



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**“DETERMINACIÓN DE RANGOS HEMATOLÓGICOS
DE GATOS MESTIZOS EN ALTITUD: CASO
PARROQUIA EL BATÁN CUENCA – ECUADOR”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA**

AUTORA: GÉNESIS DAYANNA BRITO CORDERO

DIRECTOR: DR. PABLO GIOVANNY RUBIO ARIAS

CUENCA - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**“DETERMINACIÓN DE RANGOS HEMATOLÓGICOS
DE GATOS MESTIZOS EN ALTITUD: CASO
PARROQUIA EL BATÁN CUENCA – ECUADOR”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA**

AUTORA: GÉNESIS DAYANNA BRITO CORDERO

DIRECTOR: DR. PABLO GIOVANNY RUBIO ARIAS

CUENCA - ECUADOR

2025

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Génesis Dayanna Brito Cordero portadora de la cédula de ciudadanía N° **01076276408**. Declaro ser el autora de la obra: **“Determinación de rangos hematológicos de gatos mestizos en altitud: caso parroquia el Batán Cuenca – Ecuador”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **10 de septiembre de 2025**



F:

Génesis Dayanna Brito Cordero

C.I. 0107627648

Certificación

Yo **Pablo Giovanni Rubio Arias**, con cédula de identidad N. **0102938107**, en calidad de director del Trabajo de Titulación con el tema “**DETERMINACIÓN DE RANGOS HEMATOLÓGICOS DE GATOS MESTIZOS EN ALTITUD: CASO PARROQUIA EL BATÁN CUENCA – ECUADOR**”, certifico que el presente trabajo fue de autoría y desarrollado por la Srta. Génesis Dayanna Brito Cordero

Atentamente,

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Firmado electrónicamente por:

**PABLO
GIOVANNY
RUBIO
ARIAS**

Validar únicamente con Firma@C

Dr. Pablo Giovanni Rubio Arias
Docente Tutor

ÍNDICE

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad	III
Certificación	IV
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Fundamento teórico	9
Gatos domésticos	9
Hemograma	10
Equipo Dymind DH36 vet	11
Materiales y métodos	14
Resultados y discusión	16
Conclusiones	21
Bibliografía	23
Autorización de publicación en el repositorio institucional	27

RESUMEN

La expansión de la población felina en los hogares ha incrementado la demanda de atención especializada en la región. Sin embargo, los rangos hematológicos de referencia comúnmente utilizados provienen de estudios realizados con gatos de razas puras y localidades al nivel del mar, limitando su aplicabilidad en zonas de altitud. Este estudio se centró en establecer valores hematológicos referenciales para gatos mestizos en altitudes superiores a los 2500 m.s.n.m., específicamente en la parroquia El Batán (Cuenca). Se analizaron muestras de sangre de 106 gatos aparentemente sanos (53 hembras y 53 machos), extraídas de la vena yugular y procesadas en un equipo automatizado Dymind DH36 vet. Para establecer los rangos estadísticamente normales, se utilizó la prueba T student y la prueba de Tukey, por medio del programa Infostat y se calculó el intervalo de confianza (IC95%), comparando los resultados con valores reportados en la literatura.

La mayoría de los parámetros se encontraron dentro de los rangos estándar, aunque con menor varianza que los valores reportados por Suiza vet, Manual de Merk o laboratorios que realizan los equipos automatizados. No obstante, se determinó que el MID% (8,76–9,85) se encuentra por encima del límite superior referencial (9%) en el 48% de los casos, y el MCHC (35,70–36,63 g/dL) sobrepasó el límite de 36 g/dL en el 52% de los mismos, lo que podría atribuirse a factores preanalíticos o características fisiológicas propias de estos animales adaptados a la altitud. En lo que respecta al sexo no se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

Palabras clave.

Dymind DH36 vet; Hemograma; Sexo; Felinos

ABSTRACT

The expansion of the feline population in households has increased the demand for specialized care in the region. However, commonly used hematological reference ranges come from studies conducted with purebred cats living at sea level, limiting their applicability in high-altitude areas. This study focused on establishing hematological reference values for mixed-breed cats at altitudes above 2500 meters above sea level, specifically in the parish of El Batán (Cuenca). Blood tests, extracted from the jugular vein, were analyzed in 106 apparently healthy cats (53 females and 53 males), and processed using an automated system using Dymind DH36 vet analyzer. To establish statistically normal ranges, the Student's t-test and Tukey's test were used, using the Infostat program, and the confidence interval (95%CI) was calculated, comparing the results with values reported in the literature.

Most parameters were found to be within standard ranges, although with lower variance than the values reported by Suiza vet, Merck Manual, or laboratories using automated equipment. However, it was determined that MID% (8.76–9.85) was above the upper reference limit (9%) in 48% of cases, and the MCHC (35.70–36.63 g/dL) exceeded the limit of 36 g/dL in 52% of cases, which could be attributed to preanalytical factors or physiological characteristics specific to these animals adapted to altitude. No statistically significant differences were found in terms of sex ($p>0.05$).

Keywords

Dymind DH36 vet; Complete blood count; Sex; Felines

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la creciente popularidad de los gatos como animales de compañía ha impulsado un aumento significativo en la demanda de atención veterinaria especializada. Esta tendencia se atribuye, en gran parte, a la adaptabilidad felina a entornos urbanos, su independencia y su capacidad para prosperar en espacios reducidos, convirtiéndolos en una opción ideal para muchas familias. Esta preferencia ha generado, a su vez, una mayor conciencia sobre la tenencia responsable y la importancia del cuidado preventivo de la salud, lo que subraya la necesidad de diagnósticos precisos para asegurar su bienestar general (Moreno Vásquez, 2023).

La hematología, la ciencia dedicada al estudio de la sangre y sus componentes, es fundamental en este contexto. A través del hemograma completo (HC), es posible evaluar el estado de salud general de un animal y detectar diversas patologías, consolidándose como una herramienta diagnóstica indispensable en la medicina veterinaria. Si bien los analizadores hematológicos automatizados agilizan el proceso y mejoran la precisión del recuento celular, es crucial reconocer que estos no permiten analizar la morfología celular. Por lo tanto, es imprescindible complementar el análisis automatizado con la evaluación morfológica manual de las células sanguíneas para una interpretación diagnóstica completa y precisa (MacNeill & Barger, 2024).

Sin embargo, la interpretación de los resultados hematológicos en felinos a menudo se basa en rangos de referencia globales, como los establecidos en el Manual Veterinario de Merck (2024) o los proporcionados por laboratorios dedicados a la fabricación de equipos automatizados. Estos datos generalmente derivan de poblaciones felinas en ambientes controlados y/o a bajas altitudes, y no siempre consideran los efectos hipobáricos de los entornos de gran altitud. Esta práctica plantea un desafío significativo en regiones elevadas, como Cuenca, Ecuador (ubicada a más de 2500 m.s.n.m.). En estos entornos geográficos, las condiciones ambientales inherentes a la altitud pueden influir directamente en los valores hematológicos de los animales. Estudios previos han demostrado que la altitud induce modificaciones fisiológicas notables en la hematopoyesis, afectando parámetros clave como el hematocrito, la hemoglobina y la concentración de hemoglobina corpuscular media. Esto se ha observado, por ejemplo, en gatos tibetanos en comparación con los de zonas bajas en China, donde se concluyó que

este factor debe considerarse al establecer y utilizar rangos de referencia hematológicos (Zhou et al., 2018).

La diversidad genética de los gatos mestizos, combinada con las condiciones ambientales específicas de la altitud, puede influir de manera significativa en sus perfiles hematológicos. La aplicación de rangos de referencia inapropiados en estos casos podría conducir a diagnósticos erróneos y tratamientos inadecuados. Por consiguiente, se identifica una necesidad crítica de establecer rangos hematológicos de referencia específicos para gatos mestizos sanos que residen en altitudes elevadas. Contar con valores de referencia propios de estas condiciones permitirá una interpretación más precisa de los resultados hematológicos. Este estudio, por lo tanto, busca estandarizar dichos valores utilizando una población representativa del entorno urbano de altura, con la ayuda del hemograma automatizado Dymind DH36 vet, para así determinar si los parámetros hematológicos de gatos mestizos sanos (hembras y machos) a 2500 m.s.n.m. en la parroquia El Batán de Cuenca no difieren de los valores de referencia establecidos para razas felinas puras, a pesar de su diversidad genética y ambiental.

FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1. Gatos domésticos

De acuerdo con Crowley et al. (2020) los gatos domésticos modernos se han autodomesticado debido a las circunstancias socioculturales y ecológicas, llevándolos a considerar como animales con doble identidad ya que son animales salvajes por autonomía como la caza, y domésticos por las estrechas asociaciones y dependencias del humano brindando su compañía y afecto. Además, no han sido seleccionados de forma intencional para cumplir funciones particulares con el ser humano, ya que la mayoría de los felinos se siguen autoseleccionando por medio de una cría no regulada y pueden mantenerse a sí mismos sin dependencia del humano, a diferencia de los gatos de raza con pedigrí. Hoy en día en las zonas urbanas y rurales están distribuidos ampliamente los gatos asilvestrados como los felinos no socializados o salvajes, gatos semisalvajes, gatos de propiedad suelta, gatos domésticos perdidos o abandonados y gatos con dueños que les permiten salir de su hogar.

Además de cambios físicos, los gatos sufren cambios conductuales y fisiológicos. En un estudio realizado por Islam et al, (2025) con gatos libres en hábitats urbanos y rurales señala que existen diferencias reproductivas y fisiológicas según su entorno. En la parte reproductiva las hembras alcanzan la madurez sexual en una media de 8.3 ± 0.39 meses, con una duración del ciclo estral de 5.63 ± 1.75 días, la gestación tiene una media de duración de 66.6 ± 3.34 días; los machos entran a la madurez sexual en una media de 9.37 ± 2.00 meses. En la bioquímica los gatos urbanos presentaron niveles más altos de glucosas, mientras que los gatos rurales presentan niveles elevados de ALT y AST. En la hematología se presentó una elevación en la hemoglobina y plaquetas en los gatitos, y elevación en glóbulos blancos en gatos jóvenes.

Los gatos forman parte de los entornos de los seres humanos como en las calles y hogares, por lo que este se adapta a cada entorno, modificando su comportamiento y por ende su fisiología (Vitale, 2022).

1.2.Hemograma

El hemograma completo (HC) es una serie de pruebas cuantitativas y cualitativas que evalúan los elementos celulares de la sangre y algunos componentes plasmáticos. Proporciona información crucial para el clínico; sin embargo, en ocasiones, no es suficiente para establecer un diagnóstico definitivo, requiriendo la complementación con otras pruebas diagnósticas. Para su realización, se recomienda obtener una muestra sanguínea en un tubo con tapón morado que contenga EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) como anticoagulante, lo cual previene alteraciones en la muestra. La cantidad de sangre requerida varía según el método: mientras que los métodos manuales demandan un volumen mayor, los analizadores hematológicos automatizados operan con cantidades reducidas, generalmente entre 0.5 y 5 ml (Ríos Phillips, 2023).

Los hemogramas automatizados pueden ser analizados por diferentes procesadores como: los contadores de impedancia para hematología: fue utilizada y descrita por Coulter en el año 1956, en donde señala que este método cuenta el número de células, mide el tamaño y calcula de forma matemática la concentración de la hemoglobina corpuscular media (ChCm), hemoglobina corpuscular media (HbCM) y el hematocrito. El contador de impedancia eléctrica se ejecuta por medio de la suspensión de las células sanguíneas en un líquido electrónicamente conductor. El recuento por independencia sucede cuando

las células están diluidas en una solución de electrolitos y son transportados por una apertura. La resistencia eléctrica por medio de esa apertura puede variar por el número de células que atraviesan y su tamaño (Arauz et al., 2020).

Contadores de células mediante láser: Este método se basa en la dispersión de la luz sobre una célula. Para el conteo de las células se usa las interrupciones del láser, mientras que para la densidad interna y el tamaño celular se usa los cambios de fracción de la luz. El ángulo de la luz permite diferenciar los tipos de células por ejemplo a 0° indica el tamaño, 10° se relaciona con la estructura o complejidad y 90° distingue las células granuladas. Analiza eritrocitos, leucocitos y plaquetas (Borelli, 2024).

Las alarmas de los contadores hematológicos, utilizan el principio de impedancia para contar y medir el tamaño de las células sanguíneas, y de acuerdo con McPherson & Pincus, (2022) los hemogramas automatizados tienen criterios específicos para detectar resultados que presentan anomalías y así generar alertas, permitiendo que el operador revise las muestras identificadas. Actualmente cada equipo cuenta con programas que gestionan los datos aplicando los criterios definidos por el operador y evitar repeticiones. Arauz et al, (2020) también menciona que las alarmas se dividen en cuatro tipos: cualitativas que detectan células anormales e inmaduras, cuantitativas que verifica las alteraciones de leucopenia o trombocitosis, útiles que se relacionan con los problemas clínicos específicos y por último los deseables que son hallazgos de esferocitosis o eritrocitos nucleados.

1.3. Equipo DYMIND DH36 VET

Es un analizador de hematología automatizado cuantitativo con un contador diferencial de 3 partes para muestras de sangre animal fabricado por Dymind Biotech, compuesto por un módulo de aspiración de sangre, una unidad de dilución, una unidad de limpieza, una unidad de análisis, medición y microprocesador que usa la impedancia eléctrica para determinar el volumen de leucocitos (WBC), eritrocitos (RCB), plaquetas (PLT) y su distribución volumétrica; para determinar la hemoglobina utiliza el método colorimétrico sin cianuro. Durante el ciclo del análisis la muestra se aspira, se diluye y se mezcla antes de realizar la determinación de cada parámetro. Es un analizador de diferenciación leucocitaria de 3 partes, proporcionando 19 parámetros reportables y 3 histogramas (WBC, RBC, PLT). Es compatible con diversas especies, incluyendo gatos,

perros, conejos, vacas, caballos, ovejas y cerdos, además de la capacidad de programar hasta 20 especies adicionales (Shenzhen Dymind Biotechnology co., Ltd, 2015).

Dentro de sus ventajas se destaca que es un analizador económico y compacto que ocupa poco espacio, requiere de un bajo volumen de muestra (9-17 μ L) con alta velocidad de procesamiento optimizando el flujo del trabajo. Cuenta con una interfaz intuitiva a través de su pantalla táctil de 10.4 pulgadas y alarmas para los resultados anormales.

Al tener solo una diferenciación de 3 partes, limita la precisión para la detección de ciertas patologías que requieran un análisis más detallado. Carece de una evaluación morfológica, por ende es indispensable complementar con un frotis sanguíneo cuando se presenta valores anormales.

Los Analitos que analiza el equipo se clasifican en tres grandes grupos: serie blanca conocidos como los leucocitos quienes se clasifican en dos grupos como: granulocitos conformado por los neutrófilos, basófilo y eosinófilos que tienen gránulos específicos que les permiten realizar una funcionalidad propia a cada ejemplar de leucocito; y los agranulocitos que están conformados por los linfocitos y monocitos quienes carecen de gránulos específicos (Orsini & Esquiaga García, 2022).

Serie roja conocidos como eritrocitos quienes se forman en la médula ósea mediante un proceso llamado eritropoyesis que se encuentra regulado por un mecanismo de detección de oxígeno. Su función principal es transportar la hemoglobina, encargada de transportar el oxígeno desde los pulmones hasta el metabolismo oxidativo (Thrall et al., 2022).

Serie Plaquetaria también llamados trombocitos y se forman a través de los megacariocitos que se localizan en la médula ósea, son células sanguíneas pequeñas y carecen de núcleo. Tienen un tiempo de vida aproximadamente de 10 días y se eliminan en el bazo y el hígado, dentro de sus funciones principales es la hemostasia y cicatrización de heridas (Álvarez Román et al., 2025).

Diversos factores de interferencia pueden alterar las muestras, de acuerdo con Baur-Kaufhold et al., (2024) los factores de interferencia que se presentan con frecuencia en las analíticas son los coágulos y lipemia. Las causas posibles de los coágulos pueden ser un sobrellenado del tubo EDTA y a su vez afecta en el hemograma como en el recuento de plaquetas y parámetros de coagulación. La lipemia afecta a diversos parámetros tanto bioquímicos como en el hemograma, de acuerdo al grado de lipemia puede ocasionar que

ciertos parámetros no puedan medirse en absoluto. Por lo que se recomienda que los animales carnívoros se presenten en ayunas de un aproximado de 12hrs al momento de realizar la toma de muestras; otras causas por las que se ocasiona lipemia es por previa medicación, endocrinopatías y cambios patológicos.

Existen factores intrínsecos y extrínsecos que pueden alterar los resultados del hemograma. Clarizio & Pohlman (2025) menciona que el ayuno de 8 a 12 horas previo a la toma de muestras es de suma importancia, porque se puede evitar la lipemia que eleva la turbidez del plasma o suero en los análisis bioquímicos y hematológicos que dependen de la dispersión de la luz ocasionando alteraciones. También menciona que otro factor puede ser la hemólisis in vitro, que se provoca por un manejo inadecuado de las muestras o extracción traumática. Así también, señala que la presencia de coágulos en las muestras puede generar resultados de pseudotrombocitopenia en los gatos y empaquetadas del hematocrito hilado. Para finalizar indica que el volumen de muestra es fundamental, porque si este es insuficiente se desencadena una contracción de eritrocitos y descenso falso del volumen de células

Hay autores que concuerdan con lo mencionado como, Pastor (2024), quién menciona que la lipemia ocasiona errores en el recuento plaquetario, recuento de leucocitos y en la concentración de hemoglobina corpuscular media, cuando el analizador es a base de impedancia eléctrica o citometría de flujo láser. De igual forma, hace referencia que si existe presencia de hemólisis, se puede observar elevación en la concentración de la hemoglobina corpuscular media y una disminución en el hematocrito y recuento de eritrocitos. Destaca como dato relevante que los parásitos hemáticos producen cambios en el citograma eritrocitario debido a que los hemogramas que emplean rayo láser usan una tinción de polimetina fluorescente, la cual también colorea a los parásitos que están en el interior de los eritrocitos.

Otros de los autores que están de acuerdo es Villanueva Lorque et al., (2023), en donde detallan en su artículo, que el volumen insuficiente de la muestra genera alteraciones en los parámetros como el volumen corpuscular medio, hematocrito y concentración de hemoglobina corpuscular. Asimismo, menciona que los coágulos dañan las células y distorsionan los resultados del hemograma.

Al incremento del MCHC se le llama hipercromía y sus causas se relacionan con el mal manejo de las muestras desencadenando en una hemólisis y una lipemia (Gómez & Gutiérrez Millón, 2019). El manual de hematología de Laboratorio Suiza Vet (2013),

concuera con lo mencionado y recalca que pueden existir excepciones, ya que también se dan elevaciones con la presencia de cuerpos de Heinz o esferocitosis hereditaria.

La monocitosis se refiere al aumento de los monocitos que se ve reflejada como respuestas a infecciones persistentes, procesos inflamatorios crónicas o en fases de regeneración de neutrófilos después de una neutropenia (Gallo Lamping, 2014). También se pueden elevar cuando el animal está atravesando infecciones virales, en las etapas de recuperación de inflamaciones agudas o procesos neoplásicos. Además Dale (2023), comenta que la monocitosis también se genera por enfermedades autoinmunitarias, trastornos de la sangre, cáncer y respuesta a infecciones crónicas. Sin embargo, Brooks et al.,(2022) señala que la monocitosis puede ser producida por el estrés fisiológico o emocional debido a que se activa el eje hipotálamo – hipófiso – adrenal produciendo mayor cortisol, estimulando la médula ósea y redistribuyendo las células inmunes causando una monocitosis reactiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación es un estudio observacional descriptivo transversal debido a que se centra en la observación, recopilación y análisis de datos para establecer un rango de referencia sin alterar sus variables en un determinado tiempo.

Este proyecto se ejecutó en las instalaciones del Almacén Agropecuario El Campo situado en la ciudad de Cuenca – Ecuador en las calles Roberto Crespo Ordoñez y Eduardo Arias en la parroquia El Batán.

Para determinar el tamaño de la muestra en esta investigación se utilizó el método de la potencia de la prueba estadística a utilizar. Como resultado, se seleccionó una muestra de 106 gatos, distribuidos equitativamente entre 53 hembras y 53 machos, con edades comprendidas entre 1 y 3 años.

Las variables dependientes: Perfil hematológico

Las variables independientes fueron edad, sexo y altitud.

Para el desarrollo de la metodología se establecieron 4 fases.

La fase 1 fue la recepción e identificación del paciente en donde el consultorio médico estuvo ambientado con esencia de lavanda, aprovechando sus propiedades calmantes que ayudan a reducir la ansiedad y favorecer la relajación en los gatos, teniendo en cuenta que los felinos tienen el olfato más agudo porque nacen con nervios olfativos mielinizados

que permiten que la información externa llegue de manera rápida al sistema nervioso central, además se colocó una manta sobre la mesa de examinación para evitar el contacto directo con el animal y así no incomodar al mismo. Se atendió a gatos mestizos de 1 – 3 años, que llegaban de manera aleatoria al dispensario médico. Cada paciente fue registrado mediante una historia clínica, donde se recopilaron datos generales como nombre, edad, sexo, raza, información del propietario, signos vitales y resultados de la “evaluación física” constatando el buen estado de salud del paciente en estudio. Además, se documentó el historial de enfermedades previas, Test de FIV y LeFV negativo; y se verificó la existencia de un calendario de vacunas que comprende la Trivalente Felina, Leucemia felina, Rabia, desparasitación de endoparásitos y ectoparásitos.

En la fase 2 se realizó la selección de la muestra por medio de un muestreo accidental o consecutivo, en este tipo de muestreo, se eligió a los pacientes que cumplan los criterios de inclusión hasta alcanzar el tamaño de muestra deseado. Una vez recopilados los datos generales, se llevó a cabo una evaluación física para verificar el estado corporal del animal. Durante esta evaluación se revisaron parámetros como temperatura, tiempo de llenado capilar, color de las mucosas, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, grado de deshidratación y posibles signos de alguna enfermedad. Después de confirmar que el animal cumple con los criterios de inclusión como la edad, la ausencia de enfermedades o condiciones que puedan alterar los valores hematológicos, y la constancia de que tiene test negativos, vacunas y desparasitaciones al día acorde a su edad, es seleccionado como ejemplar. A continuación, se procedió a la toma de la muestra sanguínea.

En la fase 3 se procedió con la toma de muestra misma que fue extraída de la vena yugular. Para ello se colocó al animal en un bolso de sujeción para gatos y el ayudante procedió a sujetar la cabeza con el cuello estirado y ligeramente girado hacia el lado opuesto de la vena yugular que se iba a realizar la punción. Una vez inmovilizado, se aplicó una comprensión manual en la parte inferior del cuello para localizar la vena mediante palpación. A continuación, se roció el área con el alcohol para desinfectar la zona y mejorar la visibilidad de la vena. Una vez localizada, se insertó la aguja, acoplada a una jeringa, con el bisel orientado hacia arriba y se extrajo la muestra. Por último, la muestra obtenida se transfirió a un tubo vacutainer tapa lila con EDTA de 0,5ml para su conservación y luego ser procesada.

La fase 4 fue el análisis de laboratorio, para ello se utilizó un hemograma automatizado mediante el equipo DYMIND DH36 VET, diseñado específicamente para

el análisis hematológico en animales. Este equipo permite procesar muestras de pequeño volumen, por lo que se emplearon 10 μ L de sangre anticoagulada con EDTA. El proceso de análisis incluyó la evaluación de parámetros hematológicos clave, como el conteo de eritrocitos, leucocitos, plaquetas, hemoglobina, hematocrito y los índices eritrocitarios. La muestra fue introducida en el equipo, y los resultados se generaron automáticamente en un tiempo aproximado de 3 minutos.

Para culminar con la parte estadística y obtener los resultados, se realizó una tabla en Excel con los datos recopilados y con la ayuda del programa Infostat se procedió a realizar un análisis exploratorio de los datos (AED) usando una de las técnicas de estadística descriptiva como la caja de bigotes o box plot. Una vez detectado y eliminado los outliers, se elaboraron nuevas tablas para cada variable y se analizaron de manera independiente, usando el intervalo de confianza para determinar los intervalos de referencia hematológicos obtenidos; además, se realizó una prueba Tukey y prueba T student en donde se obtuvo la media, desviación estándar y valor p, para cada variable y así se pudo establecer si existe o no una diferencia en los datos acorde al sexo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 de los intervalos de los parámetros hematológicos detalla que la mayoría de los datos permanecen dentro de la normalidad según los rangos referenciales establecidos, exceptuando que en la serie blanca el MID% presenta valores altos que sobrepasan al valor máximo de referencia (9%) en el 48% de los casos y con respecto a la serie roja el MCHC supera el 52% de los casos al límite máximo del rango referencial (36 g/dL). Posteriormente se realizó una comparación entre sexos para determinar si los valores del hemograma se ven influenciados por el mismo.

Tabla 1. Intervalos de los parámetros hematológicos

PARÁMETROS	UNIDAD	MIN - MAX	VALOR REFERENCIAL	VALOR OBTENIDO
WBC	10 ³ /uL	1,96 - 21,4	5,50 - 19,50	8,95 - 10,71
LYM%	%	9,7 - 72,6	20,0 - 50,0	36,30 - 42,06
GRAN%	%	19,1 - 84,3	35,0 - 85,0	48,01 - 53,87
MID%	%	4,1 - 18,5	2,0 - 9,0	8,76 - 9,85
LYM#	10 ³ /uL	1,11 - 9,89	0,80 - 7,00	2,99 - 3,82
GRAN#	10 ³ /uL	0,53 - 14,25	2,10 - 15,00	4,61 - 5,82
MID#	10 ³ /uL	0,15 - 2,37	0,00 - 1,90	0,81 - 1,00
RCB	10 ⁶ /uL	5,87 - 11,76	4,62 - 10,20	7,88 - 8,35
HGB	g/dL	10,2 - 21,3	8,5 - 15,3	13,58 - 14,45
HTC	%	22,3 - 58,7	26,0 - 47,0	38,15 - 40,69
MCV	fL	38,4- 57,3	38,0 - 54,0	47,66 - 49,20
MCH	pg	14,4 - 21,8	11,8 - 18,0	17,19 - 17,80
MCHC	g/dL	29,6 - 42,5	29,0 - 36,0	35,70 - 36,63
RDW-CV	%	15,8 - 20,4	16,0 - 23,0	17,54 - 17,92
RDW-SD	fL	27,2 - 72,1	26,4 - 43,1	34,33 - 36,19
PLT	10 ³ /uL	20 - 552	100 - 518	212,21 - 257,58
MPV	fL	9,8 - 14,6	9,9 - 16,3	12,51 - 12,87
PDW	fL	8,5 - 20,2	0,1 - 30,0	14,79 - 15,71
PCT	%	0,019 - 0,735	0,000 - 0,800	0,260 - 0,320

En la tabla 2 valores de acuerdo al sexo se detalla las medias, desviación estándar y valor p obtenidos por un análisis de varianza comprobada con una prueba tukey $p > 0.05$ en donde indica que el sexo no influye en la expresión de los valores hematológicos; si bien existen diferencias aritméticas entre los mismos, estadísticamente no hay diferencia significativas.

Tabla 2. Valores de acuerdo al sexo

Parámetros	Hembra M/DS	Macho M/DS	Valor p
WBC	9,30 ± 4,03	10,34 ± 4,86	0,2433
LYM%	39,80 ± 15,27	38,56 ± 14,74	0,6721
GRAN%	50,78 ± 15,35	51,10 ± 15,19	0,9126
MID%	8,99 ± 2,40	9,63 ± 3,12	0,2498
LYM#	3,41 ± 1,46	3,91 ± 2,20	0,1829
GRAN#	5,04 ± 3,07	5,38 ± 3,16	0,5823
MID#	0,79 ± 0,37	1,01 ± 0,55	0,0241
RCB	8,42 ± 1,34	7,81 ± 0,78	0,0082
HGB	14,36 ± 2,42	13,69 ± 1,72	0,1228
HTC	40,67 ± 7,49	38,14 ± 4,69	0,0472
MCV	47,86 ± 3,77	48,98 ± 3,98	0,1496
MCH	17,25 ± 1,49	17,72 ± 1,59	0,1205
MCHC	36,08 ± 2,05	36,24 ± 2,66	0,7472
RDW-CV	17,77 ± 1,11	17,69 ± 0,76	0,6949
RDW-SD	35,33 ± 5,97	35,20 ± 3,39	0,8856
PLT	245,27 ± 118,97	224,71 ± 113,39	0,3713
MPV	12,71 ± 0,87	12,67 ± 0,97	0,8454
PDW	15,40 ± 2,53	15,11 ± 2,04	0,5396
PCT	0,290 ± 0,140	0,290 ± 0,150	0,8021

En la presente investigación se observó un incremento en los valores de MID% y MCHC, encontrándose por encima de los rangos de referencia. Esto se puede relacionar con lo reportado por Trumel et al., (2016), quienes mencionan que los parámetros eritrocitarios son de alta individualidad biológica, limitando el uso de intervalos poblacionales; mientras que en el estudio del leucograma al tener una baja individualidad

se puede comparar con los intervalos poblacionales. Mencionado esto, se puede concluir que los valores del MCHC se ven afectados por factores ambientales relacionados a la adaptación fisiológica a la altitud, más que a alteraciones patológicas. Los valores del MID% se pueden vincular a una respuesta inmunológica común a un estímulo ambiental. En este estudio el MCHC se encuentra elevado y coincide con el valor reportado por Kwon y Choi (2021), quienes realizaron un estudio para determinar los parámetros hematológicos en gatos domésticos coreanos de pelo corto y comparar con los rangos de referencia establecidos. El MCV se encontraba por debajo de los valores reportados; mientras que, los valores de HGB, MCH, MCHC y CHCM se posicionaron por encima de los intervalos de referencia.

El estudio realizado en Cuenca por Espinoza Toral (2022), detalló que el MID% estaba por encima del valor referencial, concluyendo que dichos valores pueden estar asociados al estrés y la hipoxia inducida por la altura. Cabe recalcar que usó el equipo Rayto rt 7600 y 100 muestras de gatas hembras de edades de 1-7 años. Esta elevación en dicho parámetro coincide con la alteración que se presenta en esta investigación.

De forma similar Guamán González (2022), mencionó tener valores elevados frente a los reportados por la literatura en el MID%, hemoglobina y MCHC, mismos que atribuye a los factores de altitud, sexo, deshidratación y estrés. Su estudio se realizó en Cuenca con 100 gatos machos y sus muestras se corrieron en el equipo Rayto rt7600. Estos valores elevados coinciden con los valores reportados en esta investigación, llegando a la conclusión que el MID% es sensible al estrés y el MCHC es una respuesta a una adaptación fisiológica. Es importante destacar que equipo se utiliza y las condiciones de muestreo en la interpretación de resultados.

En el Distrito 26 de octubre – Piura Moreno Vásquez (2023), estandarizó valores referenciales en gatos domésticos, determinando 14 parámetros hematológicos a partir de 100 ejemplares sanos, clasificados en cachorros, adultos, geriátricos y por sexo. Las muestras sanguíneas fueron extraídas de la vena cefálica y procesadas en un equipo automatizado PKL (POKLER ITALIA) PPC- 610H Vet. Obtuvo como resultado que no existe variación significativa entre machos y hembras, y tampoco en la variable edad. Estos resultados concuerdan de manera parcial en no encontrar variación significativa en la variable sexo con esta investigación.

En el Altiplano – Puno Yanqui Herencia (2018) determinó los parámetros hematológicos de gatos domésticos, con 46 gatos de ambos sexos aparentemente sanos,

con edades comprendidas de 1 a 6 años. Por medio de un método manual analizó el recuento de glóbulos blancos y rojos, para la determinación de la hemoglobina usó la técnica fotométrica y finalmente para el hematocrito la técnica de microescala. En sus resultados destacó que no existe diferencia del factor sexo en los parámetros hematológicos en la serie blanca y roja, esto concuerda con los datos obtenidos en esta investigación. No obstante, este autor detalla que los rangos hematológicos de los felinos estudiados se encuentran dentro de los valores reportados a nivel del mar, lo cual no coinciden con los hallazgos del MID% y MCHC elevados reportados en este estudio.

Los gatos domésticos heredan características genéticas de sus ancestros silvestres, por ejemplo el gato montés europeo (*Felis silvestris*) que pueden influir de manera significativa en los parámetros hematológicos desde un punto de vista fisiológico. Las variaciones genéticas se pueden manifestar como adaptaciones evolutivas que afectan al comportamiento de las células sanguíneas en ciertas condiciones de estrés o ambientales como es el caso que detalla Gonçalves et al., (2022), en su estudio que los gatos salvajes presentaron diferencias en el recuento de glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina frente a los parámetros hematológicos de los gatos domésticos, lo cual recomienda una base fisiológica ligada a la adaptación a entornos naturales más exigentes. Dichos resultados no concuerdan con esta investigación, puesto que los valores del eritrograma estuvieron dentro del rango.

De acuerdo a estudios realizados por Villamar Manrique (2023), en Ecuador si existe un cumplimiento en los dominios del bienestar animal en gatos como la nutrición, comportamiento, estado mental y sanitario (libre de enfermedades, lesiones y dolor); sin embargo, en el dominio de confort (libre de incomodidad) no existe un cumplimiento a su totalidad debido a que se reportan desde un 47% a un 88% de gatos que viven en condiciones outdoor o mixtos. Generando un impacto negativo sobre la fauna silvestre afectando a especies nativas y vulnerables, debido a la actividad depredadora nocturna, reflejando la falta de confinamiento. Estos hallazgos subrayan la necesidad urgente de promover prácticas de tenencia más responsables y reguladas (Panchana et al., 2024).

Acorde a lo mencionado Hwang et al., (2015), describe que el hábitat y el estilo de vida también son factores que influyen en los resultados hematológicos, pues en su estudio comparativo de los gatos ferales que vivían en las zonas rurales, tenían valores distintos a los que se encuentran en áreas urbanas. Una adaptación fisiológica que se

presenta en los gatos asilvestrados es la rusticidad, pues tienen capacidad de adaptarse a circunstancias adversas y esto se puede ver reflejado en el hemograma cuando se encuentran en situaciones de estrés, ya que, se observará leucocitosis con linfopenia y neutrofilia madura (Rivas, 2022). Es fundamental considerar al momento de realizar la interpretación del hemograma que los gatos mestizos al tener variedad genética puede presentar alteraciones en el mismo que no necesariamente sean alarmas de una enfermedad, es por ello que se debe apoyar en el contexto clínico y etológico del animal.

El tamaño de muestra de 106 ejemplares se encuentra dentro de los criterios escritos por Wittwer (2021), ya que en su libro indica que para estandarizar un rango de intervalos hematológicos en los laboratorios veterinarios el tamaño de muestra es de 120 animales, considerando la especie, raza y edad. Sin embargo, reconoce que en los estudios veterinarios no se consigue con facilidad ese número, por lo que, recomienda que para los analitos con distribución no paramétricos se puede trabajar con 60 animales y para los que tienen distribución paramétrica no menos de 40 animales.

Por otra parte, las alteraciones elevadas del MID% compuesto por monocitos, eosinófilos y basófilos, es posible que estén vinculados con las fases de recuperación inmune después de procesos inflamatorios o respuestas inespecíficas del sistema inmune, como también se puede relacionar con el stress leukogram. Mientras que la elevación del MCHC se puede deber a errores preanalíticos como la lipemia o hemólisis. No obstante se debe tener en cuenta que los gatos analizados son mestizos que cuentan con una herencia genética de gatos silvestres y asilvestrados que pueden influir en los resultados hematológicos, ya que cuentan con una variabilidad genética y rusticidad que son un reflejo a la adaptación fisiológica a condiciones ambientales variables.

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió determinar los intervalos hematológicos referenciales para gatos mestizos residentes en altitud (2500 m.s.n.m.), cumpliendo con el objetivo general.

El porcentaje de células de tamaño intermedio (MID %) presentó valores elevados (8,76 – 9,85%), posicionándose sobre el límite superior referencial del 9% en el 48% de los casos. Así también, la concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC) mostró valores por encima del rango estándar (35,70 – 36,63 g/dL), excediendo el límite

de 36 g/dL en el 52% de las muestras. Estas variaciones podrían estar relacionadas a las adaptaciones fisiológicas a la altitud más que factores preanalíticos.

Es importante destacar que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en ninguno de los parámetros hematológicos analizados entre machos y hembras, lo que indica que el sexo no influye notablemente en los perfiles hematológicos de esta población en particular.

Para futuras investigaciones se recomienda tener un riguroso control de los factores preanalíticos y complementar los análisis automatizados con una evaluación morfológica sanguínea por medio de un frotis. Además ampliar un tamaño muestral y a su vez profundizar con estudios enfocados a los mecanismos fisiológicos que se asocian con adaptaciones hematológicas a la altitud.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Román, M. T., Batida Bermejo, J. M., Bonanad Boix, S., Borrás Suñer, D., Butta Coll, N., Canaro Hirnyk, M., Gómez Seguí, P., Gómez Seguí, I., González López, T. J., González Porras, J. R., Jarque Ramos, I., Lozano Almela, M. L., Mateo Arranz, J., Mingot Castellano, M. E., Moreno Carbonell, M., Moscardó Martínez, A., Olivera Sumire, P., Ortiz López, A., Pascual Izquierdo, C., ... Vicente Sánchez, A. I. (2025). *Trombocitopenia*. Sociedad española de hematología y hemoterapia. file:///C:/Users/Hp/Downloads/Libro-TROMBOCITOPENIA_2024.pdf
2. Arauz, M. S., Scodellaro, C. F., & Pintos, M. E. (2020). *ATLAS DE HEMATOLOGÍA VETERINARIA*. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/101193/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Baur-Kaufhold, A., Brockmann, M., & Dolle, I. (2024). *Consejos y trucos en la preanalítica tomo 1: Análisis de sangre en animales pequeños*. Laboklin & Sarstedt.
4. Borelli, P. (2024). *Fundamentos de hematología: Teoría & práctica*. Editora Blucher. https://books.google.com.ec/books?id=CHE-EQAAQBAJ&newbks=1&newbks_redir=0&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
5. Brooks, M. B., Harr, K. E., Seelig, D. M., Wardrop, K. J., & Weiss, D. J. (2022). *Schalm's Veterinary Hematology*. John Wiley & Sons. https://books.google.com.ec/books?id=4cp6EAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
6. Clarizio, L., & Pohlman, L. M. (2025). *ERRORES COMUNES EN LA RECOLECCIÓN Y MANIPULACIÓN DE MUESTRAS* | Aravet Laboratorios. <https://aravet.es/errores-comunes-en-la-recoleccion-y-manipulacion-de-muestras/>
7. Crowley, S. L., Cecchetti, M., & McDonald, R. A. (2020). Our Wild Companions: Domestic cats in the Anthropocene. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(6), 477-483. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.01.008>
8. Dale, D. C. (2023). *Trastornos de los monocitos—Trastornos de la sangre* [Manual MSD]. Manual MSD versión para público general.

- <https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-de-la-sangre/trastornos-de-los-glóbulos-blancos-leucocitos/trastornos-de-los-monocitos>
9. Gallo Lamping, C. A. (2014). *Manual de diagnóstico con énfasis en laboratorio clínico veterinario* [Universidad Nacional Agraria]. <https://www.studocu.com/cl/document/universidad-mayor/bioquimica-clinica-y-diagnostico-de-laboratorio-i/manual-de-diagnostico-con-énfasis-en-med-veterinaria/79992155>
 10. Gómez, R. del R., & Gutierrez Millón, M. A. (2019). *Manual para interpretación de exámenes laboratoriales de rutina en caninos* [Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3931/1/tnl70g633.pdf>
 11. Hwang, J., Gottdenker, N., Min, M.-S., Lee, H., & Chun, M.-S. (2015). Evaluation of biochemical and haematological parameters and prevalence of selected pathogens in feral cats from urban and rural habitats in South Korea. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 443. <https://doi.org/10.1177/1098612X15587572>
 12. Islam, F., Imranuzzaman, M., Hossain, H., Ali, M., Sarker, S., Rahman, M., Ria, S., Dey, P., Miah, R., Rahman, M., Brishty, K., Islam, S., Islam, A., Rahman, M., Rahman, M., & Begum, S. (2025). Serum biochemistry, hematology, and reproductive behavior of free-roaming cats in urban and rural habitats. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 12(1), 70. <https://doi.org/10.5455/javar.2025.1873>
 13. Macneill, A. L., & Barger, A. M. (2024). *Clinical pathology and laboratory techniques for veterinary technicians* (2.^a ed.). John Wiley & Sons. <https://vetbooks.ir/clinical-pathology-and-laboratory-techniques-for-veterinary-technicians-2nd-edition/>
 14. McPherson, R. A., & Pincus, M. (2022). *Henry. Diagnóstico clínico y técnicas de laboratorio*. Elsevier Health Sciences. https://books.google.com.ec/books?id=YruYEAAAQBAJ&pg=PA549&dq=contadores+de+c%C3%A9lulas+mediante+un+ser+hemograma&hl=es&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwi9jcbjnf6MAxUZRTABHWxWafIQ6AF6BAgHEAM#v=onepage&q&f=false
 15. Merck Veterinary Manual. (2024). *Table:Hematology (Complete Blood Count) Reference Ranges*. Merck Veterinary Manual. <https://www.merckvetmanual.com/multimedia/table/hematology-complete-blood-count-reference-ranges>

16. Moreno Vásquez, X. F. (2023). *Valores hematológicos referenciales en gatos domésticos (Felis silvestris catus) criados en el distrito 26 de Octubre-Piura* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5616/TESIS%20X IOMARA%20FIORELLA%20MORENO%20V%c3%81SQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
17. Orsini, F. R., & García, H. E. (2020). *Concentrado de plaquetas, fibrina y leucocitos. Uso en odontología y en otras especialidades*. Grupo Asís Biomedica S.L. https://books.google.com.ec/books?id=sahHEAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=leucocitos&hl=es&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwid_M3C09uMAxXNqjABHRwkDTgQ6AF6BAgGEAM#v=onepage&q=leucocitos&f=true
18. Pastor, J. (2024). Preguntas frecuentes sobre hematología canina [Royal Canin]. *Preguntas frecuentes sobre hematología canina*. https://vetfocus.royalcanin.com/es/cientifico/preguntas-frecuentes-sobre-hematologia-canina?utm_source
19. Ríos Phillips, C. (2023). *Manual de patología clínica en animales de compañía*. Canopus Editorial Digital Sa.
20. Rivas, R. (2022). Interpretación de la serie blanca en hemograma de perro y gato [Cuasveterinaria]. *Interpretación de la serie blanca en hemograma de perro y gato*. https://cuasveterinaria.es/blog/interpretacion-de-la-serie-blanca-en-hemograma-de-perro-y-gato/?utm_source
21. Suiza vet. (2013). *MANUAL VETERINARIO - SUIZA VET*. <https://www.suizavet.com/manuales/hematologia.pdf>
22. Thrall, M. A., Weiser, G., Allison, R. W., & Campbell, T. W. (2022). *Veterinary hematology clinical chemistry, and cytology, 3rd edition* (3.^a ed.). John Wiley & Sons. <https://vetbooks.ir/veterinary-hematology-clinical-chemistry-and-cytology-3rd-edition/>
23. Villanueva Lorque, L. L., Mendiola Bonifacio, K. A., Padilla, I. G., Sandoval Panganiban, M. I., Persia, A. G. A., Tsai, R. D., & Mabbagu, R. M. (2023). A Narrative Review on the Preanalytical Sample Errors in the Hematology Section of Clinical Laboratory. *Asian Journal of Biological and Life Sciences*, 12(2), 230-236. <https://doi.org/10.5530/ajbls.2023.12.32>

24. Vitale, K. R. (2022). The Social Lives of Free-Ranging Cats. *Animals*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/ani12010126>
25. Wittwer, F. (2021). *Manual de patología clínica veterinaria*. Ediciones Universidad Austral de Chile. https://books.google.es/books?id=nQM0EAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
26. Yanqui Herencia, B. L. (2018). *Determinación de parámetros hematológicos en gatos domésticos (Felis catus) en el Altiplano* [Universidad Nacional del Altiplano]. https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/10561/Yanqui_Herencia_Beatriz_Lizbeth.pdf;jsessionid=5EDC33D39D98B669195D7C7BDD1BD846?sequence=1
27. Zhang, H., Dong, H., Mehmood, K., Li, K., Nabi, F., Chang, Z., Rehman, M. U., Ijaz, M., Wu, Q., & Li, J. (2018). Physiological variations among blood parameters of domestic cats at high- and low-altitude regions of China. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 124(5), 458-460. <https://doi.org/10.1080/13813455.2018.1423623>

Génesis Dayanna Brito Cordero portadora de la cédula de ciudadanía N° **0107627648**. En calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Determinación de rangos hematológicos de gatos mestizos en altitud: caso parroquia el Batán Cuenca – Ecuador”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **10 de septiembre de 2025**



F:

Génesis Dayanna Brito Cordero

C.I. 0107627648