2), 68-75. <https://doi.org/10.1002/inpr.74>

49. Tappin, S. (2014). Canine hypothyroidism: making a definitive diagnosis. *Veterinary Ireland Journal*, 4(9).

50. Traon, G. L., Brennan, S. F., Burgaud, S., Daminet, S., Gommeren, K., Horspool, L. J. I., Rosenberg, D., & Mooney, C. T. (2009). Clinical evaluation of a novel liquid formulation of L-Thyroxine for once daily treatment of dogs with hypothyroidism. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 23(1), 43-49. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2008.0236.x>

51. Van Vertloo, L. (2021). Understanding and diagnosing canine hypothyroidism. *DVM*, 153166021. <https://search-ebscohost-com.proxy.sanmartin.edu.co/login.aspx?direct=true&db=vft&AN=153166021&lang=es&site=ehost-live>

52. Yao, Z., Zhao, M., Gong, Y., Chen, W., Wang, Q., Fu, Y., ... & Bo, T. (2020). Relation of gut microbes and l-thyroxine through altered thyroxine metabolism in subclinical hypothyroidism subjects. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 10, 495.