Determinación de la presencia de *Trypanosoma spp* y valoración hematológica en búfalos (*Bubalus bubalis*) de la Granja Experimental Villa Marina

Yeraldin Daniela Hernández Vera 1052412715

Facultad de Ciencias Agrarias, Medicina Veterinaria

Universidad de Pamplona

Notas del Autor:

La correspondencia relacionada con este documento deberá ser enviada:

Yeraldin.hernandez@unipamplona.edu.co

Pamplona, Colombia

2025

Determinación de la presencia de *Trypanosoma spp* y valoración hematológica en búfalos (*Bubalus bubalis*) de la Granja Experimental Villa Marina

Yeraldin Daniela Hernández Vera 1052412715

Facultad de Ciencias Agrarias, Medicina Veterinaria

Universidad de Pamplona

Tutor: M.V. Z; MSc; PhD. Carlos Mario Duque Cañas

Pamplona, Colombia

2025

DEDICATORIA

...Dedico con todo mi cariño y amor este trabajo de investigación principalmente a mis padres Nancy Vera y Jesús Hernández, por ser mi mayor motivación, por ayudarme en este proceso de mi construcción en la vida profesional, por brindarme siempre su apoyo, consejos, amor y por ayudarme con lo querido para llevar a cabo mis estudios…

AGRADECIMIENTOS

Infinitas gracias a Dios, quien me ofrece sabiduría en el camino de la vida…

Al universo por brindarme buena energía…

A mis Padres, un total AGRADECIMIENTO; por su esfuerzo, su amor y entrega …

A mi abuela, tíos, tías y demás familia que estuvo presente en mi formación, muchas gracias.

Al docente tutor, Carlos Mario Duque Cañas, por su disposición y colaboración.

Al docente Alberto Mendoza, por su disposición y apoyo en mi estudio realizado.

A la Dra. Karina Angarita y su equipo de trabajo, ANALIZAR VETERINARIO.

A mis compañeros de pasantía, por su colaboración, apoyo, y por dejarme recuerdos para toda la vida…

A mis amigos de la Universidad, que me ayudaron en cada momento, e hicieron de este camino, una recopilación de buenas historias y momentos para remorar, hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

A la Universidad de Pamplona, docentes del programa de Medicina Veterinaria, por la formación recibida, un total agradecimiento.

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido **5**

Introducción **10**

Descripción del sitio de pasantía 11

Actividades asignadas en el sitio de práctica 13

Determinación de la presencia de *Trypanosoma spp* y valoración hematológica en búfalos (*Bubalus bubalis*) de la Granja Experimental Villa Marina **14**

Resumen 14

Palabras claves: *Búfalo, Hemograma, PCR.* 14

Abstract 15

Keywords: Buffalo, Blood count, PCR. 15

CAPITULO I **16**

Planteamiento del problema 16

Justificación 18

Objetivos 19

Objetivo General *19*

Objetivos Específicos *19*

CAPITULO II **20**

Introducción **20**

Marco teórico 21

Generalidades de los Búfalos *21*

Los búfalos en Colombia *21*

Caracteristicas de las razas *22*

Raza buffalypso 22

Raza Murrah 22

Raza Jaffarabadi 23

Raza mediterránea 23

Aspectos anatómicos generales *23*

Hematologia *24*

Hematopoyesis *24*
Sangre *25*
Hemoparásitos *25*
Anaplasmosis. 27
Babesiosis. 27
Tripanosomiasis. 28
Taxonomía *28*
Morfología y estructura *29*
Etiología *29*
Ciclo biológico de Trypanosoma evansi *30*
Patogenia *31*
Transmisión *32*
Signos clínicos *33*
Pruebas Diagnósticas *34*
Técnica por PCR 34
Frotis Sanguíneo 35
Técnica Color Quick 35
Epidemiología *36*
Prevención y control *36*
Antecedentes 36
CAPITULO III **38**
Materiales y métodos 38
Ubicación y caracterización del área experimental *38*
Animales y manejo *39*
Recolección de muestras *41*
Traslado y procesamiento de la muestra *42*
Análisis estadístico *43*
Procesamiento de prueba PCR 43
Extracción de ADN 43
Cuantificación de ADN 44
CAPITULO IV **45**

Resultados 45
Extendido sanguíneo *45*
Valores obtenidos en cada parámetro *47*
Resultados PCR *49*
Discusión **51**
Conclusiones 55
Recomendaciones 56
Referencias **57**

Lista de figuras

Figura 1 *Ciclo Biológico de Trypanosoma evansi en rumiantes.* 31

Figura 2 *Toma de muestra, vena coccígea.* 41

Figura 3 *Procesamiento de los extendidos.* 42

Figura 4 *Extendido con tinción color Quick, observación 100x de tripomastigote de Trypanosoma.* 45

Figura 5 *Extendido con tinción color Quick, tripomastigote de Trypanosoma spp. Observación fotomicrografía.* 46

Figura 6 *Electroforesis en gel de agarosa, PCR para detección de Trypanosoma spp en muestra sanguínea de búfalos.* 50

Lista de tablas

Tabla 1 *Constantes fisiológicas del búfalo de agua (Bubalus bubalis).* 39

Tabla 2 *Identificación de la población utilizada (Sexo, edad, estado reproductivo, etapa).* 40

Tabla 3 *Componentes utilizados en PCR (Taq, Primer, control negativo).* 44

Tabla 4 *Parámetros clínicos con estadística descriptiva en búfalos (Bubalus bubalis).* 47

Tabla 5 *Estadística descriptiva de los parámetros hematológicos obtenidos en búfalos (Bubalus bubalis) de la Granja Experimental Villa Marina.* 48

Tabla 6 *Cuantificación de ADN de muestras extraídas de búfalos, mediante espectrofotometría (Nanodrop).* 49

Introducción

La profesión de Medicina Veterinaria abarca varias ciencias, donde se enfoca en los estudios diagnósticos, tratamientos, prevención de enfermedades en diferentes especies animales, también abarca la salud animal y la salud pública. Por lo tanto, los Médicos Veterinarios en su desempeño profesional tienen un papel determinante en diferentes aspectos, no solo en el bienestar animal; sino también en la seguridad alimentaria, protección de la salud pública frente a impactos de las zoonosis y la conservación del medio ambiente.

Por lo tanto, el programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Pamplona, permite a los estudiantes de decimo semestre, la realización de pasantías/práctica empresarial, por tiempo estipulado de 4 o 6 meses, para así integrar los diferentes conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo de la formación académica, lo que permitirá al estudiante enfocarse en un campo especifico, y el manejo de las grandes especies.

En este campo laboral, se ha presentado un avance significativo de las áreas de investigación, mediante técnicas biotecnológicas, como lo es la inseminación artificial, la fecundación in vitro, transferencia de embriones, Y también el control y la prevención de enfermedades infecciosas que pueden no solo afectar a los animales sino también a los profesionales encargados, exponiendo así situaciones de contagios zoonóticos. La pasantía en la granja experimental Villa Marina, brinda gran oportunidad para la adquisición de nuevas habilidades y competencias, ya sea en áreas de biotecnología animal, lo que es fundamental para el futuro desempeño de los profesionales.

Descripción del sitio de pasantía

La granja experimental Villa Marina de la Universidad de Pamplona se encuentra geográficamente ubicada en la vereda Matajira, en el municipio de Pamplonita Norte de Santander, esta se extiende por 409 hectáreas, situándose a lo largo de la doble calzada Pamplona- Cúcuta a 49 km de Pamplona, presentando una altitud que varia entre 1,100 y 1,800 metros sobre el nivel del mar, posee una parte alta que se conoce como Bella vista, se presenta una temperatura de 20°C y una topografía húmeda, lo que permite que se llevan acabo practicas agropecuarias y educativas.

La granja se dedica a la producción de pie de cría, carne de canal y venta de leche, por lo cual abarca diversas especies tales como bovinos, búfalos, cerdos, ovejas, cabras y conejos. De esta manera, la misión es proporcionar un espacio que fomente el apoyo académico e investigativo en las ciencias agrarias. La visión enfocada es respaldar las actividades académicas y los trabajos de investigación, con el objetivo de mejorar la formación de profesionales en el sector agropecuario, esperando un compromiso con la excelencia educativa y la sostenibilidad en la producción agropecuaria.

La administración de la granja Villa Marina, esta llevada a cargo del Médico Veterinario Freddy Rodríguez y Madary Galvis, de la Universidad de Pamplona, los cuales se encargan de implementar estrategias que promuevan la sanidad, el bienestar animal y la prevención y tratamiento de enfermedades que puedan afectar a las diversas especies en los distintos sistemas de producción presentes. Su liderazgo asegura un enfoque integral en la salud animal, para así contribuir al funcionamiento esperado en la granja.

En la granja se cuenta con un laboratorio animal de biotecnología reproductiva (LABRUP, cuyo encargado es el M.V.Z, MSc Dubel Cely Leal, quien dispone de áreas

especializadas, como de andrología, laparoscopia, fecundación *In vitro*, permitiendo abordar una variedad de procedimientos reproductivos en animales, también en términos tales como la investigación y la práctica. Se cuenta con un sistema computarizado de análisis seminal (CASA) AndroVisión® particularmente útil para evaluar la calidad del semen, y junto con herramientas tales de impresora de pajuelas multicoder ®, envasadoras SFS 133®, incubadoras, guías de aspiración folicular, laparoscopia, ecógrafos, microscopios entre otros, Equipos importantes para el desarrollo de actividades académicas y científicas de alto nivel, desde investigaciones hasta prácticas clínicas.

Actividades asignadas en el sitio de práctica

En las actividades a cumplir debemos estar a cargo de la sanidad de los animales en los diferentes sistemas de producción que se tienen en la granja, así mismo en la instauración de tratamientos Médicos que se lleguen a presentar como: patologías podales, enfermedades reproductivas, sistema tegumentario. Otras de las actividades a desarrollar como el diagnóstico reproductivos en hembras de diferentes especies, como (ovinos, caprinos, Bovinos, búfalos y equinos) por medio de palpación transrectal y ecoguiada, mediante ultrasonografía, dirigidas por los médicos veterinarios a cargo.

Adicionalmente, se brinda acompañamiento a estudiantes de noveno semestre, en la materia de clínicas, en sus respectivas actividades por los diferentes sistemas de producción, presentes en la granja.

En las demás actividades se ha hecho acompañamiento en el laboratorio animal de biotecnología reproductiva, por el momento se ha realizado el reconocimiento de los equipos del área de andrología, área *In Vitro*, y área de laparoscopia, con el médico encargado, también la utilización y explicación del sistema CASA, después de hacer colectas de uno de los toros allí presentes.

Determinación de la presencia de *Trypanosoma spp* y valoración hematológica en búfalos (*Bubalus bubalis*) de la Granja Experimental Villa Marina

Resumen

La producción de búfalos se está desarrollando principalmente en áreas tropicales y subtropicales, ofreciendo así un importante recurso económico para los productores por su mayor aprovechamiento en estas zonas. Por lo tanto, en la presente investigación, se diseñó un estudio con el objetivo de determinar la presencia de *Trypanosoma spp* y una valoración hematológica en los búfalos *(Bubalus bubalis)* de la Granja Experimental Villa Marina, con el fin de recopilar información y llevar un seguimiento sobre enfermedades hemoparasitarias allí presentes. Se tomó registro de constantes como frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, TLLC, temperatura y condición corporal. Se obtuvieron 20 muestras de sangre en tubos estériles con anticoagulante (EDTA) para realizar hemograma; para los extendidos sanguíneos se tomó muestreo de la oreja en microtubos con EDTA. Al obtener resultados se procede a realizar PCR convencional a 10 de los animales, los primers utilizados H1259 y L1085 para 10 muestras y un control negativo para la identificación ADN *Trypanosoma spp.* Al obtener los resultados, se confirma la presencia de hemoparásitos mediante el uso de técnicas directas e indirectas, lo que permite llevar un registro y control sobre estos agentes etiológicos que a corto o largo plazo generan enfermedad y bajos rendimientos en los animales.

Palabras claves: *Búfalo, Hemograma, PCR.*

Abstract

Buffalo production is primarily developing in tropical and subtropical areas, offering producers an important economic resource due to its increased utilization in these zones. Therefore, in this study, a study was designed to determine the presence of Trypanosoma spp. and perform a hematological assessment in buffaloes (Bubalus bubalis) at the Villa Marina Experimental Farm. This study aims to gather information and monitor hemoparasitic diseases present there. Vital signs such as heart rate, respiratory rate, total blood pressure, temperature, and body condition were recorded. Twenty blood samples were obtained in sterile tubes containing anticoagulant (EDTA) for complete blood counts; for blood smears, samples were taken from the ear in microtubes containing EDTA. Once the results were obtained, conventional PCR was performed on 10 of the animals. Primers H1259 and L1085 were used for 10 samples, and a negative control was used for Trypanosoma spp. DNA identification. Once the results are obtained, the presence of hemoparasites is confirmed through the use of direct and indirect techniques, allowing for the recording and monitoring of these etiological agents that cause disease and poor performance in animals in the short or long term.

Keywords: *Buffalo, Blood count, PCR.*

CAPITULO I

Planteamiento del problema

En el territorio colombiano, la cría de búfalos ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, posicionándose como una actividad agropecuaria de alta rentabilidad. Esta producción se caracteriza por sus bajos costos, lo que convierte a la ganadería bufalina en una alternativa de inversión prometedora para el país, gracias al potencial productivo de esta especie Andrés Sánchez-Duran et al., (2021). Durante el año 2024, el sector bufalino registró un total de 579.390 cabezas en el país, de acuerdo con los datos del primer ciclo de vacunación, lo que representa un aumento significativo respecto a las cifras reportadas en 2018 (Orozco. 2025). Según Alba Suárez. (2025), directora ejecutiva de Asobúfalos, *"el búfalo es una alternativa prometedora para la producción de carne y leche"*, debido a su rusticidad, eficiencia alimenticia y su contribución positiva al desarrollo de la economía (CONtexto Ganadero,. 2025).

La producción bufalina en Colombia, al igual que en otros países latinoamericanos, se desarrolla principalmente en zonas tropicales, donde representa una alternativa estratégica para la seguridad alimentaria. Esta especie posee un alto potencial para explotaciones de tipo multipropósito (carne, leche, trabajo), aunque ha sido subestimada en algunos contextos por factores económicos y falta de visibilidad. Sin embargo, en el país persiste una escasa actividad investigativa orientada al estudio y divulgación del potencial productivo y sanitario de esta especie (Koza et al., 2021).

En este contexto, la Granja Experimental Villa Marina, perteneciente a la Universidad de Pamplona (Norte de Santander), está orientada a la producción agropecuaria y a la investigación científica. En sus instalaciones se alberga una diversidad de especies animales, entre ellas un grupo de 20 búfalos (*Bubalus bubalis*) de diferentes edades y sexos, destinados a la cría,

reproducción y comercialización. Una de las principales actividades desarrolladas en la granja es la producción lechera, para lo cual resulta indispensable garantizar el bienestar y la salud de los animales, con el fin de mantener una productividad óptima. Sin embargo, se presentan casos esporádicos en relación a enfermedades hemoparasitarias, teniendo presente que el clima habitado es indispensable para el desarrollo de estas enfermedades, de esta manera se hace necesario el estudio de esta zona y muestra poblacional, ya que se presenta por parte de los animales condiciones aptas para el desarrollo de estas enfermedades, además de que no se llegan a presentar signos clínicos evidentes.

La ausencia de esta información representa una limitación significativa en la granja, ya que la presencia de hemoparásitos puede comprometer el rendimiento productivo de los animales, afectando directamente la rentabilidad del sistema. Por lo tanto, se hace necesario realizar investigaciones que permitan detectar posibles alteraciones hematológicas asociadas a infecciones parasitarias, con el propósito de implementar estrategias oportunas de prevención, diagnóstico y control que favorezcan el bienestar animal y la eficiencia productiva.

Justificación

Actualmente en Colombia, la información que se ha obtenido sobre los perfiles hematológicos y determinaciones de hemoparásitos es escasa en algunos departamentos; por lo tanto, se han tomado como referencia los valores de las especies bovinas. El presente estudio se enfocará en la especie bufalina de la Granja Experimental Villa Marina, lo que permitirá tomar medidas para mejorar la salud y bienestar de los búfalos. Las pruebas hematológicas y/o diagnósticas, moleculares, presentan una importancia diferente según la especie animal, y el uso de laboratorios clínicos de Medicina Veterinaria constituye un área de gran evolución en los últimos años, ya que por medio de estas se han diagnosticado diferentes patologías, y así poder establecer tratamientos y llevar un control de prevención en tiempos adecuados y estables; esto es de gran importancia, ya que permite identificar y abordar cualquier problema presente, que no solo afectará estas especies, sino otras más.

Objetivos

Objetivo General

- Determinar la presencia del *Trypanosomas spp* y evaluar sus efectos clínicos y hematológicos en búfalos (*Bubalus bubalis*) de la Granja Experimental Villa Marina, mediante el uso de pruebas diagnósticas, directas e indirectas.

Objetivos Específicos

- Detectar la presencia de *Trypanosomas spp*, mediante observación microscópica directa en extendidos sanguíneos teñidos.
- Evaluar parámetros hematológicos (eritrograma y leucograma) de los búfalos mediante hemograma automatizado.
- Determinar si existen diferencias clínicas o hematológicas según la condición fisiológica de cada animal evaluado.

CAPITULO II

Introducción

La ganadería en Colombia abarca variedad de sistemas productivos, igual que el ganado ovino, caprino, porcino, caballar y mular, y si bien la ganadería bovina es de mayor relevancia, en este contexto, el búfalo de agua *(Bubalus bubalis)* se ha constituido como una de las especies más potenciales, por sus características reproductivas y productivas en países tropicales y subtropicales. Los búfalos de agua padecen de algunas enfermedades, al igual que los bovinos, cuando estos son sometidos a estrés por trabajos prolongados y cuando la alimentación es deficiente. En el territorio colombiano, se han realizado reportes en búfalos donde se describen las enfermedades presentadas, tales como Anaplasmosis, brucelosis, mastitis, tuberculosis, babesiosis, tripanosomiasis, fiebre aftosa, entre otras.

La tripanosomiasis es una enfermedad hemoparasitarias causada por un protozoo flagelado, perteneciente al género Trypanosoma (*T. vivax* y *T. evansi*). Es transmitido en Latinoamérica por la picadura de moscas hematófagas del género Tabanus Stomoxys, murciélagos vampiros (*Desmodus rotundus*), o ya sea bien por el mal uso de agujas, y mala praxis en las prácticas veterinarias. Este se caracteriza por presentar formas agudas, crónicas donde se pueden llegar a presentar muertes súbitas. Se han realizado estudios con bovinos infectados por *Trypanosoma vivax*, y las principales afectaciones son a nivel circulatorio, daños cardiacos y anemias. Para los casos de *T. evansi* hay afectaciones a nivel del sistema nervioso central, se describe que se llega a presentar resistencia al desarrollo de anemias, generando resistencias al hospedador, lo que conlleva a bajas producciones lácteas, reducción del rendimiento, mala calidad del semen, y grandes pérdidas económicas.

Marco teórico

Generalidades de los Búfalos

Los búfalos (*Bubalus bubalis*) también reconocido como búfalo asiático, búfalo de los pantanos o búfalo de la india, perteneciente a la familia de los bóvidos, es una especie que brinda tres tipos de recursos productivos, carne, leche y trabajo. Son animales que se caracterizan por ser longevos, ya que pueden durar hasta 30 años, poseen hábitos semiacuáticos, nocturnos, presentan temperamentos tranquilos y dóciles; esta especie tiene una buena adaptabilidad a condiciones climáticas, lo que ha permitido establecerse en regiones comprendidas entre los 0 y 3000 m.s.n.m. Los búfalos presentan con mayor eficiencia el aprovechamiento de los pastos naturales, propios de las zonas tropicales, además se desempeñan en áreas marginales y pantanosas (MinAgricultura, 2024).

Los búfalos son animales originarios de Asia, donde vivían como animales salvajes en diversas zonas, siendo domesticados para trabajo. Desde Asia el búfalo se extendió a África, Oceanía y Europa, en este último continente es utilizado mayormente para la producción láctea, especialmente en países como Italia, Bulgaria y Rumania. Los búfalos fueron introducidos a Sudamérica por los europeos, con un fin de tracción, ya que por su rusticidad, longevidad y fuerza tuvo una difusión en países de norte de Sudamérica, especialmente en Venezuela, Brasil y Colombia, donde predominaron las razas Mediterránea, Murrah y Jaffarabdi; consideradas doble propósito por su carne y leche, pero en algunos casos llegan a ser triple propósito.

Los búfalos en Colombia

La cría de búfalos en Colombia ha venido evolucionando de forma significativa, esto desde su introducción en la década de 1960. Estos animales se han adaptado bien a las condiciones climáticas y geográficas del país, convirtiéndose en una opción viable y rentable

para los productores ganaderos. Los búfalos en Colombia son una buena opción para la producción lechera y cárnica, ya que la leche de búfala contiene un alto contenido de grasa y proteínas, y en cuanto a la carne, los búfalos alcanzan el peso de sacrificio más rápido que el ganado vacuno, por lo que se describe que son animales más precoces para la producción cárnica (Bufasan 2025).

La especie bufalina se caracteriza por ser triple propósito, haciéndolo así atractivo para la cría y producción. Poseen excelentes rendimientos lácteos, ya que se caracterizan por su contenido nutricional, calidad y sabor, al ser animales óptimos para la producción de carne aportan también al mercado productos con alto valor nutricional. Los búfalos, poseen ventajas en cuanto a su tipo de crecimiento, ya que este es más temprano en comparación de otras especies, de gran adaptabilidad al medio ambiente y un fácil cuidado por parte de los productores Andrés Sánchez et al. (2021).

Caracteristicas de las razas

Raza buffalypso

De los primeros en llegar a colombia, búfalos destinados para trabajo, se caracterizan por su cuerpo robusto, y por su resistencia a enfermedades, son más acorde a la produccion cárnica. Alcanzan producciones de hasta 1.372 kg. Los machos presentan un peso entre 600-700 kg y las hembras 450 a 500 kg (Pérez, 2007).

Raza Murrah

Es originaria del Noroeste de la India, son animales que se caracterizan por la forma de sus cuernos cortos, fuertes y enroscados, presentan cuerpos negros y robustos, son la raza más importante de la india, por la mayor producción lechera, con promedios de 1.500 a 2.000 kg/año

con el 7% de grasa y lactancia. Las hembras presetan ubres bien desarrolladas y cuartos bien cuadrados. El peso de los machos fluctua entre 600 y 800 kg, pudiendo alcanzar 900kg y las hembras entre pesos de 470 a 700kg pudiendo alcanzar hasta 600 y 800 kg, alcanzan una producción promedio de 2.010 L/leche/lactancia y una duracion de lactancia de 270 a 306 días (Pérez, 2007).

Raza Jaffarabadi

Es una de las razas con mayor tamaño, poseen frente prominente, cuernos fuertes planos y pesados que tienen una inclinacion a cada lado del cuello. Son utilizados para producciones lecheras, y carne. Su peso llega a de 700 a 100 kg, pudiendo alcanzar un peso de 1500 kg, las hembras con un peso de 700 kg hasta llegar a 1100 kg. En cuanto a la produccion lechera alcanzan los 1800 a 2700 lts, con lactancia y grasa del 8% y 10%, requieren mayores volumenes de consumo (Pérez, 2007).

Raza mediterránea

Originario de la india, de color negro, cuernos cortos y medianos dirigidos hacia atrás y a los costados con la punta encorvada hacia arriba, cara angosta, pelos en mandibula. El cuerpo es largo y las extremidades son cortas y robustas, cruz prominente, de pecho profundo y abdomen voluminoso, en general es un animal compacto, musculoso y profundo, tiene buena conformación en la grupa, el peso vivo en machos adultos es de 600 a 800 kg, las hembras 600 kg, utilizado con fines de producción lechera y carnica (Pérez, 2007)

Aspectos anatómicos generales

Los búfalos presentan unas características fenotípicas que pueden variar dependiendo de la raza, se pueden presentar pelajes ligeros con piel gruesa, algo que no se presenta en los

bovinos, los machos de esta especie obtienen un mayor peso corporal, en comparación de las hembras (Guzmán, Gelvis et al. 2021). Los búfalos se catalogan por presentar un buen producto cárnico, ya que posee un buen sabor y aporte nutricional, la carne presenta un color más oscuro con el paso de los años, la grasa se almacena sobre los músculos, no presenta marmoleo, contiene un 40% menos de colesterol, 12% menos de grasa y 10% más de proteina y minerales a comparacion de las carnes vacunas (Guzmán et al., 2021).

Hematologia

La hematología veterinaria estudia las células sanguíneas, donde se lleva a cabo un estudio cuantitativo y morfológico, en este se pueden diferenciar los siguientes grupos celulares como, eritrocitos, leucocitos y plaquetas María Suárez (2023). En los diagnósticos veterinarios se utilizan rutinas importantes como el conteo sanguíneo, donde se abarca el número de los grupos celulares, ya que cada uno de estos realiza funciones fisiológicas vitales en el organismo, y por lo tanto cualquier alteración en su número y/o morfología pueda brindar información sobre las condiciones de salud en las diferentes especies, y así también poder hacer comparaciones e investigaciones.

Hematopoyesis

La hematopoyesis es un proceso por el cual se da paso a la formación de células sanguíneas, el cual inicia por la médula ósea, en esta se presenta una célula precursora hematopoyética pluripotencial, de la cual van a derivar todas las demás células sanguíneas. Estas se clasifican en dos grupos que se caracterizan por su morfología y funciones células mieloides y linfoides. Las células mieloides están conformadas por gránulos conformadas por (neutrófilos, basófilos y eosinófilos, monocitos, eritrocitos y megacariocitos, mientras que las células

linfoides se encuentran linfocitos B, linfocitos T y células NK, todas estas pasan por un proceso de producción denominado mielopoyesis y linfopoyesis. (María & Suárez, 2023).

Sangre

La sangre es un tejido constituido por una matriz líquida, plasma, constituyentes celulares y solutos orgánicos, como minerales, enzimas, hormonas importantes en la función que este cumple, ya que es un transportador de sustancias que son vitales para el organismo, como el oxígeno, nutrientes orgánicos e inorgánicos, dióxido de carbono y los desechos metabólicos

El volumen de sangre en animales domésticos fluctúa entre el 6 a 11 % del peso corporal, que es mucho mayor en animales jóvenes, pero en bovinos, ovinos, felinos y equinos este va de 6 a 7 % y en equinos de deporte 10 a 11%. Así que en la especie bovina una vaca contiene entre 30 a 35 L de sangre con un contenido celular de 28 a 38%, a diferencia de un caballo que contiene entre un 40 a 44 L de sangre con un contenido celular de 38 a 50%. El plasma representa el 50 a 75% de la sangre, que está conformada mayormente de agua (91%) donde se conforma por una solución de diversos sustratos como glucosa, lípidos, proteínas, compuestos nitrogenados como creatinina, lípidos, y ciertos minerales como Ca, P, Mg, Na, K, Cu, enzimas, hormonas y vitaminas (Witt, 2012).

Hemoparásitos

En Colombia, la industria ganadera abarca diferentes especies y son de las actividades más importantes en Latinoamérica, pero la presencia de hemoparásitos en el país se ha convertido en una problemática, ya que afecta especies como ovinos, caprinos, bovinos y búfalos, esto deteriora significativamente a la salud de los animales y como consecuencia a la economía y sostenibilidad de los productores (Garibello, 2022).

Las enfermedades causadas por protozoarios como *Babesia spp, Anaplasma spp, Tripanosomas spp*, transmitidas por garrapatas *Rhipicephalus sanguineus (boophilus),* se presentan en zonas tropicales y subtropicales.

Los hemoparásitos son un grupo de agentes etiológicos, de gran importancia para la salud pública y salud animal, en este grupo encontramos las rickettsias, los nemátodos y los protozoarios. El principal vector es la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) y microplus,* junto con dípteros hematófagos, los cuales transmiten *Anaplasma spp y Babesia spp.* La Anaplasmosis es causada por la *Anaplasma margínale*, rickettsia que parasita los eritrocitos de los bovinos causando enfermedad hemolítica de leve a severa; la babesiosis que es causada por un protozoario intracelular *Babesia bovis y Babesia bigemina*, estos producen lisis eritrocitaria extensiva, lo que conlleva a anemia y muerte.

También se presentan protozoarios flagelados, a diferencia de las dos primeras, como el Trypanosomas *vivax y Trypanosomas evansi*, que se ubica en la parte exterior del eritrocito, y es transmitido principalmente por artrópodos hematófagos como moscas *Tabanus spp y Stomoxys calcitrans* (Garibello, 2022). Es de gran importancia en la presentación de la ganadería colombiana, ya que los métodos moleculares son herramientas necesarias para su diagnóstico, esto basado en su reconocimiento y amplificación en la secuencia del DNA del parásito, siendo este mucho más sensible que los demás métodos diagnósticos.

El comportamiento de los hemoparásitos y sus vectores, están asociados a evolución del vector y los cambios de los microorganismos involucrados. Cuando hay presencia de garrapatas y moscas estas son endémicas, por lo tanto, la incidencia de enfermedades hemoparasitarias aumenta, llevando a una estabilidad enzoóticas, por lo tanto, los rebaños pueden estar inmunes y

no presentar un cuadro clínico de enfermedad, esto debido a la exposición natural a edades tempranas.

Las condiciones ambientales presentes en zonas tropicales de Colombia, son un entorno que beneficia a la multiplicación de artrópodos, especialmente garrapatas y moscas picadoras, favoreciendo así la presentación de enfermedades hemoparasitarias; por lo tanto, el estudio de los factores determinantes de hemoparásitos y de su estabilidad zoonóticas son de gran importancia para promover la sanidad animal y tomar acciones de prevención y control que disminuyan la presencia de estas enfermedades en la ganadería del país.

Anaplasmosis. Es causada por una Rickettsia, afecta a rumiantes como bovinos, ovinos, caprinos entre otros, es la más patógena para bovinos, la *A. marginal,* presenta una prevalencia del 80.5% en clima cálido y 25% en áreas templadas. Los principales vectores son las garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus microplus),* causante de la enfermedad, es transmitido de forma biológica o mecánica. Se presenta en zonas tropicales y subtropicales de forma endémica, la infección en el ganado causa anemias hemolíticas de leve a severas, causa perdida de peso, mortalidad adulta y reducción de rendimiento, se presentan signos clínicos como depresión, mucosas pálidas, anorexia, fiebre, debilidad, ictericia, disnea, deshidratación, abortos y baja calidad espermática (Garibello, 2022).

Babesiosis. *B. bovis y B. bigemina* son protozoos intracelulares transmitidos principalmente por la garrapata *R. (B) microplus,* esta infección hemoparasitarias es generada por protozoarios intraeritrocitarios del generó Babesia, la enfermedad se conoce como fiebre de garrapata o ranilla roja, el animal cursa por signos y síntomas como anemia, fiebre, hemoglobinuria, estupor, ictericia, anorexia, pérdida de peso, deshidratación, debilidad,

Tripanosomiasis. Trypanosoma evansi, es un hemoparásito protozoario que afecta gran diversidad de especies **domésticas** y silvestres; en las regiones tropicales de África, Asia y América latina se presentan la mayoría de vectores y hospedadores que favorecen la diseminación del parásito, por esta razón su distribución **está** condicionada a la presencia o ausencia de estos. Por otra parte, es importante saber de la presencia de otras especies de Trypanosoma spp.

En América latina la tripanosomiasis bovina es generada principalmente por los protozoos flagelados *T. vivax y T. evansi,* se presenta un cuadro clínico con anemias severas, ictericia, fiebre de 40.5°C, daños cardiacos, alteraciones microcirculatorias, cuadros nerviosos con convulsiones y parestesias. A esta enfermedad se le ha conocido como “Surra”, “Mal de caderas”, “Murrina” y “Derrengadera”, este hemoparásito es de importancia veterinaria, debido a la capacidad de infectar a otras especies de mamíferos que incluyen equinos, camélidos, bovinos, búfalos y ciervos (Garibello, 2022).

Taxonomía

El género *Trypanosoma,* pertenece al Subphylum: *Mastigophora*, clase *Zoomastigophora*, orden: *kinetoplastida*, suborden: *Trypanosomatidae*, este se divide en secciones o tipos de transmisión dentro del vector: Salivaría, los cuales son transmitidos a través de la inoculación de fluidos contenido en las glándulas salivares de dípteros. Stercoraria, transmitidos por medio de heces depositadas en los alimentos. En Latinoamérica hay 4 tipos de tripanosomas de importancia médica, y económica para la producción pecuaria: *Trypanosoma vivax, Trypanosoma evansi*, *Trypanosoma equiperdum* y *Trypanosoma cruzi*. Sin embargo, se ha reportado que T. vivax y T. evansi son las especies de tripanosomas más patógenas que tienen mayor impacto en la ganadería de Latinoamérica (Garibello, 2022).

Morfología y estructura

T. evansi es un protozoo flagelado que se localiza en el torrente sanguíneo del hospedador, tiene una característica ya que ocupa una sola mitocondria, y esta ocupa la mayor parte del cuerpo. Presenta un complejo cinetoplástico; que está relacionado con el movimiento e integrado por un ADN mitocondrial o cuerpo parabasal, cuerpo basal del flagelo. La membrana citoplasmática presenta unas glucoproteínas que cambian periódicamente, para escapar de la respuesta inmunitaria del hospedador, e incrementándose de esa forma la parasitemias, hasta nuevamente repetirse.

La parte libre de su flagelo presenta de 3 a 5 µm, su membrana ondulante es bien desarrollada, por lo tanto, al observar una muestra fresca bajo un microscopio de contraste, se observará el efecto de "focos de luz" y movimientos rápidos. El cinetoplasto presenta un tamaño de 0.6 µm y se ubica en el extremo posterior, dando así una apariencia más delgada.

Por la fase evolutiva tripomastigote su tamaño es de 15 a 24 µm de longitud, considerándose monomórfico, debido a su limitado polimorfismo. Pero se ha descrito que existen algunas cepas de distribución geográfica diferente, donde diversos hospedadores son morfológicamente indistinguibles, ya que hay un grado de pleomorfismo en las fases de amastigote y epimastigote, presentado en cepas *T. evansi.*

Etiología

Protozoario monomórfico, el cual presenta una extensión de 20 a 27 µm (media de 22,5 µm) de longitud de extenso, su porción posterior es más ancha, y bulbosa, el kinetoplasto es grande y terminal, muestra un flagelo independiente, pequeño que mide entre 3-6 µm de longitud, tiene escaso progreso de la membrana ondulante, presenta gran movilidad en sangre fresca, y se traslada rápidamente a través del campo microscópico. Dentro de sus especies

hospedadoras están los bovinos, ovinos, caprinos, búfalos y cérvidos, situado principalmente en sangre, linfa y nódulos linfáticos (Napa, 2022).

T. vivax, T. congolense, T. brucei y T. simiae, son cuatro de las especies principales de causar tripanosomiasis africana, y por lo tanto afectan a la población total de mamíferos domésticos, *T. vivax, T. congolense* son los principales patógenos del ganado vacuno, estas pertenecen al grupo *Salivaria tripanosomas*, se transmite de manera cíclica, y por las piezas bucales de moscas *tsé-tsé*, por lo tanto, se describen como tripanosomas salivales (Useche Meses, J.M. 2010).

Esta enfermedad causada por *Trypanosomas spp,* ha sido registrada en búfalos y bovinos de diferentes zonas del territorio colombiano. La presentación de regiones tropicales y subtropicales aportan las características óptimas para la presencia de reservorios, el hemoparásito y los vectores. Los bovinos y búfalos, son más susceptibles, durante la primavera y el incremento de las poblaciones de insectos (tábanos y moscas), se ha solicitado estar chequeando a los animales, ya que estos llegan a presentar cuadros de decaimiento y anemia, en algunos casos llegan a padecer signos compatibles con la tristeza bovina, baja productividad, pérdida de peso, abortos y en ciertos casos puede ocasionar la muerte (Napa, 2022).

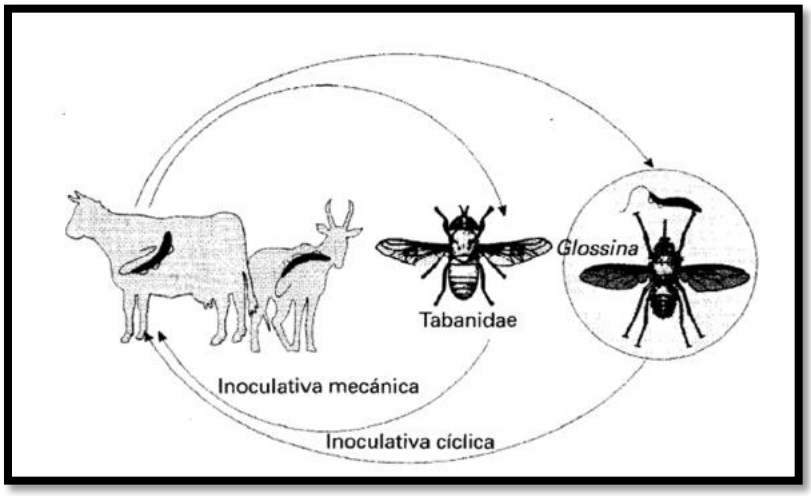
Ciclo biológico de Trypanosoma evansi

Se presenta en estadios o formas, tripomastigote, que está formado por el cinetoplasto, este está ubicado en la parte posterior de donde inicia el flagelo, que está unido a la pared celular mediante una membrana ondulante con una parte libre. Esta etapa es la que se encuentra presente en el hospedador definitivo (equinos y rumiantes).

Los tripanosomas se dividen en el hospedador vertebrado, por medio de fisión binaria longitudinal, ya sea de forma continua o discontinua, dependerá de los tejidos. Esta división comienza del cinetoplasto y del flagelo, seguido de cariocinesis y finalmente citocinesis.

Figura 1

Ciclo Biológico de Trypanosoma evansi en rumiantes.



Nota 1: Ciclo biológico de *Trypanosoma evansi* en rumiantes, Suazo, C. (2015).

Se inicia en la sangre del rumiante, allí se multiplica activamente, hasta que es succionado por vectores que pueden ser dípteros hematófagos pertenecientes a especies de moscas como *Stomoxys calcitrans, Haematobia irritans, Tabanus spp, Desmodus rotundus*. Cuando se toma la sangre del vertebrado, el parasito presenta una multiplicación continua en el interior de este (en la probóscide, intestino y glándulas salivales) por tres semanas aproximadamente como epimastigote.

Patogenia

Presenta un periodo de incubación variable, entre 4 y 40 días, existen cepas con diferentes grados de virulencia en la población bovina, los animales infectados llegan a presentar

cambios drásticos en el sistema linfático, se presentan síndromes de anemia por el resultado de la destrucción de una gran cantidad de glóbulos rojos.

La transmisión es de forma mecánica, y se presentan brotes epizoóticos periódicos, componente importante para la transferencia mecánica es en la nutrición perenne de las moscas, ya que estas aprovechan muy rápido al huésped, hasta completar su objetivo de saciarse, se describe que hay posibilidades de que se presente un inapropiado manejo de agujas en los procesos de la aplicación de medicamentos, ya sean vitaminas o sueros, estos se pueden contaminar (Napa, 2022).

Transmisión

Se transmite por medio de insectos hematófagos, como moscas y tábanos, actúan como vectores mecánicos, por lo tanto, su control resulta crítico para prevenir la enfermedad; algunos autores afirman que las larvas de tábanos se desarrollan rápidamente en los climas cálidos, y llegan a ser inactivas en los climas fríos, y esto presenta interrupción en el ciclo de vida del vector (Napa, 2022).

Enfermedad transmitida por dípteros hematófagos *Stomoxys calcitrans, Haematobia irritans, Tabanus spp* y el murciélago *Desmodus rotundus,* sucede cuando el vector se alimenta de un hospedador infectado, y posteriormente de otro no infectado, dando así paso a la diseminación a otros hospedadores, ya sean de la misma especie, u otras. La transmisión puede presentarse por medio de dos rutas: mecánica, consiste en que el vector se infecta con la forma evolutiva, estando tripomastigote y no continua con la multiplicación.

Los tripanosomas tienen poco tiempo de supervivencia en zonas tales como partes bucales de los vectores. En el sur y centro de América, *T. evansi* puede ser transmitido por

(Desmodus rotundus), ya que estos murciélagos actúan como vectores y reservorios. Por lo tanto, esta transmisión no es cíclica, ya que en la vía oro-digestiva, no permite la multiplicación de los tripanosomas en el aparato digestivo, más sin embargo hay parásitos que logran diseminarse y llegar a glándulas salivales.

Signos clínicos

La presentación de esta enfermedad se da de forma aguda, subaguda o crónica. Los animales que son sometidos a estrés, mala nutrición, o la presencia de hembras preñadas, y trabajo en exceso, tienen más susceptibilidad a la infección. Se presenta una serie de signos como: fiebre, anemia, emaciación, hipertrofia de los nódulos linfáticos, edemas, anorexia, trastornos digestivos y/o nerviosos, y pérdida de peso.

En los cursos agudos y subagudos, se presenta rápido, que no permite identificar bien la sintomatología, los individuos que desarrollan la enfermedad están inmunocomprometidos (adultos con inmunodeficiencia, o jóvenes que aún no han desarrollado una capacidad inmune adecuada), o en hospedadores que ingresan en zonas endémicas. La forma crónica presenta signos como emaciación, fiebre intermitente, las lesiones más comunes son: infarto ganglionar, edemas, petequias en membranas serosas.

En filipinas se ha registrado que la enfermedad en búfalos de agua, se desarrolla de forma aguda y crónica, y esta última se caracteriza por presentar animales que pueden llegar a permanecer semanas e incluso meses con la enfermedad.

Por otra parte, se describe que se han presentado animales que son infectados por T. evansi, los cuales tienen cambios a nivel hematológico y químico en sangre, ya que, en algunos estudios, 4 bucerros fueron inoculados vía intravenosa con cepas aisladas, y un control, no

infectado. Se obtuvo que, la sangre y los sueros de todos los terneros, fueron examinados, donde la concentración de hemoglobina, el volumen del paquete celular y el recuento de glóbulos rojos, se redujeron significativamente, contrario al aumento de leucocitos, linfocitos y monocitos; esto conforme avanzaba la infección, por lo tanto, se concluye que al avance de las parasitemias se presentan efectos negativos en sangre y riñón.

Pruebas Diagnósticas

El diagnóstico se debe confirmar por métodos de laboratorio, pueden ser directos o indirectos, que estos permitan la demostración de los parásitos en la sangre, complementándolo en pruebas hematológicas, bioquímicas y serológicas.

Técnica por PCR

Zapata et al., (2009). La reacción en cadena polimerasa (PCR), se ha desarrollado y utilizado en estudios epidemiológicos, en la identificación de T. evansi a partir de ADN, ha demostrado tener alta sensibilidad y especificidad. Por lo tanto, se ha diseñado primers con el objetivo de amplificar diferentes secuencias del genoma de este hemoprotozoario, esto conlleva a diferir en los resultados, por los distintos métodos de PCR, todo esto de acuerdo al primer y como tal su sensibilidad y especificidad ya que es variable.

Permite la identificación del parasito en niveles de parasitemias muy por debajo del límite de las técnicas parasitológicas de uso común. Hay factores que afectan la sensibilidad de la prueba; y deben ser evaluados para optimizar el diagnostico por PCR, dentro de estos se encuentra la cantidad y calidad del ADN presente en la muestra, también es importante conocer el tipo de cebador a utilizar, tener presente la cantidad en volumen, reactivos, y concentraciones a utilizar, tener presente las condiciones para someter en termociclador (temperatura, numero en ciclos y tiempo).

La PCR convencional se ha llevado a cabo en estudios para T. evansi, en sangre de animales infectado y vectores, junto con otras pruebas como ELISA, ambas pruebas son idóneas para el diagnóstico del parasito, y son útiles en estudios epidemiológicos.

Frotis Sanguíneo

Se utiliza un colorante que está compuesto de azul de metileno (tiñe los componentes ácidos como el núcleo, y el RNA citoplasmático), y la eosina (tiñe compuestos básicos como la hemoglobina). Este examen microscópico de frotis sanguíneo con tinción de Giemsa, es la técnica de referencia y el método más común para la identificación de hemoparásitos en animales con infecciones clínicas, con esta tinción se pueden detectar niveles de parasitemias 0,1% a 0,2%, lo que quiere decir que detecta niveles mayores de 106 eritrocitos infectados, pero cuando el animal está en fase crónica o en el estadio de portador no expresa un elevado nivel de parasitemias, y permanecerá con una infección persistente.

Para el diagnostico de hemoparásitos se requiere de una evaluación clínica, importante tomar exámenes de laboratorio para tener claro el hematocrito y las parasitemias, la presencia de picos febriles, anemia, abortos, edemas o ictericia, pueden dar una afirmación inicial de que existe un problema de hemoparásitos. (Elizabeth et al., 2008).

Técnica Color Quick

Colorante Azul de metileno en solución amortiguada, utilizada para fijar frotis, por medio de inmersión, COLORQUICK en un método práctico y rápido para colorear los glóbulos rojos y las células epiteliales, este permite que las muestras sean fijadas y guardadas para ser utilizadas en estudio posteriores, la tinción aporta un buen detalle celular, ya que se logra diferenciar organelos citoplasmáticos, y detalle nuclear aceptable.

Los colorantes básicos se unen a los compuestos ácidos de las células, ácidos nucleicos, gránulos de neutrófilos y proteínas ácidas, mientras que los colorantes ácidos se unen a componentes básicos, de estructuras celular y gránulos de eosinófilos (Albor., 2025).

Epidemiología

La ubicación tropical en Colombia, ofrece condiciones ambientales favorables para la multiplicación de artrópodos, principalmente moscas picadoras, los cuales son los vectores más importantes en cuando hemoparásitos. En áreas enzoóticas se presentan formas epidemiológicas, donde estabilidad e inestabilidad, primeramente, presencia continua de hemoparásitos en ganado y garrapatas, temprana edad, portadores a reinfección continua, y la segunda es con una menor velocidad de transmisión, donde no todos los animales se infectan a temprana edad, y al infectarse en la adultez estos sufren manifestaciones clínicas y severas (Montenegro Tavera., 2022).

Prevención y control

En términos de prevención, se recomienda llevar un uso adecuado de antiparasitarios internos en animales que presenten susceptibilidad, o estén en zonas endémicas, llevando dosis especificas en intervalos definidos. Esta prevención contribuye en la presentación de enfermedades hemoparasitarias. Por otra parte, se debe tener una medida de control ambiental para reducir la población de vectores, y la eliminación de lugares que son propicios para la formación de reservorios.

Antecedentes

En estudios previos realizados por Laboratorio Analizar Veterinario, (2022-2025), se encontraron resultados significativos en grandes especies pertenecientes a la Granja Experimental Villa Marina, incluyendo hemogramas y evaluaciones hematológicas, donde se

reportó la presencia de inclusiones de *Anaplasma spp,* lo que asocia a un estado de anemia, leucocitosis, neutrofilia entre otros. Dado estos hallazgos indican que existe un desafió para el control de las enfermedades causadas por hemoparásitos, por lo tanto, se hace necesario implementar medidas efectivas para monitorear y prevenir la presentación de estas enfermedades.

(Hernández et al. (2005),Con el fin de determinar cambios hematológicos en búfalas mestizas en pre y postparto, se realizaron muestreos de sangre para la determinación de Hto, Hb, RGB y hacer una comparación según las condiciones fisiológicas presentadas, edad, número de partos. En el estudio realizado los valores de cada parámetro presentaron diferencias significativas. Al ser evaluados por edades, se describe que animales entre 3 -4 años y 5-6 años, presentan valores Hb, Hto, N, E y L sin diferencias significativas, mientras que el RGB si difirió significativamente en los dos grupos. Por lo tanto, en el presente estudio se obtuvo valores hematológicos en búfalos adultos, y los cambios presentados fisiológicamente, ya sea por edad, el parto y número de partos.

Elizabeth et al. (2008), realizaron una determinación de parámetros hematológicos en búfalos adultos, con un total de 57 muestras de sangre, animales con edades de 3 y 10 años. Se presento un promedio de hemoglobina de 40,70% y un RGB de 6,87x 10 presentando una leve disminución. El mismo autor describe, la Hb también presento 14,87 x 10/L, presentando una leve diminución según el sistema I.S.I.S. Se afirma que la concentración de Hb puede variar por el estado fisiológico, sexo, edad, ejercicio, temperatura, condiciones agroclimáticas, condiciones de manejo y nutrición.

Londoño Carolina et al. (2012), realizaron estudio a 71 animales, con el fin de determinar parámetros fisiológicos y valores hematológicos en Búfalos de agua (*Bubalus bubalis*), esta

población se seleccionó y se catalogó en diferentes grupos de edades, Se tomaron constantes fisiológicas por cuatro meses, y se extrajo sangre de vena yugular para análisis hematológico y recuento leucocitario, en este estudio se permitió determinar los rangos de referencia, para los parámetros fisiológicos y valores hematológicos en búfalos.

(Suazo Cortez, 2015)el objetivo de su estudio fue determinar la prevalencia y factores de riesgo, asociado a la presencia de tripanosomiasis en búfalos de agua *(Bubalus bubalis),* se colectaron 142 muestras sanguíneas. Se realizó PCR convencional con los primer TBR 1 Y TBR 2 para identificación de ADN *Trypanosoma evansi*. Para la obtención de datos, se aplicó una encuesta. Los resultados se evaluaron con un programa en línea, se obtuvo 2.0 para prevalencia, pero más sin embargo no se encontraron factores de riesgo asociados en el estudio.

CAPITULO III

Materiales y métodos

Ubicación y caracterización del área experimental

El presente trabajo se realizó en la Granja Experimental Villa Marina ubicada en la fracción de Matajira, jurisdicción Municipal de Pamplonita en el kilómetro 49 sobre la vía Pamplona Cúcuta, con la producción bufalina. La granja se encuentra a una altitud de 1.100 m.s.n.m en la parte baja y 1.800 m.s.n.m en la parte alta, con una T° promedio de 20°C y una precipitación de 1.400 mm anual, presenta una extensión total de 440 hectáreas con una topografía pendiente.

Animales y manejo

Para este estudio se trabajó con una población de 20 animales (n=20) con edades que oscilaban entre los 12 y 7 años, contando también con edades de 16 meses (bubilla) a 4 meses (bucerro). Clínicamente se evaluó mediante un examen físico que incluyó, condición de mucosas, tiempo de llenado capilar y constantes fisiológicas (temperatura, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria) y condición corporal. Esta producción está destinada a la producción lechera, bajo un régimen de alimentación a base de forraje verde que incluye pasto (*Brachiaria*) pasto estrella y una suplementación con sal mineralizada al 6%.

Tabla 1

Constantes fisiológicas del búfalo de agua (Bubalus bubalis).

Categoría	Frecuencia Respiratoria	Frecuencia Cardíaca	Temperatura °C
Bucerros	19.0-32.5	62.8-78.7	38.9
Búfalo	19.0-24.3	55.5-67	38.4

Nota: Estándar sobre constantes fisiológicas del búfalo de agua (*Babalus bubalis*).

Fuente: (Valencia et al,. 2001).

Tabla 2

Identificación de la población utilizada (Sexo, edad, estado reproductivo, etapa).

Identificación	Estado reproductivo	Sexo	Etapa	Edad
0452-1	Gestante	Hembra	Búfalo	9 años
0455-4	Gestante	Hembra	Búfalo	13 años
0444-8	Vacía	Hembra	Búfalo	8 años
0446-3	Gestante	Hembra	Búfalo	6 años
0447-1	Reproductor	Hembra	Búfalo	6 años
0450-5	Gestante	Hembra	Búfalo	6 años
0786-3	Gestante	Hembra	Búfalo	5 años
3502-9	Gestante	Hembra	Búfalo	5 años
0449-7	Vacía	Hembra	Búfalo	7 años
0456-2	Gestante	Hembra	Búfalo	9 años
0757-4	Gestante	Hembra	Búfalo	9 años
5330-3	Vacía	Hembra	Bubilla	15 meses
2237-0	Vacía	Hembra	Bubilla	17 meses
2236-2	Vacía	Hembra	Bubilla	15 meses
0461-2	Lactante	Hembra	Búfalo	5 años
5331-1	Gestante	Hembra	Búfalo	5 años
0786-6	Gestante	Hembra	Búfalo	6 años
--	Reproductor	Macho	Bucerro	5 meses
--	Vacía	Hembra	Bucerra	7 meses
--	Vacía	Hembra	Bucerra	4 meses

Nota. Datos Búfalos de la Granja Experimental Villa Marina.

Recolección de muestras

La toma se efectuó a todos los animales objeto de estudio, con dos puntos de extracción de sangre, por venopunción de la vena coccígea y vena marginal. Para la toma de muestras, se tomó la sangre completa, se utilizaron tubos estériles de 4 ml VACUTAINER con anticoagulante EDTA para la recolección de sangre, la cual fue vertida sobre las paredes del tubo, se mezcló suavemente para evitar hemolisis y así mantener la preservación de la muestra y poder medir los parámetros hematológicos requeridos. En las tomas realizadas en vena marginal se utilizaron microtubos, y agujas estériles para cada animal las cuales fueron destinadas en el procesamiento de extendido sanguíneo.

Figura 2

Toma de muestra, vena coccígea.



Nota 2. A) Antisepsia zona B) Extracción de sangre en tubo con EDTA. Fuente: Elaboración propia.

Traslado y procesamiento de la muestra

Las muestras se mantuvieron entre 3 y 5°C, luego se trasladaron al laboratorio de la veterinaria VETMEDICAL, donde fueron procesadas, transcurrido no más de 2 horas, Posterior, se realizó la valoración hematológica en un equipo Mindray BC-2800VET, completamente automatizado y de uso veterinario, que posee una metodología específica.

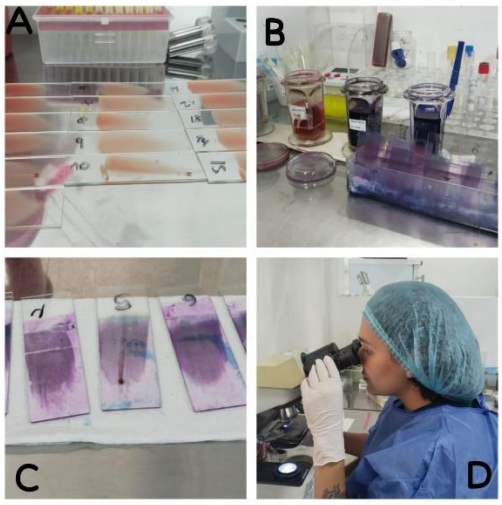
En este se evalúan los siguientes parámetros: Hematocrito (Hto), hemoglobina (Hb), recuento de eritrocitos, recuento de leucocitos, recuento de plaquetas (RDWC), volumen corpuscular medio (VCM) y concentración media de hemoglobina corpuscular (CMHC).

Las muestras para la realización de los extendidos sanguíneos se conservaron en frio para ser trasladadas al laboratorio clínico Analizar Veterinario en Cúcuta, estas fueron procesadas mediante extendido con la tinción Color Quick II (Colorante azul de metileno solución amortiguada) el cual se fijó por inmersión 10 veces consecutivas por 2 segundos, luego se sumergió cada portaobjeto en el COLOR QUICK I, por 5 veces por 1 segundo cada vez, finalmente, se sumergió cada frotis por 6 veces por 1 segundo, al finalizar y dejar secar cada muestra se agregó una gota de aceite de inmersión para ser observada al microscopio.

Al obtener los resultados obtenidos de los hemogramas y extendidos sanguíneos, se decide realizar PCR a 10 de los animales pertenecientes a la población de estudio, los cuales se toman al azar, pero donde si se marcaba una diferencia de edad, se identifica con el número de edad, ver Tabla 2.

Figura 3

Procesamiento de los extendidos.



Nota. A). Extendidos marcados B). Tinciones utilizadas C). Extendidos con tinción D). Observación microscopio 100x Fuente: Elaboración propia.

Análisis estadístico

Se realizo estudio descriptivo, por medio de Microsoft Excel (Media), determinando las frecuencias, se analizaron por medio de gráficas y valores comparativos, teniendo en cuenta valores de referencia.

Procesamiento de prueba PCR

Extracción de ADN

Las muestras sanguíneas fueron procesadas en la jornada de la tarde en el Centro Experimental de Diagnóstico e Investigación Molecular - CEDIMOL de la Universidad de Pamplona. Se realizó limpieza de la cabina de flujo laminar, mediante luz ultravioleta (UV), la cual se programó 15 minutos.

Se organizaron los reactivos necesarios, como Enzima Taq, cebadores (primers), según el protocolo de extracción; se conservaron a una Temperatura de -4°C para su post análisis.

Cuantificación de ADN

Para el proceso de cuantificación del ADN extraído, se repite el proceso de limpieza, flujo con luz UV, por 15 minutos.

Se procede a rotular adecuadamente los tubos a utilizar, y se alicuotaron 5µL de cada muestra. Se procede a la lectura y cuantificación, que se realizó mediante espectrofotometría en equipo NanoDrop®. Se monto PCR de 10 muestras de Búfalos con los primers H1259 y L1085, 10 muestras y un control negativo.

Tabla 3

Componentes utilizados en PCR (Taq, Primer, control negativo).

Componente	Volumen por reacción	Volumen Total
Taq	7.5 µL	90 µL
Primer H1259	2.0 µL	24 µL
Primer L108S	2.0µL	24 µL
Agua libre	0.5µ	6 µL
Total	12µ	144 µL

Nota. Componentes utilizados y volumen indicado según protocolo de cuantificación.

CAPITULO IV

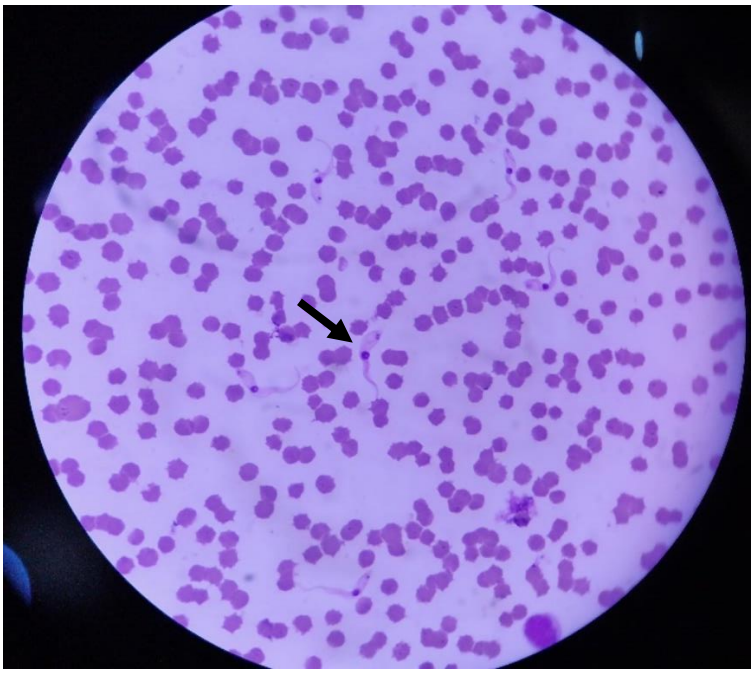
Resultados

Extendido sanguíneo

En la Figura 4, que corresponde a un extendido sanguíneo, teñido con la coloración Diff-Quick ll, se visualiza abundante población de eritrocitos, de distribución homogénea. En la flecha se puede identificar estructura alargada, delgada con núcleo central, con presencia de cinetoplasto terminal y membrana ondulante, morfología compatible con *Trypanosoma spp*.

Figura 4

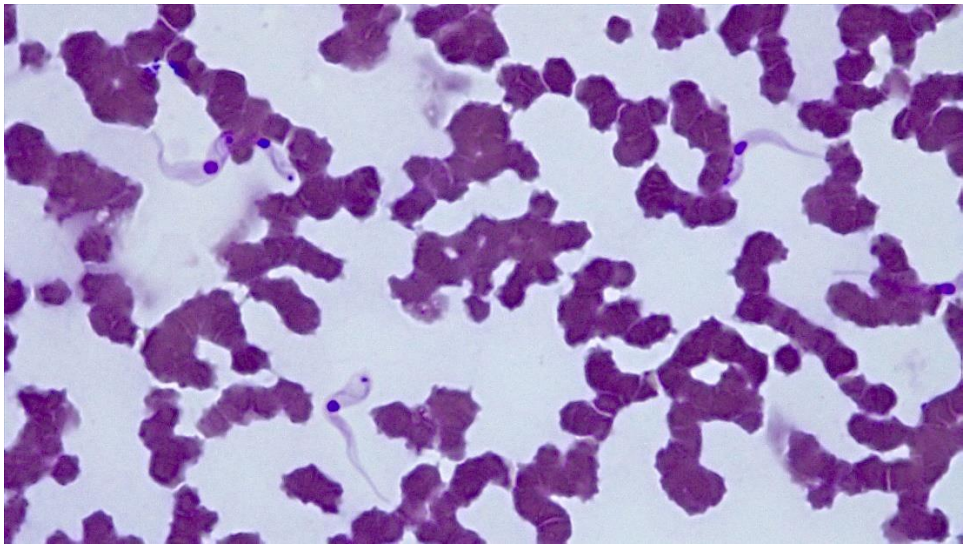
Extendido con tinción color Quick, observación 100x de tripomastigote de Trypanosoma.



Nota. Se observa estructura alargada, con flagelo, membrana ondulante, morfología de Trypanosoma (Tripomastigote), presenta un núcleo central, cinetoplasto, flagelo, abundantes eritrocitos, Fuente: Laboratorio analizar veterinario.

Figura 5

Extendido con tinción color Quick, tripomastigote de Trypanosoma spp. Observación fotomicrografía.



Nota. Se observan Tripomastigotes de *Trypanosoma spp*, y eritrocitos apilados. Fuente: Laboratorio, histología UP.

Según el diagnostico parasitológico positivo a *Trypanosoma spp*, se puede definir como la detección de los organismos flagelados en los cuales se va a identificar la presencia de la membrana ondulante, un núcleo y cinetoplasto, por lo tanto, se considera positiva aquellas muestras en las cuales se detecte una forma parasitaria acorde con *Trypanosoma spp.*

Por lo tanto, la observación directamente de *tripomastigote spp* figura 4 y 5; confirma la presencia del hemoparásito en animales clínicamente estables. Esta forma de diagnóstico es efectiva, siendo una herramienta útil en casos de parasitemias moderadas.

Valores obtenidos en cada parámetro

En la tabla 4, se presentan los valores obtenidos según la estadística descriptiva aplicando Media estadística a cada parámetro. El tiempo de llenado capilar (TLLC) fue de 2,10 segundos, con valores que comprenden desde <2 y 3 segundos, lo cual indica una perfusión tisular dentro de un rango esperado. Por otra parte, la temperatura corporal presento una media de 38,03 °C, dentro de los rangos fisiológicos esperados para esta especie, 37,2 °C y 38,8 °C.

La frecuencia cardiaca media se obtuvo de 49,80 Lpm, con una viabilidad mínima (DE: 2,68), mientras que la frecuencia respiratoria fue de 20,00 rpm. Pero al obtener las constantes tomadas y parámetros hematológicos, se presentó: frecuencia cardiaca baja, y en su mayoría hematocritos disminuidos, con variaciones, lo que sugiere una anemia compensada.

Tabla 4

Parámetros clínicos obtenidos con estadística descriptiva en 20 búfalos (Bubalus bubalis).

Parámetro	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
TLLC (s)	2,10	2,00	2	3	0,44
Temperatura (°C)	38,03	38,05	37,2	38,8	0,41
Condición corporal	3,60	3,50	2,5	4,5	0,44
Frecuencia Cardiaca (Lpm)	49,80	50,00	45	53	2,68
Frecuencia Respiratoria (Rpm)	20,00	21,00	13	25	2,54

Nota. Estadística descriptiva de parámetros clínicos fisiológicos.

Los parámetros clínicos se mantuvieron en su mayoría dentro de los rangos fisiológicos reportados para la especie, con algunas variaciones, pero dentro del rango según la media aplicada. Más, sin embargo, en la correlación con valores hematológicos se evidencia la presentación compatible con infección subclínica, como leucocitosis, neutrofilia, trombocitopenia leve, todo esto para animales positivos a *Trypanosoma spp*.

Tabla 5

Estadística descriptiva de los parámetros hematológicos obtenidos en búfalos (Bubalus bubalis) de la Granja Experimental Villa Marina.

Parámetro	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Hto	39.48	9.00	76.80	17.68
Eritrocitos	8.71	4.45	11.80	2.22
Hemoglobina	13.86	7.60	24.40	5.11
VCM	51.32	45.70	59.00	3.60
HCM	16.84	10.30	21.40	2.36
CHCM	34.09	28.40	46.80	3.84
RDWC	22.24	15.80	27.00	3.56
Leucocitos	14.00	3.57	26.90	7.27
Neutrófilos	4.66	2.51	7.55	1.48
Eosinófilos	.19	1.02	19.60	4.94
Linfocitos	1.09	0.22	2.33	0.69
Monocitos	0.039	0.01	0.10	0.023
Basófilos	0.035	0.00	0.06	0.016
Plaquetas	144.45	68.00	235.00	50.10

***Nota*:** Estadística obtenida para los valores evaluados en hemograma de muestras búfalos.

Resultados PCR

En la tabla 6, se observa los resultados de la cuantificación realizada a las muestras sanguíneas de los búfalos. Las concentraciones de ADN obtenidas oscilaron entre 1,0ng/µL y 1372,1 ng/µL. La relación 260/280 presento una media aceptable, pero en algunas muestras se presentaron desviaciones, esto puede deberse a la presencia de contaminación o compuestos orgánicos 2236-2 (0,47) y 5330-3 (0,35). Las muestras que presentaron relaciones 260/280, son consideradas adecuadas para reacciones de amplificación, (ver tabla 6).

Tabla 6

Cuantificación de ADN de muestras extraídas de búfalos, mediante espectrofotometría (Nanodrop).

ID de muestra	dsDNA (ng/µL	260/280	260/230	Fecha
0461-2	7.3	1.68	1.68	06/05/2025
2236-2	23.2	0.47	0.47	06/05/2025
0499-7	8.9	0.96	0.96	06/05/2025
0455-4	13.1	0.79	0.79	06/05/2025
0786-3	61.6	1.26	0.84	06/05/2025
--------	18.2	1.26	0.91	06/05/2025
0446-3	31.6	1.47	0.98	06/05/2025
5331-3	14.1	1.59	0.75	06/05/2025
0448-8	1.0	1.64	0.82	06/05/2025

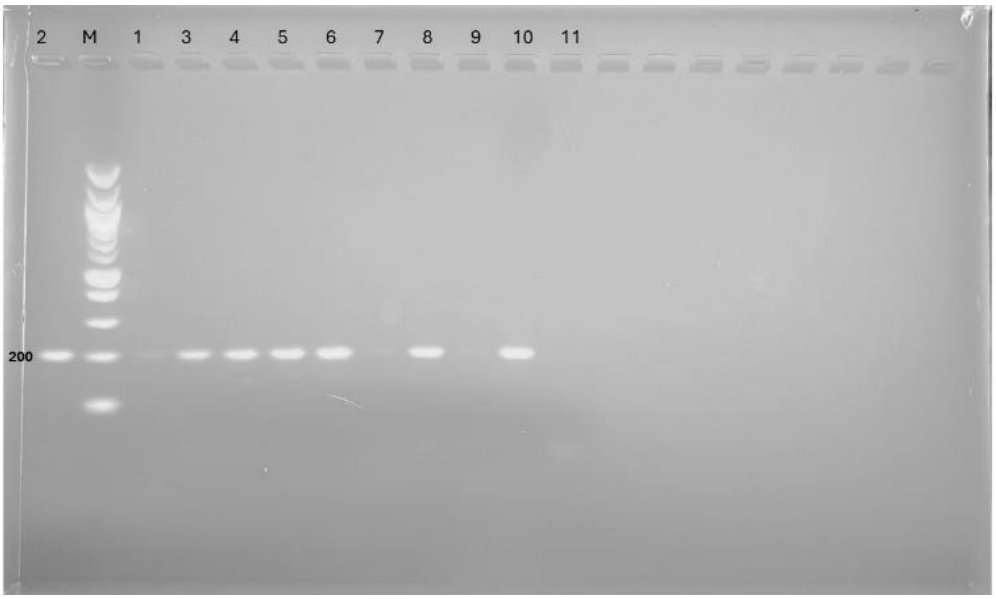
5330-3	30.6	1.60	0.35	06/05/2025
5330-3	1372.1	1.06	1.81	06/05/2025

Nota: Cuantificaciones obtenidas según cada identificación, grupo control.

En la figura 6, se muestra la amplificación por PCR, al haber utilizado los primers H1259 y L108S, se utilizaron marcadores de peso molecular (M), once carriles que corresponden a cada identificación, y un control negativo. Se presentan bandas específicas, correspondientes en cada carril, 1,2,3,4,5,6,8 y 9 siendo positivo a Trypanosoma spp.

Figura 6

Electroforesis en gel de agarosa, PCR para detección de Trypanosoma spp en muestra sanguínea de búfalos.



Nota. Se observan bandas positivas en carriles 1,2,3,4,5,6,8 y 9, correspondientes a muestras amplificadas con Primers H1259 y L108S, carril M es marcador de peso molecular, carril 11 control negativo.

Discusión

En el presente estudio se logra determinar la presencia de Trypanosoma spp (*Bubalus bubalis*) en la Granja Experimental Villa Marina, de tal forma que se cumple con los objetivos planteados, mediante el uso de pruebas diagnósticas directas e indirectas. La reacción en cadena polimerasa (PCR) y la combinación hemograma, permitió establecer una correlación entre los hallazgos clínicos, hematológicos y moleculares.

El uso y correlación de la evaluación clínica (mucosas pálidas, TLLC, frecuencia cardiaca), hemograma y PCR, se ha utilizado en zonas endémicas, donde la parasitosis puede causar signos inespecíficos (Londoño Carolina et al., 2012).

Las constantes fisiológicas, como frecuencia cardiaca con promedio inferior al valor de referencia para búfalos adultos, puede estar relacionado con estados de anemia leve, temperatura que se mantuvo dentro de los rangos (38,03 °C a 38,3°C), indicando ausencia de fiebre en animales positivos.

Según Londoño et al., (2012), describe que cuando hay presencia del parasito en sangre circulante, se correlaciona a cuadros clínicos que llegan a ser inespecíficos, se presentaran alteraciones a nivel hematológico, y por ende la presentación de anemias. Los animales positivos presentan signos clínicos como mucosas pálidas, alteraciones con disminución, disminución del hematocrito y aumento de plaquetas.

En la relación con el hemograma, se presentaron alteraciones significativas en animales positivos, como la presencia de disminución del hematocrito, obteniendo una media de 39,48%, mínimo 9%) y una hemoglobina (media: 13,86g/dL), por lo tanto, se asocia a anemia, condiciones asociadas a hemoparásitos. También se encontró linfopenia (media: 1,09 x 10^3/µL) y

trombocitopenia (media plaquetaria 144,45 x $10^3/\mu L$), compatible con inmunosupresión e inflamación crónica, como lo reportaron, (Silva et al., 2013).

Parra et al. (2011), describe que, en su estudio, la detección de *Trypanosoma* por PCR-RFLP en animales, fue posible presenciar a diferencia de las técnicas directas, ya que fue negativo, esto sin contar el nivel de parasitemias existentes. Estos niveles son muy bajos e indetectables por métodos directos convencionales, se debe a que los *Trypanosoma spp* se alojan en capilares profundos de órganos hematopoyéticos, para después presentar reactivación y por ende llevar a parasitemias.

Según Koza et al. (2021), quienes describen que las búfalas gestantes presentan mayores niveles de hematocrito, y hemoglobina, en comparación con las hembras vacías, al igual que en este estudio, donde algunas hembras positivas, mostraron anemia leve, por lo que, según el estado fisiológico del animal, también puede crear una variabilidad en las constantes fisiológicas y por ende presentar una alteración en los valores esperados.

La frecuencia respiratoria presento una media de 20,00 rpm, estando dentro los valores se comportó de manera similar que la frecuencia cardiaca, se obtuvo 23 a 31 rpm, la toma de frecuencia respiratoria tiene diferentes factores que pueden alterar su presentación, estrés, manejo, estado reproductivo. En algunas infecciones crónicas por hemoparásitos la frecuencia cardiaca, respiratoria y el hematocrito, son bajos, posible a una respuesta compensatoria a anemia, se presentaron animales con bradicardia moderada (Londoño et al., 2012).

Londoño Carolina et al. (2012), en su estudio describen que existen diferenciadas marcadas en el hematocrito, pero no es muy notoria, ya que se obtuvo valores entre 31,6 incluyendo grupos de edades, lo que describe un rango más estrecho. En el estudio realizado se

presentó una media de 39,48 con respecto al Hto, lo que estaría dentro del rango con una leve variación, por lo tanto, se afirma cuando el autor describe que; el Hto varia en cada situación presentada para el animal, situaciones externas como hemoconcentración, deshidratación, estrés excesivo que pueda ocasionar una contracción esplénica.

En los valores obtenidos para el recuento total de leucocitos, se obtuvo una leucocitosis lo que ha sugerido una activación inmunitaria, posiblemente en respuesta a infecciones parasitarias

Koza et al. (2021), describen que se llega a presentar con estados fisiológicos alterados, como estrés, manejo, mala nutrición, factores predisponentes, gestación e infecciones parasitarias. En la media obtenida, el conteo leucocitario comprende el límite superior, ya que se obtuvo 14,000/µL, en este caso pudo deberse a factores de estrés, o la presentación de algunas hembras en estado de gestación.

Koza et al. (2021), la condición corporal presento un promedio de 3,60 en una escala de 1 a 5, lo que sugiere un buen estado nutricional en general., en su estudio reportado, describen que la condición corporal es importante evaluarla, ya que estas especies presentan una buena conformación carnicera, y buena producción cárnica o lechera.

El mismo autor reporta que en su estudio se reportaron hembras jóvenes con valores más bajos, de HTO, RGR, y HB, a comparación de las búfalas adultas, que en este caso si obtuvimos 13,86 mg/dL estando dentro de los valores normales para la mayoría de animales que son adultos, esto haciendo énfasis en toda la población. Pero autores como, Londoño Carolina et al. (2012),evidencian en su estudio, que los parámetros clínicos normales, no excluyen alteraciones

hematológicas en búfalos que pueden estar infectado, pero no demuestran signos evidentes de enfermedad.

La observación de los extendidos sanguíneos sigue siendo útil en fases de altas parasitemias, más sin embargo las pruebas moleculares como PCR demuestran ser más sensibles para su confirmación, ya que incluso se detecta en animales con baja carga parasitaria o sin síntomas clínicos(Cassalett B et al., 2011).

Descrito por Ramírez et al. (2018), quienes destacan que la calidad del ADN es un factor determinante para la realización de la PCR, en la detección de hemoparásitos. La amplificación del PCR, permitió detectar la presencia de Trypanosoma spp demostrando una prevalencia del 1,3% de Trypanosoma spp en bovinos de Villavicencio, donde se presentó de forma baja, pero activo el hemoparásito en zonas tropicales, y por lo tanto, esto respalda el uso de la técnica por PCR (Montenegro Tavera., 2022).

Suazo Cortez. (2015),en su estudio realizado, realizando identificación de ADN de *Trypanosoma evansi* por medio de PCR convencional, se presentó un resultado positivo, por lo que se describe que los tamaños de pares de bases de las bandas utilizadas en el estudio, corresponden a muestras positivas. Estos resultados dejan como evidencia la efectividad de los primers utilizados en la técnica por PCR, esto como método complementario, además juntos con la observación a nivel microscópico y hemograma se pudo obtener información sobre los animales aparentemente sanos.

Londoño Carolina et al., (2012), reporta que existen numerosas fuentes de error, por lo tanto, se debe ser prudentes al momento de tomar la temperatura del animal, para su estudio el manejo fue más tranquilo, sin mayor sujeción y evitando la sobre excitación del animal.

En el estudio realizado, se debe decir que los animales si presentaban algo de excitación por el manejo y demás, lo que influyo en las variaciones de temperatura, en este caso también se reafirma la opinión del autor, ya que las variaciones se presentan según la edad, y los estados reproductivos, por lo cual, los bucerros presentaran una temperatura corporal diferente, ya que aún no tienen un sistema de termorregulación completamente desarrollado, por lo tanto si se evalúa más este parámetro, se encontraran modificaciones con respecto a los animales adultos.

Conclusiones

En el presente estudio se demostró mediante pruebas diagnósticas, la determinación de Tripanosoma spp en los búfalos de la Granja Experimental villa Marina. La técnica microscópica nos permitió encontrar tripomastigote en los extendidos sanguíneos realizados, cumpliendo así nuestro objetivo, por otra parte, la técnica por PCR reafirma la infección presentada, ya que es mucho más sensible, y se evidencia para los animales que no presentaban signos clínicos evidentes.

Se pudo evidenciar algunas alteraciones hematológicas en animales positivos, demostrando, anemia leve, linfopenia y trombocitopenia. Por lo que la combinación de pruebas diagnosticas permiten un mejor control y seguimiento, ya que animales que no presentaron signos clínicos, o alteraciones en hemograma son portadores y favorecen la persistencia del ciclo del hemoparásito.

Por lo tanto, la tripanosomiasis bovina, puede mantenerse de forma subclínica en los búfalos, sin haber una manifestación clínica aparente, que lleve o no a alteraciones hematológicas, donde no se compromete la salud del animal, pero si los rendimientos productivos del animal si así se quisiera.

Recomendaciones

Las enfermedades hemoparasitarias afectan significativamente la salud productiva de los búfalos, por lo que se recomienda establecer cuarentenas a los animales que se vuelvan a readquirir, realizar limpiezas, desinfecciones, llevar nuevos controles sanitarios, con el fin de reducir las cargas parasitarias.

Se debe promover el control de vectores para el manejo con tripanosomiasis, y que se cumpla con las buenas prácticas de bioseguridad, al momento de someter a los animales en prácticas y demás, ya que en teorías se afirma que el mal uso de agujas pueden ser un factor que predisponga en las pruebas clínicas.

Realizar próximos controles para tener un seguimiento de los mismos, nuevos estudios, además de llevar nuevas medidas de control para combatir vectores y contrarrestar la transmisión.

Referencias

Garibello, L. A. (2022). *Prevalencia y factores de riesgo asociados a la presencia de Anaplasma spp, Babesia sppy Trypanosoma spp en bovinos del municipio valledupar, colombia.* Bogota : MINEDUCACION .

Guzman, M. M., Gelvis , H., Perez, M., & Sanchez , M. (2021). *Industria de bufalos en Colombia.* Ocaña, Colombia : ResearchGate.

Koza, Mussart, & Konrad. (2021). *Variables morfométricas, hematológicas y bioquímicas de bubillas y búfalas gestantes y no gestantes, del noreste de argentina.* Argentina : Red vet.

Lopez , N., & Ndao, M. (2024). *Utilidad de las pruebas de reaccion en cadena de la polimerasa.* Canadá: Frontiers.

MinAgricultura, A. (19 de 02 de 2024). *Agronet* . Obtenido de Agronet Min Agricultura .

Napa, J. V. (2022). *Influencia de la edad, raza, sexo sobre la prevalencia de Tripanosomiasis en Bovinos del canton Carmen.* Manabí: Uleam.

Orozco, M. (11 de Marzo de 2025). *CONtextoganadero*. Obtenido de contexto ganadero.

Suárez, L. M. (2023). Atlas de Hematología Comparativa de Especies Animales . En L. M. Suárez, *Atlas de Hematología Comparativa de Especies Animales* (págs. 6-12). Ibagué-Tolima : UCC.

Tavera, J. V. (2022). *Estudio de prevalencia y factores de riesgo asociados a hemparasitos en bovinos de Villavicencia, Colombia .* Bogotá : UDCA.

Valencia , Cifuentes , & Restrepo . (2001). *Estandar sobre constantes fisiologicas del bufalo de agua (Babalus bubalis)* . Medellin : Rev Col Cienc Pec .

Witt, F. (2012). *Fundamentals of veterinary Clinical Pathology* .

Koza, K., Dubeux, J., Leandro, E., Parreño, V., & Bellato, V. (2021). Variables hematológicas y bioquímicas en búfalas gestantes y no gestantes en Argentina. *Revista de Ciencias Veterinarias*, 42(3), 112–120. https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2021.42.3

Silva, L. M., Andrade, G. B., Souza, B. C., & Paes, P. R. O. (2013). Parámetros hematológicos en búfalos infectados naturalmente con *Trypanosoma spp.* en el norte de Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 22(2), 253–257. https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000200033

Londoño, M., Vargas, R., & González, H. (2012). Parámetros fisiológicos y valores hematológicos normales en búfalos (*Bubalus bubalis*) del Magdalena Medio colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(3), 226–233. https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v25n3a03

Franco-Schafer, L. A., Ramírez, D., & Pérez, H. (2022). Parámetros hematológicos en búfalas bajo condiciones tropicales de Panamá. *Revista Científica FCV-LUZ*, 32(1), 45–52.

Ramírez, J., Castillo, L., & Moreno, H. (2018). Diagnóstico molecular de hemoparásitos en bovinos. *Revista Colombiana de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 65(1), 34–42.

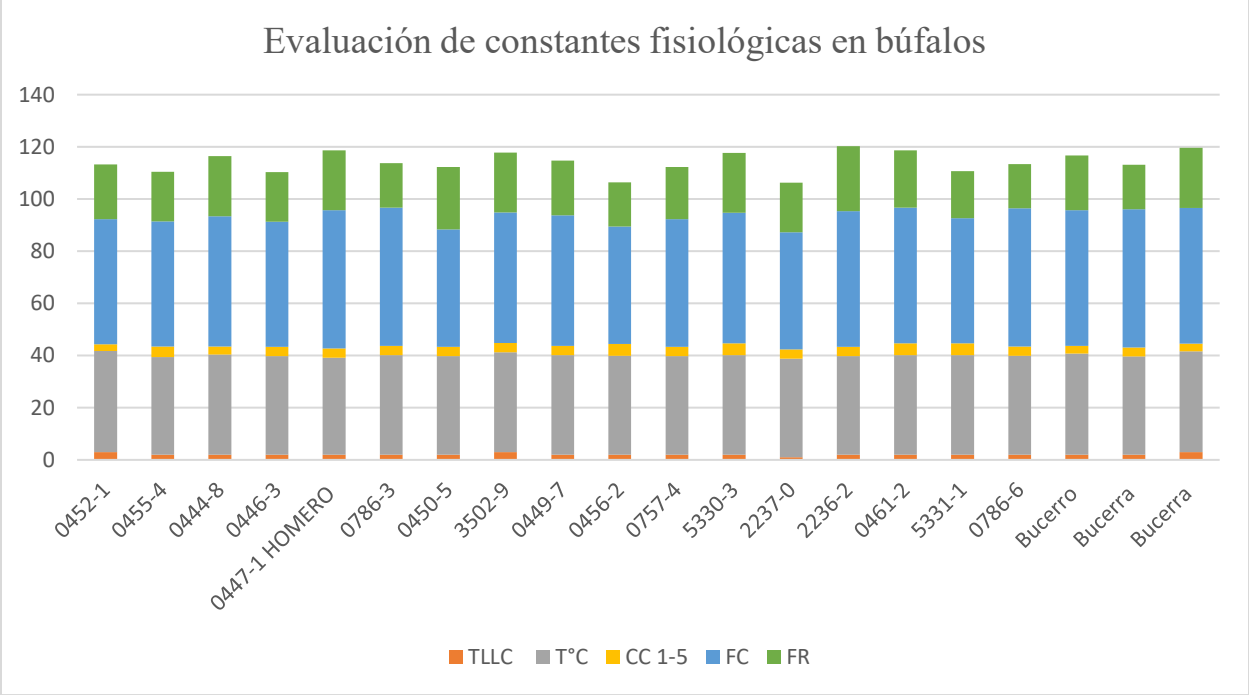
Sandoval-Reyes, A., Escorcia-Buelvas, J., & García-López, M. (2023). *Trypanosoma evansi* en la ganadería bufalina: una amenaza silenciosa. *Revista de Producción Animal Tropical*, 38(1), 55–63.

Sánchez-Durán, A., Morales, C., & Rojas, M. (2021). Situación actual y proyecciones de la industria bufalina en Colombia. *Boletín Técnico ICA*, 27(2), 12–20.

Anexos

Figura 7

Identificación de cada animal, según constante evaluada.



Nota. Identificación de cada animal, y constante evaluada.