

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

**Investigación de valores hematológicos en vacas ferales del
archipiélago de galápagos (estudio preliminar)**

María Alegría Martínez Cruces

Carrera: Medicina Veterinaria

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Médico Veterinario

Quito, 1 de mayo de 2024

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Investigación de valores hematológicos en vacas ferales del archipiélago de
galápagos (estudio preliminar)**

María Alegría Martínez Cruces

Nombre del profesor, Título académico

Lenin Vinueza, DMVZ, Msc, PhD

Quito, 1 de mayo de 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: María Alegría Martínez Cruces

Código: 00212332

Cédula de identidad: 1718645219

Lugar y fecha: Quito, 1 de mayo de 2024

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

La presencia de razas criollas de ganado bovino ha sido un tema de interés en investigaciones en Ecuador, sin embargo, hasta la fecha, no se ha reportado oficialmente la existencia de ninguna raza criolla en el país. Entre las posibles razas criollas, se ha destacado un biotipo bovino originario de la Isla Isabela, en el Archipiélago de Galápagos, el cual se cree que ha estado presente en la región durante, aproximadamente, cuatro siglos. La introducción de estos animales se remonta al siglo XVI, cuando fueron inseridos por los españoles como parte de su actividad colonizadora. Aunque se ha especulado sobre el origen y características de este ganado cimarrón, la falta de estudios minuciosos y atentos a esta singularidad en ganado de la isla Isabela, sugiere que podría tratarse de una raza autóctona. Este ganado, también conocido como "ganado cimarrón" podría ser la primera raza criolla del país. Delante de estas evidencias surge el interés de comparar hematológicamente estos animales con otros animales domésticos locales para investigar si existen o no diferencias entre estos y colaborar con la ampliación del conocimiento en esta dirección. La metodología usada en este trabajo fué una investigación experimental en la cual se obtuvieron muestras de los vasos sanguíneos a nivel coxígeo de las vacas analizadas. Los resultados y análisis arrojan como conclusión que no existen diferencias significativas entre ambos grupos estudiados.

Palabras clave: hematológicos, valores, vaca, comparación, parámetros.

ABSTRACT

The presence of creole breeds of cattle has been a topic of interest in research in Ecuador; however, to date, the existence of any creole breed in the country has not been officially reported. Among the possible creole breeds, a bovine biotype originating from Isabela Island in the Galápagos Archipelago has been highlighted, which is believed to have been present in the region for approximately four centuries. The introduction of these animals dates back to the 16th century when they were brought in by the Spanish as part of their colonizing activity. Although speculation has been made about the origin and characteristics of this feral livestock, the lack of thorough and attentive studies on this uniqueness in Isabela Island's livestock suggests that it could be an indigenous breed. This livestock, also known as "feral cattle," could be the country's first creole breed. In light of this evidence, there is interest in hematological comparing these animals with other local domestic animals to investigate whether there are differences and to contribute to the expansion of knowledge in this direction. The methodology used in this study was experimental research in which samples were obtained from the coccygeal blood vessels of the analyzed cows. The results and analysis conclude that there are no significant differences between the two groups studied.

Keywords: hematological, values, cow, comparison, parameters.

INDICE

Introducción	10
Desarrollo del tema	12
a. Hematología Bovina.....	12
b. Bioquímica sanguínea.....	12
c. Ganado Cimarron	13
d. Características	14
e. Hematíes.....	14
f. Leucocitos.....	15
g. Hematocrito.....	16
h. Eritrocitos.....	17
i. Hemoglobina.....	18
j. Proteínas plasmáticas	18
k. Ácido Úrico.....	19
l. Creatinina.....	20
m. AST.....	21
n. calcio y Calcio iónico.....	22
o. Magnesio.....	23
p. Hipótesis.....	24
q. Objetivos del estudio.....	24
Materiales y métodos	25
Resultados	26
Conclusiones	32
Referencias bibliográficas.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vaca Cimarron.....	27
------------------------------	----

ÍNDICE DE GRAFICOS

Figura 1. Hemograma.....	28
Figura 1. Bioquímica sanguínea.....	29

INTRODUCCIÓN

La presencia de razas criollas de ganado bovino ha sido un tema de interés en Ecuador, sin embargo, hasta la fecha, no se ha reportado oficialmente la existencia de ninguna raza criolla en el país. Entre las posibles razas criollas, se ha destacado un biotipo bovino originario de la Isla Isabela en el Archipiélago de las Galápagos, el cual se cree que ha estado presente en la región durante aproximadamente cuatro siglos. La introducción de estos animales se remonta al siglo XVI, cuando fueron inseridos por los españoles como parte de su actividad colonizadora. Aunque se ha especulado sobre el origen y características de este ganado cimarrón, la falta de estudios exhaustivos ha dejado muchas incógnitas sin resolver (Schofield, 1989, pp 320-335). En este contexto, surge la necesidad de realizar investigaciones más profundas para comprender mejor la historia, la genética y el potencial adaptativo de estas poblaciones bovinas únicas en el Ecuador. Este estudio se propone abordar esta brecha de conocimiento, mediante una comparación de constantes hematológicas entre animales cimarrones y domésticos de rebaños locales, con el fin ampliar la comprensión sobre la posible existencia de una raza criolla autóctona en el país.

La sangre desempeña una serie de funciones vitales en el organismo, incluyendo el transporte de oxígeno, nutrientes, desechos y otros compuestos a través del cuerpo (Weisel & Litvinov, 2019).

Además, facilita la transferencia de hormonas y enzimas entre diferentes tejidos y órganos, y desempeña un papel crucial en la defensa inmunológica del cuerpo contra patógenos. Aunque las funciones básicas de la sangre son universales, su composición puede variar significativamente entre diferentes organismos debido a diversos factores como la especie, la edad, el sexo y las condiciones ambientales, como la altitud (Puppel,

K., 2016). El perfil hematológico es una herramienta diagnóstica fundamental para la detección de enfermedades en la producción animal, donde se evalúan diversas determinaciones sanguíneas en un grupo representativo de individuos y se comparan con valores de referencia específicos según la edad y el estado fisiológico de la especie en cuestión. En este contexto, este estudio se enfoca en analizar y comparar las constantes hematológicas entre animales cimarrones y domésticos en rebaños locales, con el objetivo de profundizar en nuestro conocimiento sobre la posible existencia de una raza criolla autóctona en el Ecuador.

DESARROLLO DEL TEMA

A seguir presentamos en líneas generales definiciones y características de cada una de las categorías que fueron usadas para establecer las análisis en curso.

a. Hematología Bovina

La hematología se centra en el estudio y evaluación de los componentes de las células sanguíneas, proceso de sangre y coagulación (Roland,*et al*, 2014).

Los expertos en este área estudian los distintos elementos sanguíneos, como los glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, así como también investigan la médula ósea, el órgano encargado de producir las células sanguíneas. Este campo médico aborda una amplia variedad de condiciones de salud, desde trastornos de la coagulación hasta enfermedades más complejas y los trastornos inmunológicos. Sin embargo, es importante realizar una anamnesis completa y un examen físico detallado (Palacios & Narváez, 2018)

b. Bioquímica sanguínea

La realización de pruebas bioquímicas puede llevarse a cabo tanto en suero como en plasma. Muchos laboratorios prefieren utilizar el suero debido a su menor propensión a la formación de coágulos, lo que podría interferir con los resultados de las pruebas bioquímicas. Esto se debe a que la microfibrina, una sustancia que se forma en la sangre y puede endurecerse en la muestra, tiende a interferir con los instrumentos utilizados en el análisis (Villa, L, 2021).

Para evitar la formación de coágulos en el plasma, se recurre al muestreo automático. Este método implica la inhibición de la unión de las sales de heparina (como el sodio, el amonio o el litio) con la trombina, una enzima clave en el proceso de coagulación sanguínea. Al evitar que se formen coágulos, la sangre puede procesarse rápidamente para

producir plasma, que a su vez se utiliza en una variedad de análisis de sangre, incluidos aquellos relacionados con hormonas y bioquímica general (Zaitsev et al., 2020)

Esta estrategia no solo facilita el análisis de muestras sanguíneas, sino que también garantiza resultados más precisos al minimizar la interferencia de los coágulos en los instrumentos de laboratorio (Roldan, Gasparotti, & Luna, 2019).

c. Ganado Cimarron

Cimarrón (también "salvaje" o "fareal") es una palabra utilizada para describir cualquier animal doméstico que escapa de su dueño y se vuelve salvaje.

Durante la época colonial, el ganado cimarrón sirvió como una fuente vital de sustento para la población hispano-criolla. Sin embargo, su declive comenzó a evidenciarse ya en el siglo XVII. Este declive fue el resultado de diversos factores combinados, entre los cuales se destaca la sobreexplotación en las vaquerías, lo que redujo significativamente la cantidad de ganado disponible (Civallero, E. (2021).

La introducción del ganado cimarrón puede haber ocurrido accidentalmente o como resultado de la intervención humana deliberada. Con el tiempo, estos animales pueden establecer poblaciones autónomas que a menudo representan un desafío para la vida silvestre local. No obstante, en ocasiones, la fauna silvestre puede ser utilizada como una herramienta para controlar especies consideradas "problemáticas", como roedores, insectos nocivos o plantas invasoras (Houck, K. M, *et al*, 2020).

d. Características

- Estos animales son de color café
- Cuerpos vigorosos
- Temperamento agresivo

- Combatiente con enormes cuernos.

Su carácter malhumorado e impredecible los hace capaces de alcanzar una velocidad de 48 km/h, en una embestida atacando todo lo que consideran una amenaza (Wolf, T, 1887, p 21).

e. Hematíes

Los glóbulos rojos son las células sanguíneas más abundantes en la sangre y son responsables de su característico color rojo debido a la presencia de hemoglobina. La hemoglobina es una proteína que contiene hierro y tiene la capacidad de unirse al oxígeno en los pulmones y transportarlo a todas las células del cuerpo. Este proceso es esencial para proporcionar oxígeno a los tejidos y órganos, lo que permite su correcto funcionamiento y metabolismo celular (Rave, G, 2018).

Los glóbulos rojos son células especializadas que carecen de núcleo y orgánulos internos, lo que les permite maximizar su capacidad de transporte de oxígeno. Su forma bicóncava aumenta la superficie de membrana, lo que facilita la difusión del oxígeno y el dióxido de carbono a través de ellos (Sofyan, *et al*, 2020).

Los índices de glóbulos rojos VCM (volumen corpuscular medio), HCM (hemoglobina corpuscular media) y MCHC (concentración media de hemoglobina corpuscular) son parámetros utilizados en los análisis de sangre para evaluar la cantidad y calidad de los glóbulos rojos. Estos índices pueden proporcionar información fundamental sobre diversos procesos patológicos que pueden estar ocurriendo en el individuo evaluado (Orejuela, 2022).

f. Leucocitos

Los leucocitos, también conocidos como glóbulos blancos, son células esenciales del sistema inmunológico encargadas de defender el cuerpo contra los microorganismos

invasores. Entre ellos, se encuentran los fagocitos mononucleares, como los monocitos, que son células inflamatorias producidas en la médula ósea y liberadas al torrente sanguíneo para combatir las infecciones. Por otro lado, existen los granulocitos, otro tipo de leucocitos, que se caracterizan por presentar núcleos con múltiples segmentos y se clasifican según sus características y afinidades de tinción. Estos incluyen los neutrófilos, eosinófilos y basófilos, cada uno con funciones específicas en la respuesta inmunitaria del cuerpo ante los agentes patógenos (Villa, L, 2021).

Los leucocitos, que incluyen todos los tipos de leucocitos circulantes y células precursoras, son fundamentales en la respuesta inmunitaria del organismo. Estas células blancas de la sangre pueden experimentar cambios en su número y estado en respuesta a diferentes condiciones fisiológicas y patológicas, como infecciones o enfermedades, lo que puede llevar a un estado de hiperplasia o agotamiento (Puppel, K., 2016).

La respuesta de los leucocitos a estímulos específicos, como toxinas, virus, bacterias o parásitos, varía según las funciones y características de cada tipo de leucocito, determinadas por factores como la especie y la edad del animal. En el caso de los bovinos, los rangos normales de referencia para diferentes tipos de leucocitos suelen ser los siguientes: leucocitos de 4,0 a 12,0 x 10⁹/ml, linfocitos del 45 al 75%, monocitos del 2 al 7%, eosinófilos del 2 al 20% y basófilos del 0 al 2% (Leon, 2016). (Ricardi, 2022)

g. Hematocrito

La velocidad de sedimentación globular (VSG) es un parámetro utilizado en hematología que representa el porcentaje del volumen sanguíneo ocupado por los glóbulos rojos durante el proceso de sedimentación por centrifugación. Esta medida proporciona información sobre la proporción de glóbulos rojos en relación con el volumen total de la sangre (Ecker, P., 2021).

La VSG se expresa tradicionalmente como el porcentaje de sangre que consiste en glóbulos rojos por cada 100 ml de sangre. Es un indicador de la velocidad a la que los glóbulos rojos se asientan en el fondo de un tubo de ensayo en un periodo específico de tiempo. Esta velocidad de sedimentación puede variar en función de diferentes factores, como la presencia de inflamación, infección u otras condiciones médicas (Ricardi, 2022).

Para medir la VSG, se toma una muestra de sangre del paciente y se coloca en un tubo de ensayo verticalmente durante un período de tiempo determinado. Durante este tiempo, los glóbulos rojos tienden a sedimentarse hacia el fondo del tubo debido a la influencia de la gravedad. La VSG se mide entonces observando la altura de la columna de plasma que se ha formado sobre los glóbulos rojos sedimentados, y se expresa como el número de milímetros que la columna de plasma ha descendido en una hora (Gasca & Licea, 2023).

La determinación de la VSG puede ser útil en el diagnóstico y seguimiento de ciertas condiciones médicas, como las enfermedades inflamatorias, infecciosas y autoinmunes. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la VSG es un indicador inespecífico y puede estar influenciada por otros factores que no están relacionados con algún proceso patológico. Por lo tanto, se utiliza junto con otros datos clínicos y pruebas de laboratorio para obtener una evaluación completa del estado de salud del paciente (Ricardi, 2022).

h. Eritrocitos

La evaluación de la sangre se realiza mediante pruebas que proporcionan información sobre los eritrocitos, también conocidos como glóbulos rojos. Estas pruebas permiten evaluar tanto la cantidad de eritrocitos como su función en el transporte de oxígeno. Por un lado, se utilizan pruebas de hematocrito y recuento de eritrocitos, que revelan la disponibilidad cuantitativa de eritrocitos y la proporción de células sanguíneas en relación con el plasma. Por otro lado, se emplean pruebas de hemoglobina para medir la concentración de esta proteína en la sangre, lo que proporciona información sobre la capacidad de transporte de oxígeno de los eritrocitos (Hernández-Mendoza, 2024)

Estas pruebas son fundamentales en la evaluación de la salud sanguínea y pueden ayudar a diagnosticar diversas condiciones médicas relacionadas con los eritrocitos. En los bovinos, los recuentos de glóbulos rojos al nacer, así como los valores de eritrocitos, hematocrito y hemoglobina, disminuyen gradualmente hasta alcanzar los niveles típicos de un ganado adulto entre los 18 y 36 meses de edad (Sigua, 2017). Además, la altitud puede afectar el recuento de glóbulos rojos, ya que altitudes más altas requieren un intercambio de gases más eficiente debido a la baja tensión de oxígeno. Esto puede conducir a un aumento en el tamaño y la cantidad de glóbulos rojos por unidad de sangre, lo que mejora la capacidad de transporte de oxígeno (Amaru, R, 2023).

En la literatura de hematología, se registran los valores normales y los cambios en el ganado bovino de la siguiente manera: glóbulos rojos ($5-10 \times 10^6$ microlitros), hematocrito (8-15 micrones dl), volumen promedio de glóbulos rojos (40-60 microlitros cúbicos), hemoglobina de glóbulos rojos promedio (11-17 μg) y concentración de hemoglobina de glóbulos rojos promedio (26-34 %). Estos valores proporcionan un

marco de referencia para evaluar la salud sanguínea y diagnosticar posibles afecciones en el ganado bovino (Orejuela, 2022).

i. Hemoglobina

La hemoglobina es una proteína esencial en la sangre que se encarga de transportar oxígeno por todo el cuerpo. A partir del número de glóbulos rojos y de los valores de hematocrito y hemoglobina, se determinan los índices de glóbulos rojos, como el volumen corpuscular medio (VCM), la hemoglobina corpuscular media (HCM) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CMHC). Estos índices proporcionan información sobre el tamaño y la concentración de hemoglobina en los glóbulos rojos, lo que refleja su capacidad para transportar oxígeno de manera eficiente (González, 2018).

j. Proteínas plasmáticas

Las proteínas plasmáticas son componentes importantes de la sangre que desempeñan una variedad de funciones vitales en el cuerpo. Estas proteínas se encuentran en el plasma sanguíneo y se dividen en tres principales grupos: albúminas, globulinas y fibrinógeno. Las albúminas son la clase más abundante de proteínas plasmáticas y representan aproximadamente el 60% de todas las proteínas en el plasma. Su principal función es mantener la presión osmótica en los vasos sanguíneos, lo que ayuda a regular el equilibrio de líquidos entre el plasma y los tejidos. Asimismo, tenemos las globulinas, este grupo de proteínas plasmáticas se divide en subgrupos, incluyendo las inmunoglobulinas (anticuerpos) que son cruciales para la respuesta inmunitaria del cuerpo contra patógenos invasores, así como las lipoproteínas que transportan lípidos en la sangre y las hormonas esteroideas (Carbajal Vilca, 2024).

El fibrinógeno es una proteína esencial en el proceso de coagulación sanguínea, desempeñando un papel crucial cuando se produce una lesión en un vaso sanguíneo. Se

transforma en fibrina, generando una red de coágulo que detiene el sangrado y promueve la cicatrización. Por otro lado, las proteínas plasmáticas tienen diversas funciones vitales en el organismo. Además de transportar nutrientes, hormonas, vitaminas y minerales a través del cuerpo, regulan la presión osmótica y el equilibrio ácido-base. También son responsables de mantener el pH sanguíneo en niveles óptimos y actúan como amortiguadores para garantizar un adecuado equilibrio ácido-base en el cuerpo (Jiménez, 2022).

k. Ácido Úrico

El ácido úrico es un metabolito resultante de la descomposición de las purinas, excretado principalmente por el hígado. El ácido úrico es soluble en agua y es transportado en la sangre hacia los riñones, donde se elimina del cuerpo a través de la orina en cantidades normales. Su elevación en el suero puede ser indicativa de disfunción hepática. En la mayoría de los animales, la mucosa intestinal contiene una fuerte actividad de la enzima xantinixidasa, que descompone el ácido úrico producido en el cuerpo (Copur, S, *et al*, 2022).

Sin embargo, en casos de patologías metabólicas hereditarias de las purinas, puede ocurrir una acumulación excesiva de ácido úrico en el organismo. Este aumento puede servir como marcador de estas afecciones (Raya-Cano, E., 2022).

I. Creatinina

La creatinina es un producto residual del metabolismo de la creatina en el cuerpo. Este proceso ocurre principalmente en los músculos, donde la creatina fosfato se descompone de manera espontánea y no enzimática, dando lugar a la formación de creatinina. La creatina es una sustancia sintetizada en el hígado y luego transportada a los músculos, donde se convierte en fosfato de creatina. Este último es una fuente de energía importante durante la contracción muscular (Kashani, K., 2020).

Es importante destacar que la creatinina es filtrada por los riñones y eliminada del cuerpo principalmente a través de la orina. Los niveles de creatinina en el suero sanguíneo son utilizados como un indicador importante de la función renal. Una concentración elevada de creatinina en sangre puede indicar disminución de la función renal, ya que los riñones no son capaces de filtrar y eliminar de manera eficiente (Leon, 2016).

m. AST

La aspartato aminotransferasa (AST), también conocida como transaminasa glutámico-oxalacética (TGO), es una enzima presente en varios tejidos del cuerpo, pero se encuentra en concentraciones especialmente altas en el hígado, el corazón, los músculos esqueléticos y los riñones. La AST desempeña un papel crucial en el metabolismo de los aminoácidos, facilitando la transferencia de grupos amino entre el ácido aspártico y el alfa-cetoglutarato (Busto Bea, V., 2015). Una de las principales funciones de la AST es su participación en la síntesis y metabolismo de los aminoácidos, lo que implica su papel en la producción de energía y el mantenimiento de la integridad celular. Además, la AST es una enzima marcadora de daño tisular, ya que su liberación al torrente sanguíneo aumenta cuando hay lesiones o enfermedades que afectan a los tejidos donde se encuentra en concentraciones elevadas (Puppel, K., 2016).

Es importante mencionar que existen algunos de los factores que pueden afectar la normalidad de los niveles de AST los cuales incluyen:

- Enfermedades hepáticas, la AST se encuentra en concentraciones especialmente altas en el hígado, por lo que los trastornos hepáticos como la hepatitis, la cirrosis o la esteatosis hepática pueden provocar un aumento significativo de los niveles de AST en sangre.
- Así mismo, enfermedades cardíacas, el corazón también contiene cantidades significativas de AST, por lo que los problemas cardíacos como el infarto de miocardio, la insuficiencia cardíaca o la miocarditis pueden causar elevaciones en los niveles de AST.
- También puede verse afectado por lesiones musculares ya que los traumatismos o lesiones musculares, como las contusiones, los desgarros musculares o el ejercicio intenso, pueden provocar la liberación de AST de las células musculares, lo que resulta en niveles elevados de la enzima en sangre.
- También se pueden observar trastornos renales, aunque en menor medida que en el hígado y el corazón. La AST también se encuentra en los riñones, por lo que los trastornos renales, como la insuficiencia renal aguda o crónica, pueden contribuir al aumento de los niveles de AST (Busto Bea, V., 2015).

n. Calcio y Calcio iónico

El calcio es un mineral esencial para el cuerpo que desempeña numerosas funciones vitales, incluyendo la formación y mantenimiento de huesos y dientes, la contracción muscular, la transmisión nerviosa, la coagulación sanguínea y la regulación de la función celular. El calcio se encuentra en altas concentraciones en los huesos y los

dientes, pero también se encuentra en menor medida en el torrente sanguíneo, donde desempeña un papel crucial en la homeostasis mineral del cuerpo (Goff, 2014).

El calcio en sangre se presenta en dos formas principales: calcio ionizado y calcio unido a proteínas. El calcio ionizado es la forma activa y biológicamente disponible del calcio, mientras que el calcio unido a proteínas, como la albúmina, es la forma inactiva, pero representa la mayor parte del calcio total en sangre. Por lo tanto, los niveles de calcio total pueden estar influenciados por los niveles de albúmina y otros factores que afectan la unión del calcio a las proteínas (Karapinar, T., 2014).

Los niveles de calcio en la sangre pueden ser influenciados por una serie de factores, entre los cuales se destacan los trastornos hormonales. Estas hormonas, como la paratiroidea (PTH), la calcitonina y la vitamina D, tienen un impacto fundamental en la regulación del calcio en el organismo. Por ejemplo, alteraciones en la producción o acción de la PTH pueden ocasionar desajustes en los niveles de calcio, como sucede en casos de hiperparatiroidismo o hipoparatiroidismo. Además, ciertas enfermedades óseas como la osteoporosis, la osteomalacia o el hiperparatiroidismo primario pueden afectar la absorción, almacenamiento y liberación de calcio en los huesos, lo que repercute directamente en los niveles de calcio en la sangre (Suzuki, K., 2021).

Los riñones también desempeñan un papel crucial en la regulación del calcio al filtrar y eliminar el exceso de este mineral a través de la orina. Por lo tanto, trastornos renales como la insuficiencia renal aguda o crónica pueden generar desequilibrios en los niveles de calcio. Además, ciertos fármacos como los diuréticos, los corticosteroides, los inhibidores de la bomba de protones y los bifosfonatos pueden interferir con la absorción, excreción o metabolismo del calcio, lo que también puede impactar en los niveles de calcio en la sangre. Es crucial tener en cuenta estos factores al evaluar los niveles de calcio

y al planificar estrategias de tratamiento para trastornos asociados con este mineral (Schenck & Chew, 2008).

o. Magnesio

El magnesio es un mineral esencial para el funcionamiento adecuado de diversos procesos biológicos en los animales, incluidos los bovinos. Este mineral desempeña un papel fundamental en la salud ósea, la función muscular, la transmisión nerviosa y la actividad enzimática. En los bovinos, los niveles adecuados de magnesio son esenciales para mantener su bienestar general y prevenir trastornos metabólicos graves (Wild, L. 2020). Los niveles normales de magnesio en sangre de los bovinos suelen estar en el rango de 1.8 a 2.5 miligramos por decilitro (mg/dL), aunque estos valores pueden variar según la edad, la raza y otros factores individuales. Sin embargo, varios parámetros pueden afectar la normalidad de los niveles de magnesio en los bovinos: La disponibilidad de magnesio en la dieta, el estrés y los cambios en el entorno, así como ciertas enfermedades y trastornos metabólicos, y la intoxicación por otros minerales, son aspectos importantes que pueden influir en los niveles de magnesio en los bovinos. La carencia de magnesio en la alimentación ya sea por la ausencia de suplementos minerales adecuados o la pobre calidad del pasto o forraje disponible, puede provocar una deficiencia mineral en el organismo. Asimismo, situaciones estresantes como el transporte o condiciones climáticas extremas pueden aumentar la eliminación de magnesio a través de la orina, lo que podría disminuir sus niveles en sangre (Lizarraga, 2020). Enfermedades metabólicas como la acidosis ruminal o la toxemia de la preñez también pueden afectar la absorción y metabolismo del magnesio. Además, el consumo excesivo de otros minerales como el calcio o el potasio puede conducir a una reducción de los niveles de magnesio en sangre (Martens, H., *et al*, 2018).

p. Hipótesis

Ho: No existen diferencias significativas en los valores hematológicos entre el ganado cimarrón de las Islas Galápagos y el ganado doméstico de otras regiones.

Ha: Existen diferencias significativas en los valores hematológicos entre el ganado cimarrón de las Islas Galápagos y el ganado doméstico de otras regiones.

q. Objetivos del estudio

Objetivo general: Evaluar diferencias hematológicas entre el ganado cimarrón y el ganado doméstico.

Objetivos específicos:

1. Determinar la presencia de posibles diferencias en la composición de la sangre, como la concentración de hematocrito y el recuento de plaquetas, entre el ganado cimarrón y el ganado doméstico.
2. Evaluar la salud y el estado fisiológico del ganado cimarrón en comparación con el ganado doméstico.
3. Evaluar posibles adaptaciones fisiológicas del ganado cimarrón a su entorno natural
4. Determinar la influencia de factores ambientales, como la disponibilidad de recursos alimenticios y el nivel de actividad física, en los valores hematológicos del ganado cimarrón de las Islas Galápagos, con el fin de

comprender mejor cómo estas condiciones afectan su salud y bienestar en su hábitat natural.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es fruto de una investigación preliminar realizada con el Dr. Ramiro Díaz Bolaños, perteneciente al departamento de Medicina Veterinaria de la Universidad San Francisco de Quito. De esta forma, el trabajo siguió una estructura experimental de campo en las Islas Galápagos. Concretamente, en la isla Isabela y San Cristóbal durante 5 días del mes de septiembre de 2023.

Entre los cuidados que se tomaron en cuenta para esta recolección de muestras fueron los siguientes:

- El primer día de toma de muestras se realizó en la Isla San Cristóbal en la hacienda Tranquila, perteneciente a uno de los ganaderos del lugar. Las cuales corresponden a los ejemplares domésticos. Ese mismo día se centrifugaron las muestras en la extensión de Galápagos de la Universidad San Francisco de Quito.
- El segundo día se viajó a la Isla Isabela mediante una avioneta, una vez ahí se realizó contacto con los ganaderos de la zona, los cuales tenían el ejemplar "cimarrón" para poder organizar la recolección de muestras del siguiente día.
- Al tercer día se recolectaron las muestras del ganado "cimarrón" las que se mantuvieron en refrigeración.
- Al cuarto día se transportaron las muestras desde la Isla Isabella a San Cristóbal donde se centrifugaron las muestras.

Un total de 9 vacas *Bos taurus* fueron utilizadas en este estudio. Cuatro eran animales cimarrones de la Isla Isabela y cinco eran animales domésticos de la Isla San Cristóbal en las Galápagos.

En este estudio se evaluaron constantes fisiológicas como frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura rectal en todos los animales. Se tomaron muestras de sangre de la vena o arteria coccígea, utilizando un tubo Vacutainer™ de 10 ml con y sin anticoagulante EDTA, y se almacenaron a 4°C hasta su análisis en el laboratorio. Se realizaron análisis de niveles sanguíneos de urea, creatinina, proteínas totales, albúmina, globulinas, amilasa, lipasa, fosfatasa alcalina, ALT, AST, potasio, sodio, cloro, calcio, fósforo, calcio iónico y magnesio. También se realizó un hemograma completo, incluyendo hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, VGM, CGMH, leucocitos, plaquetas y proteínas P. Estos análisis fueron desarrollados en el laboratorio del Hospital Docente de Especialidades Veterinarias de la Universidad San Francisco de Quito.

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente utilizando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y las pruebas t de Student y Wilcoxon utilizando el paquete estadístico R. Los valores de $p < 0.05$ se consideraron estadísticamente diferente.

Figura 1. Vaca Cimarron.



En la imagen se puede observar a un ejemplar del ganado feral, la cual posee colores y facciones características: como el patrón café cobrizo y oscuro.

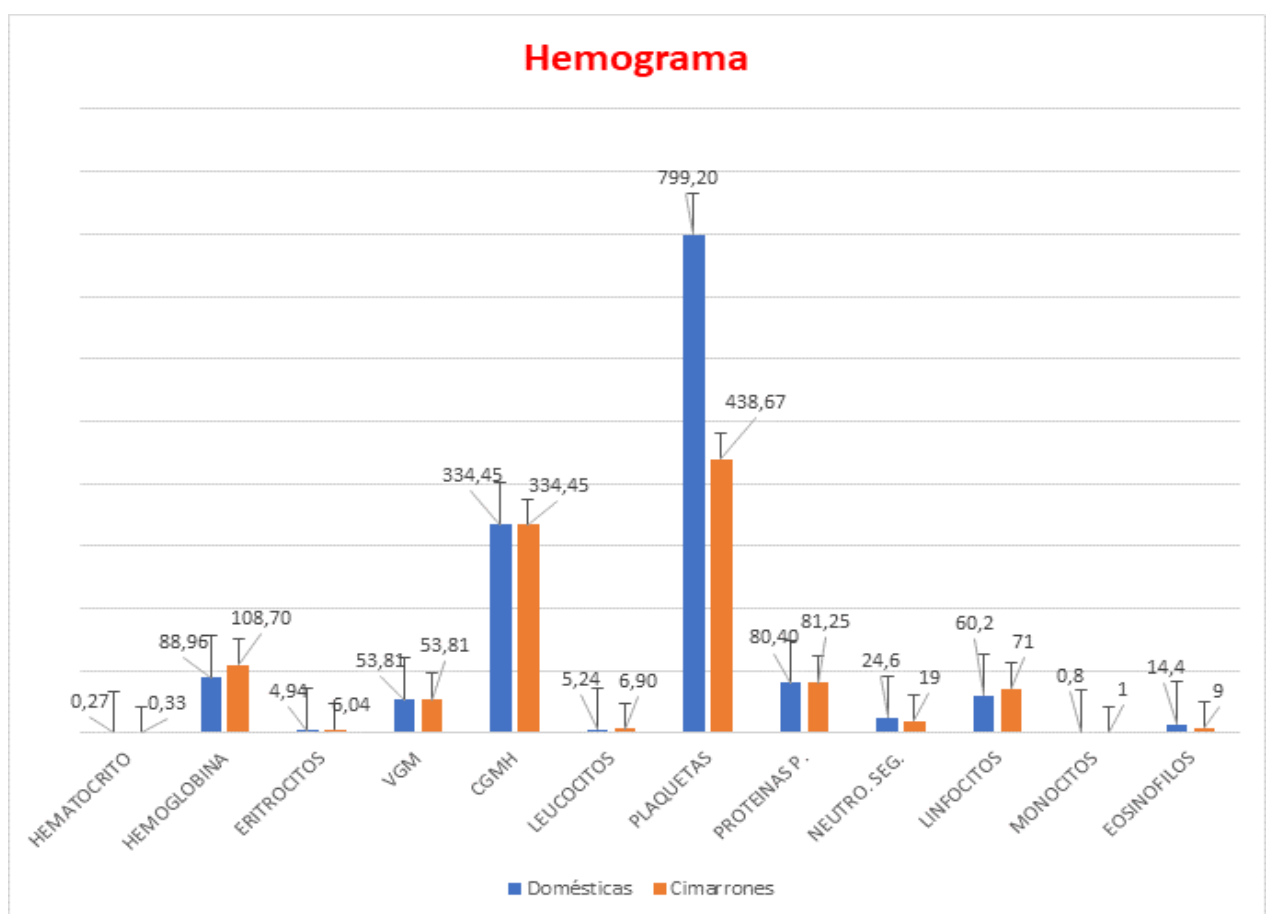
Cabe destacar que los 5 días de trabajo de campo realizado, fue indispensable la colaboración de los ganaderos del lugar ya que ellos han estado en constante contacto con estos animales. Asimismo, es importante mencionar que es necesario para el investigador desarrollar habilidades de acogimiento a lo diferente e inusual, reconociendo y valorizando la cultura local.

4. RESULTADOS

Los animales presentaron constantes fisiológicas dentro de los parámetros normales de la especie *Bos taurus*. La frecuencia cardíaca fue de 81 ± 1.41 y 62 ± 9.16 ; la frecuencia respiratoria fue de 36.26 ± 9.53 y 36.33 ± 9.81 ; y la temperatura rectal fue de 38.38 ± 0.19 y 38.3 ± 0.13 para los animales "cimarrones" y domésticos respectivamente. En cuanto a la química sanguínea, los resultados también estuvieron

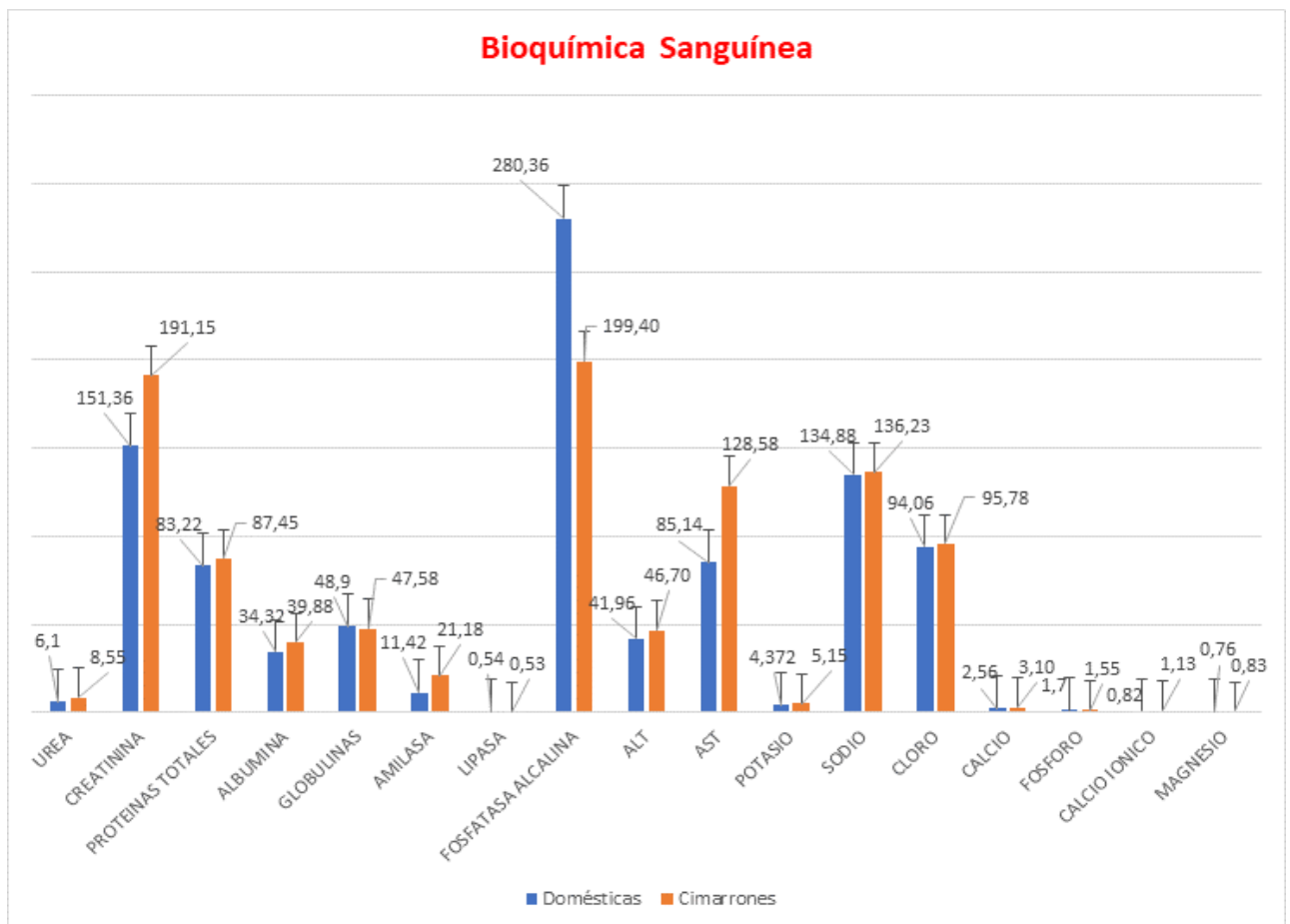
dentro de los parámetros fisiológicos normales para la especie. Sin embargo, se observó que en AST, calcio, calcio iónico y magnesio, las vacas cimarrones presentaron niveles más altos ($p < 0.05$) que las vacas domésticas. Por otro lado, no se observaron diferencias estadísticas entre los valores del hemograma de animales cimarrones vs. domésticos ($p > 0.05$). Estos valores también se encontraron dentro de los parámetros normales para esta especie.

Gráfico 1. Hemograma



Hemograma de los bovinos "cimarrones" de la isla Isabela en comparación a los bovinos domésticos de la isla San Cristóbal en las Galápagos.

Gráfico 2. Bioquímica sanguínea



Química sanguínea de los bovinos "cimarrones" de la isla Isabela vs bovinos domésticos de la isla San Cristóbal en las Galápagos.

Tanto en AST, calcio, calcio iónico y magnesio se pueden encontrar diferencias significativas, el resto de parámetros no se encontró diferencia significativa ($P=0.691$), y que están dentro de los rangos normales de la especie.

5. DISCUSIÓN

La investigación realizada ofrece un análisis detallado sobre la capacidad de adaptación de los animales "cimarrones" de las Islas Galápagos en su entorno singular. Al comparar los perfiles fisiológicos de estos animales con los de los bovinos domésticos,

se identificaron diferencias significativas en varios biomarcadores clave, como AST, calcio, calcio iónico y magnesio (Barrera, V. H., 2019).

Además, estos biomarcadores se pueden ver afectados de algunas maneras, por ejemplo, la toma de muestra, la conservación de las mismas hasta conseguir procesarlas. Existen factores que podrían alterar los resultados, entre ellos la deshidratación y el estrés del animal al momento de adquirir la muestra. Cabe destacar que en este estudio realizado se constató que los animales "cimarrones" pudieron haber sufrido estrés al momento de la colecta ya que se les amarraron las patas a los animales, los cuales no están acostumbrados a este tipo de procedimiento, y al transcurrir la colecta, se expresaban mediante quejidos de incomodidad.

Estos resultados plantean interrogantes importantes sobre las adaptaciones metabólicas y fisiológicas que podrían estar ocurriendo en los bovinos "cimarrones" como respuesta a las presiones ambientales.

La ausencia de divergencias significativas en los resultados del hemograma entre los grupos sugiere una posible uniformidad en la resistencia a enfermedades y al estrés fisiológico. Esta observación apunta hacia la hipótesis de una adaptación eficaz de los animales "cimarrones" a las condiciones ambientales desafiantes de las Islas Galápagos. Se podría especular que estos animales han desarrollado mecanismos inmunológicos y metabólicos específicos para enfrentar las demandas de su hábitat natural (Lau, J. A., 2020).

6. CONCLUSIONES

La hipótesis alternativa que sugiere la presencia de diferencias significativas en los valores hematológicos entre el ganado cimarrón de las Islas Galápagos y el ganado doméstico de otras regiones no ha sido respaldada por los hallazgos de este estudio. Los resultados revelan la notable capacidad de adaptación de los animales "cimarrones" de las Islas Galápagos. A pesar de la larga exposición a las condiciones únicas del archipiélago, sus constantes fisiológicas y valores hematológicos se han mantenido estables. Estos resultados sugieren la existencia de mecanismos de adaptación eficaces en estas poblaciones animales. Dada la importancia de estos hallazgos, se recomienda la realización de estudios adicionales para profundizar en la comprensión de estas adaptaciones y su impacto en la salud y el bienestar de los animales "cimarrones" de las Islas Galápagos. Estos estudios podrían proporcionar información valiosa para la conservación de esta raza en su entorno único.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaru, R., Mancilla, E., Patón, D., Amaru, E., Mamani, L. F., & Carrasco, M. (2023). Estratificación de riesgo y pronóstico de las eritrocitosis patológicas en la altura. *Revista Médica La Paz*, 29(1), 12-19.
- Barrera, V. H., Escudero, L., Valverde, M., & Allauca, J. (2019). Productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria de las islas Galápagos-Ecuador.
- Carbajal Vilca, D. J. (2024). Proteínas totales, albúmina y globulinas presentes en el plasma sanguíneo de crías de bovinos criollos (*Bos taurus*) y cruzados criollos por Simmental. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1373>
- Civallero, E. (2021). Un bibliotecario en las Galápagos.
- Copur, S., Demiray, A., & Kanbay, M. (2022). Uric acid in metabolic syndrome: does uric acid have a definitive role?. *European journal of internal medicine*, 103, 4-12.
- Ecker, P., Sparer, A., Lukitsch, B., Elenkov, M., Seltenhammer, M., Crevenna, R., Gföhler, M., Harasek, M., & Windberger, U. (2021). Animal blood in translational research: How to adjust animal blood viscosity to the human standard. *Physiological reports*, 9(10), e14880. <https://doi.org/10.14814/phy2.14880>
- Gasca, M. A. Á., & Licea, B. A. (2023). Instrumentación y laboratorio. Manual de procedimientos básicos. UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

- Goff, J. P. (2014). Calcium and Magnesium Disorders. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 30(2), 359-381. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.04.003>
- Gonzales , G. (2018). Estudio hematológico de bovinos criollos. Scielo.
- Hernández-Mendoza, N. A. (2024). Eritrocitos. *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, 11(21), Article 21. <https://doi.org/10.29057/estr.v11i21.11604>
- Houck, K. M., Terán, E., Ochoa, J., Zapata, G. N., Gomez, A. M., Parra, R., ... & Thompson, A. L. (2020). Drinking water improvements and rates of urinary and gastrointestinal infections in Galápagos, Ecuador: Assessing household and community factors. *American Journal of Human Biology*, 32(1), e23358.
- Jiménez Buelvas, G. A. (2022). Alteraciones plasmáticas del fibrinógeno y los métodos para su determinación.
- Karapinar, T., Tumer, K. C., Constable, P. D., & Buczinski, S. M. C. (2024). Predictors of blood ionized calcium concentration in sick adult cattle. *Journal of veterinary internal medicine*, 38(1), 520–529. <https://doi.org/10.1111/jvim.16938>
- Kashani, K., Rosner, M. H., & Ostermann, M. (2020). Creatinine: from physiology to clinical application. *European journal of internal medicine*, 72, 9-14.
- Lau, J. A., & terHorst, C. P. (2020). Evolutionary responses to global change in species-rich communities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1476(1), 43–58. <https://doi.org/10.1111/nyas.14221>
- Leon, E. (2016). *Hematología Bovina del Ecuador*. Dialnet.
- Lizarraga, R. M. (2020). Deficiencia de calcio y magnesio en bovinos: Revisión bibliográfica.

Martens, H., Leonhard-Marek, S., Röntgen, M., & Stumpff, F. (2018). Magnesium homeostasis in cattle: absorption and excretion. *Nutrition research reviews*, 31(1), 114–130.

<https://doi.org/10.1017/S0954422417000257>

Orejuela, B. (2022). HEMATOLOGÍA Y BIOQUÍMICA SANGUÍNEA CON USO DE MULTIVITAMÍNICO EN VACONAS MESTIZAS GIROLANDO EN PASTOREO. UTEQ.

Palacios, E., & Narváez, J. (2018). Estudio exploratorio de valores hematológicos en terneras Holstein Frisian mestizas, durante los primeros seis meses de vida. *Maskana*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.18537/mskn.09.01.06>

Pedrotta, V. (2020). Estrategias indígenas de captura y manejo del ganado cimarrón en las sierras septentrionales bonaerenses. *Arqueologia*, 269-289.

Puppel, K., & Kuczyńska, B. (2016). Metabolic profiles of cow's blood; a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(13), 4321-4328.

Rave, G., & Trheebilcock, E. (2018). VALORES HEMATOLOGICOS EN BOVINOS . *Ica*, 91-99.

Raya-Cano, E., Vaquero-Abellán, M., Molina-Luque, R., De Pedro-Jiménez, D., Molina-Recio, G., & Romero-Saldaña, M. (2022). Association between metabolic syndrome and uric acid: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 12(1), 18412.

Ricardi, E. L. (2022). TRANSFUSÃO SANGUÍNEA A PARTIR DA ANÁLISE DE HEMATÓCRITO EM BOVINOS LEITEIROS ACOMETIDOS POR TRISTEZA PARASITÁRIA. *Medicina Veterinária*.

- Roland, L., Drillich, M., & Iwersen, M. (2014). Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, 26(5), 592–598.
<https://doi.org/10.1177/1040638714546490>
- Roldan, V., Gasparotti, M., & Luna, M. (2019). Análisis del perfil hematológico de vacas gestantes. *Redvet*, 1-4.
- Schenck, P. A., & Chew, D. J. (2008). Calcium: Total or Ionized? *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 38(3), 497-502.
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2008.01.010>
- Schofield, Eileen K. "Effects of introduced plants and animals on island vegetation: examples from Galápagos Archipelago." *Conservation Biology* 3.3 (1989): 227-239.
- Sigua, L. (2017). Determinacion de valores referenciales en hemograma y quimica en bovinos . Scielo.
- Sofyan, H., Satyaningtjas, A. S., Sumantri, C., Sudarnika, E., & Agungpriyono, S. (2020). Hematological profile of aceh cattle. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 8(1), 108-114.
- Suzuki, K., Kondo, N., Takagi, K., Nishikawa, A., Murakami, Y., Otsuka, M., Tsukano, K., Ikeda, K., Funakura, H., Yasutomi, I., & Kawamoto, S. (2021). Validation of the bovine blood calcium checker as a rapid and simple measuring tool for the ionized calcium concentration in cattle. *The Journal of veterinary medical science*, 83(5), 767–774.
<https://doi.org/10.1292/jvms.21-0001>
- Villa, L., Gazzonis, A. L., Zanzani, S. A., Mazzola, S., Giordano, A., & Manfredi, M. T. (2021). Exploring alterations in hematological and biochemical parameters, enzyme

activities and serum cortisol in *Besnoitia besnoiti* naturally infected dairy cattle.

Parasites & vectors, 14(1), 154. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04626-4>

Weisel, J. W., & Litvinov, R. I. (2019). Red blood cells: The forgotten player in hemostasis and thrombosis. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 17(2), 271-282.

<https://doi.org/10.1111/jth.14360>

Wolf, T. (1887). *Memoria sobre las islas de Galapagos*. Imprenta del gobierno.

Zaitsev, S. Y., Bogolyubova, N. V., Zhang, X., & Brenig, B. (2020). Biochemical parameters, dynamic tensiometry and circulating nucleic acids for cattle blood analysis: A review.

PeerJ, 8, e8997. <https://doi.org/10.7717/peerj.8997>