

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA



TESIS

**VALORES HEMATOLÓGICOS Y METABOLITOS SANGUÍNEOS EN VACAS
EN PRODUCCIÓN Y EN SECA DURANTE LA ÉPOCA DE ESTIAJE EN EL
VALLE DE CAJAMARCA**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentado por el bachiller:

Marino César Del Campo Cholán

Asesor

PhD. Vallejos Fernández Luis Asunción

Cajamarca - Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

Maimo César Del Camp Cholar

DNI: 41949617

Escuela Profesional/Unidad UNC:

Ingeniería Zootecnista

2. Asesor:

Dr. Luis A. Vallejos Fernández

Facultad/Unidad UNC:

Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias

3. Grado académico o título profesional

Bachiller

Título profesional

Segunda especialidad

Maestro

Doctor

4. Tipo de Investigación:

Tesis

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

Valores hematológicos y metabolitos Sanguíneos
en Vacas en producción y en seca durante la época de
estrujo en el Valle de Cajamarca.

6. Fecha de evaluación: 31 / Julio / 2025

7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 8 %

9. Código Documento: Trm: o.i.d.: 31173477614002

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 31 / Julio / 2025

Firma y/o Sello
Emisor Constancia

Nombres y Apellidos Luis A. VALLEJOS FERNÁNDEZ

DNI: 24673237



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS

Ciudad Universitaria 2J-Anexos 1110



ACTA QUE PRESENTA EL JURADO CALIFICADOR DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Graduación y Titulación de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO ZOOTECNISTA**, se reunieron en el Auditorio de la FICP, siendo las 16 horas con 15 minutos del día 30 de junio del 2025..., los siguientes Miembros del Jurado y el (los) Asesores.

- | | |
|--|------------|
| ➤ Dr. Manuel Eber Paredes Arana | Presidente |
| ➤ Mg. Sc. Ing. Lincol Alberto Tafur Culqui | Secretario |
| ➤ Ing. Erasmo Gustavo Cusma Pajares | Vocal |

ASESOR:

- Dr. Luis A. Vallejos Fernández

Con la finalidad de recepcionar y calificar la Sustentación de la Tesis titulada:

Valores hematológicos y metabolitos sanguíneos en vacas en producción y en seca durante la época de estiaje en el valle de Cajamarca

La misma que fue realizada por el (la) Bachiller Marino César Del Campo Cholañ

A continuación el Jurado procedió a dar por iniciado el acto académico, invitando al Bachiller a sustentar dicha tesis.

Concluida la exposición, los Miembros del Jurado formularon las preguntas pertinentes, luego el Presidente del Jurado invita a la participación de los asesores y de los asistentes.

Después de las deliberaciones de estilo el Jurado anunció aprobar por unanimidad con la nota de quince (15).

Siendo las 17 horas con 37 minutos del mismo día el Jurado dio por concluido el acto académico, indicando las correcciones y modificaciones para continuar con los trámites pertinentes.

Dr. Manuel Eber Paredes Arana
Presidente

Mg. Sc. Ing. Lincol Alberto Tafur Culqui
Secretario

Ing. Erasmo Gustavo Cusma Pajares
Vocal

Dr. Luis A. Vallejos Fernández
Asesor

**VALORES HEMATOLÓGICOS Y METABOLITOS SANGUÍNEOS EN VACAS
EN PRODUCCIÓN Y EN SECA DURANTE LA ÉPOCA DE ESTIAJE EN EL
VALLE DE CAJAMARCA**

DEDICATORIA

A mis padres Marino Benjamín Del Campo Asencio y Delia Rosa Cholán Bazán por ser mi motivación y apoyo cada día para seguir adelante. A mi hija Ingrid Guadalupe Del Campo Cueva y también a mi hijo Adrián Alejandro Del Campo Minchan Y a todos mis hermanos por su motivación constante.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios por todo. A mis padres mis hermanos, a mi asesor Dr. Vallejos Fernández, Luis. por su apoyo en la realización de mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
PLAMTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Formulación del Problema:	3
1.2 Justificación e importancia	3
CAPÍTULO II	4
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO III	5
VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	5
3.1 Variables Independientes	5
3.2 Variables Dependientes	5
CAPÍTULO IV	6
MARCO TEÓRICO	6
BASES TEÓRICAS	11
CAPÍTULO V	14
METODOLOGÍA	14
DESCRIPCIÓN	15
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	17
CAPÍTULO VI	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
CAPÍTULO VII	22
CONCLUSIONES	22
CAPITULO VIII	23
RECOMENDACIONES DEL TRABAJO EN GENERAL	23
CAPÍTULO IX	24
BIBLIOGRAFIA	24
ANEXOS	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores Metabólicos de Referencia en Vacas Holstein.....	11
Tabla 2. Valores hematológicos de las vacas en estudio, durante la época de estiaje.....	18
Tabla 3. Metabolitos sanguíneos en vacas Holstein durante la época de estiaje.....	20

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el valle de Cajamarca, a 2,750 metros sobre el nivel del mar, donde la ganadería lechera enfrenta serios desafíos durante la época de estiaje, cuando la producción de forraje se reduce en un 18,74%, impactando en la salud y la producción de leche en las vacas Holstein. Los factores como la altitud, la escasez de nutrientes y parásitos como la *Fasciola hepática* afectan los parámetros sanguíneos, haciendo necesario su estudio para mejorar el manejo sanitario y productivo en sistemas de manejo semi-intensivo. Esta investigación buscó comprender cómo estas condiciones influyen en las vacas en producción y en seca, promoviendo estrategias para optimizar su bienestar. Esta investigación pudo determinar los valores hematológicos (glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito, glóbulos blancos, plaquetas) y metabolitos sanguíneos (glucosa, urea, creatinina, bilirrubina, proteínas totales, entre otros) de las vacas Holstein durante el estiaje, comparando vacas en producción y en seca de los fundos Tartar y Huayrapongo, para evaluar su estado fisiológico y nutricional. Para este estudio se utilizaron 30 vacas Holstein (22 en producción, 8 en seca) provenientes de los dos fundos mencionados y representativos del sistema semi-intensivo del valle de Cajamarca. Las muestras de sangre se recolectaron de la vena coxígea, utilizando tubos con y sin anticoagulante, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de inmunología de la Facultad de Ciencias Veterinarias. También se empleó la prueba t-Student para comparar ambos grupos y evaluar el impacto del estiaje en la salud de los animales. El resultado de los valores hematológicos, como hemoglobina (13,20 g/dL en vacas lactantes, 13,12 g/dL en seca) y hematocrito (40,00% vs. 39,75%), no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$), están dentro de los rangos normales. Las vacas en seca presentaron más glóbulos rojos (8,19 vs. 7,89 $\times 10^6$ / μ L). Glucosa y urea fueron normales, pero la bilirrubina indirecta y GGT indicaron daño hepático, posiblemente por la presencia de *Fasciola hepática*. El β -hidroxibutirato señaló deficiencia energética. El análisis de la investigación mostro que no se hallaron diferencias significativas entre ambos grupos, pero el estiaje genera deficiencia energética. Se recomienda mejorar la suplementación alimenticia y continuar estudios hematológicos locales para optimizar la ganadería.

Palabras clave: Ganadería lechera, estiaje, hematología, metabolitos sanguíneos, Cajamarca.

ABSTRACT

The research was carried out in the Cajamarca Valley, situated at 2,750 meters above sea level, where dairy cattle production encounters substantial challenges during the dry season, characterized by an 18.74% decline in forage availability, which negatively impacts the health and milk production of Holstein cows. Factors including high altitude, nutrient deficiencies, and parasitic infections such as *Fasciola hepatica* influence hematological parameters, necessitating their examination to improve health and productivity management in semi-intensive systems. This study aimed to investigate the effects of these conditions on lactating and dry Holstein cows, with the goal of developing strategies to enhance animal welfare. Specifically, the research assessed hematological parameters (red blood cells, hemoglobin, hematocrit, white blood cells, platelets) and blood metabolites (glucose, urea, creatinine, bilirubin, total proteins, among others) in Holstein cows during the dry season, comparing lactating and dry cows from the Tartar and Huayrapongo farms to evaluate their physiological and nutritional status. The study included 30 Holstein cows (22 lactating, 8 dry) from the aforementioned farms, representative of the semi-intensive system in the Cajamarca Valley. Blood samples were obtained from the coccygeal vein using tubes with and without anticoagulant and analyzed at the immunology laboratory of the Faculty of Veterinary Sciences. Statistical comparisons between groups were performed using the t-Student test to evaluate the impact of the dry season on animal health. Hematological results, including hemoglobin (13.20 g/dL in lactating cows vs. 13.12 g/dL in dry cows) and hematocrit (40.00% vs. 39.75%), showed no significant differences ($p > 0.05$) and were within reference ranges. Dry cows had higher red blood cell counts (8.19 vs. $7.89 \times 10^6 /\mu\text{L}$). Glucose and urea levels were normal, whereas elevated indirect bilirubin and gamma-glutamyl transferase (GGT) levels suggested hepatic damage, likely due to *Fasciola hepatica*. Increased β -hydroxybutyrate concentrations indicated an energy deficit. Although no significant differences were found between groups, the dry season was associated with energy deficiency. Recommendations include improving feed supplementation and conducting additional localized hematological studies to optimize dairy cattle management.

Keywords: Dairy cattle, dry season, hematology, blood metabolites, Cajamarca.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El valle de Cajamarca, ubicado a 2,750 msnm, la ganadería lechera se ve fuertemente afectada por algunos desafíos específicos como las fuertes fluctuaciones, fuertemente vinculadas con la estacionalidad, y por el almacenamiento de forraje seco, donde en la temporada seca, la cantidad de forraje que puede limitar la dieta para las vacas lecheras se reduce en un 18% (Gómez, 2021), y esto restringe la cantidad de forraje e impacta la alimentación general y el bienestar de las vacas lecheras. En tal escenario, la vigilancia sanitaria de las vacas Holstein se vuelve indispensable. Parámetros como hematocrito, leucocitos y valores de bilirrubina, creatinina y urea no solo nos informan sobre el funcionamiento de su cuerpo, sino también sobre qué tan bien está adaptado al entorno, viviendo con leche y gestación (Smith et al., 2020; Vallejo-Timarán et al., 2020).

A esto se suma un desafío importante: existe un problema mayor: un parásito hepático común llamado *Fasciola hepática*, que, aunque generalmente no se detecta, es fácil de rastrear en análisis de sangre. La eosinofilia y los altos niveles de enzimas hepáticas, como la GGT, no deben ser ignorados (Campos et al., 2017).

Las vacas Holstein tienen rangos, pero la realidad andina nos obliga a no tomarlos al pie de la letra ya tener en cuenta otros parámetros junto con los rangos normales, como el hecho de que estamos a gran altitud y la disponibilidad de nutrientes que cambia con las estaciones. Además, la lactancia implica un aumento importante en el requerimiento energético y la gestación puede llevar a un fenómeno de inmunosupresión natural que es capaz de cambiar las concentraciones de linfocitos y monocitos (Gómez, 2018). El trabajo de investigación surge de la necesidad de obtener un mejor conocimiento de la respuesta fisiológica de la vaca Holstein, durante los períodos de producción y seca, en la temporada seca. Para esto, se trabajó en las fincas de Huayrapongo y Tartar para producir datos específicos de la región que ayudarán en la prevención y tratamiento adecuado del ganado en Cajamarca.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de leche en el valle de Cajamarca tradicionalmente se ha basado en sistemas pastorales. Los pastos de tipo eco-ryegrass Cajamarquino-trébol blanco, que se utilizan en la alimentación del ganado lechero en la mayoría de nuestra región, tienen rendimientos más altos en la temporada de lluvias, pero la producción de forraje disminuye en un 18% en la temporada seca (Vallejos, 2019), y esto puede afectar la concentración de algunas constantes hematológicas y metabolitos sanguíneos en los animales.

Durante período de estiaje, la falta de alimento y agua puede afectar la respuesta metabólica y fisiológica de los bovinos, llevando a desequilibrios nutricionales que pueden alterar las variables hematológicas y metabólicas. Los parámetros hematológicos (hemoglobina, hematocrito, leucocitos y plaquetas) y los metabolitos sanguíneos (glucosa, urea, triglicéridos, proteínas totales y colesterol) son parámetros importantes del estado de salud y nutricional en el cuerpo del animal. Estas medidas permiten examinar el estrés nutricional, el desequilibrio dietético y la alteración metabólica del período (Pérez et al., 2019).

Por lo tanto, es necesario conocer los valores hematológicos de referencia y metabolitos de sangre en vacas en producción y período seco, en un sistema semi-intensivo en el valle de Cajamarca durante el período de estiaje.

Estos valores son de interés porque podemos comprender y explicar, entender y hasta cierto punto decidir algunos problemas de salud y producción que los animales pueden sufrir. Por lo tanto, la hemoglobina, el hematocrito y la serie blanca son básicos para ayudar a diagnosticar la existencia de desequilibrios fisiológicos y/o de una enfermedad como la linfomatosis que son frecuentes en nuestro campo (Bárcena y Díaz, 2020).

Por lo tanto, se hace necesario que, que, para lograr el desarrollo ganadero y lechero en la región de Cajamarca, se proporcionen a los productores pruebas de laboratorio no solo para detectar enfermedades, sino para tratar y prevenir enfermedades y también determinar el estado nutricional de sus animales.

1.1 Formulación del Problema:

Dado lo anterior, nos preguntamos lo siguiente: ¿Cuáles son los efectos de la reducción de la producción de forraje en la temporada seca sobre los valores hematológicos y metabolitos sanguíneos de las vacas de producción lechera y vacas secas bajo un sistema semi-intensivo en el valle de Cajamarca?

1.2 Justificación e importancia

Es crucial el estudio de los valores hematológicos de los animales y la concentración de metabolitos y conocer el estado nutricional y sanitario del ganado vacuno productor de leche. Con lo cual se anticipa aumentar la eficiencia de los centros de producción y recolección de fondos lecheros en el valle de Cajamarca.

Los resultados conducirán al desarrollo de programas de prevención en el manejo sanitario y productivo del ganado lechero, y muy probablemente, a resolver y/o explicar la presencia de enfermedades metabólicas que aparecen durante el preparto, parto y postparto y su posible asociación con la dieta de las vacas en un sistema semi-intensivo.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Objetivo general

Evaluar los valores hematológicos y metabolitos sanguíneos en vacas en producción y en seca durante la época de estiaje en el valle de Cajamarca.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar los valores hematológicos en vacas en producción y durante la época de estiaje en el valle de Cajamarca.
- Evaluar los metabolitos sanguíneos en vacas en seca durante la época de estiaje en el valle de Cajamarca.

CAPÍTULO III

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Las variables son las siguientes:

3.1 Variables Independientes

Época de estiaje

3.2 Variables Dependientes

Valores hematológicos

- **Glóbulos Rojos:** Número total y concentración.
- **Hemoglobina:** Nivel de hemoglobina en la sangre.
- **Hematocrito:** Porcentaje de volumen de glóbulos rojos en sangre.
- **Glóbulos Blancos:** Número total y conteo diferencial.
- **Plaquetas:** Número de plaquetas en sangre.

Metabolitos sanguíneos

- **Glucosa:** Nivel de glucosa en sangre.
- **Proteínas Totales:** Concentración total de proteínas en sangre.
- **Urea:** Nivel de urea en sangre.
- **B-hidroxibutirato:** Cuerpo cetónico indicador del estado de energía del animal.

CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO

VALORES HEMATOLÓGICOS

Con respecto al período seco, Bárcena y Díaz (2020) informaron que el estrés nutricional en las vacas lecheras es el resultado cuando los animales son alimentados en la medida en que no pueden obtener suficiente y/o una ingesta adecuada de alimento como resultado de la escasez de forraje, enfermedades y malas prácticas de manejo. Este estrés es perjudicial para la salud y la producción de leche, ya que las vacas son animales de alta energía. Por lo tanto, estos son los factores que contribuyen a los índices hematológicos atípicos asociados con la desnutrición, lo que a su vez puede llevar a una disminución de la supervivencia de los glóbulos rojos y causar anemia.

Los valores hematológicos que incluyen parámetros como el recuento de glóbulos rojos, el hematocrito, el contenido de hemoglobina y el recuento diferencial de leucocitos son indicadores sensibles del estado nutricional y de salud de los animales (Ferreira et al., 2006; Paulo et al., 2014; Patel et al., 2017; Sigua Ochoa, 2019), los cuales son necesarios para diseñar estrategias de manejo pragmáticas para mejorar la salud y la productividad del ganado (Alonso et al., 1999).

Durante este período, la comparación entre vacas en producción y vacas secas puede mostrar valores muy contrastantes para los parámetros hematológicos que están relacionados con las demandas metabólicas inherentes al período de lactancia (Astuti et al., 2022).

Gómez (2021) también informó que hubo una disminución significativa en los niveles de hemoglobina y hematocrito debido a la insuficiencia de nutrientes esenciales en las vacas durante la temporada estiaje: quizás la presencia de anemia nutricional en vacas en pastoreo.

Gómez (2018) informó una diferencia a favor del número de glóbulos rojos para las vacas lactantes cuando las comparó con vacas secas, y por esta razón se recomienda el establecimiento de valores de referencia locales en estos animales.

El hematocrito (Hct), un indicador del volumen de glóbulos rojos, está influenciado, afectado por la altitud y el clima (Ticona, 2018; Gloria, 1992). La hemoglobina y el hematocrito disminuyen un 5-10% durante la lactancia como resultado de la necesidad metabólica (Ticona, 2018).

Recuento diferencial de leucocitos

El recuento diferencial de glóbulos blancos es un marcador sensible y útil de las condiciones nutricionales y de salud de los animales (Ferreira et al., 2006; Paulo et al., 2014). Su medición permite detectar posibles modificaciones relacionadas con enfermedades o desequilibrios nutricionales, lo cual es muy valioso en los protocolos de manejo para mantener animales sanos que mantengan la productividad del ganado lechero Alonso et al., (1999).

El recuento de leucocitos como marcadores de la salud de la vaca. La leucocitosis en circulación es perturbada por productos bacterianos y la hipocinesia de las células causada por productos bacterianos translocados del intestino, lo que también lleva a la leucopenia, sugiere que el sistema inmunológico está regulado a la baja, como se evidencia en otros lugares Neliti, (2021).

En conclusión, los leucocitos son esenciales para la salud inmunológica de las vacas y su número puede cambiar como efecto de la edad, el estado fisiológico y también por condiciones ambientales y alimentarias. Los valores normales de leucocitos son $4.4-10.8 \times 10^3/\mu\text{L}$, linfocitos: 41-77%, neutrófilos: 20-65%, eosinófilos menos del 10% Brooks et al., (2022).

Las plaquetas son importantes para la coagulación de la sangre y para prevenir hemorragias. El recuento del número de plaquetas puede aumentar durante estados inflamatorios, infección o con estrés generalizado. En casos de deshidratación extrema, las plaquetas pueden elevarse como respuesta por la necesidad y por el intento del cuerpo de reparar el tejido dañado (Lab for Vets, 2022).

METABOLITOS EN SANGRE

Los metabolitos en sangre sirven como productos finales o centrales del metabolismo de nutrientes. Su análisis permitirá identificar deficiencias, modificar dietas y establecer un mejor manejo nutricional en situaciones de estrés como el período estiaje (Vargas y Berrueta, 2019).

Estudios en otras localidades andinas han encontrado diferencias en la urea y creatinina séricas asociadas con deshidratación y desnutrición (Pérez y López, 2022).

La temporada estiaje en Cajamarca es un gran problema para el ganado lechero. La reducción en términos de calidad y cantidad del forraje puede resultar en un desequilibrio nutricional, con cambios en los valores hematológicos y metabólicos. Es clave monitorear estos cambios regularmente e intervenir en consecuencia (Rojas y Martínez, 2020; Campos et al., 2017; Contreras y Wittwer, 2000; Herdt, 2000).

También es importante en este análisis diferenciar entre vacas en producción y vacas secas, ya que las demandas metabólicas de la lactancia inducen respuestas adaptativas específicas a los déficits energéticos y nutricionales (Bauman y Currie, 1980; Roche et al., 2009).

En relación con la urea en la producción de vacas, también se observó que los valores son más altos si hay más degradación de proteínas en el cuerpo para la gluconeogénesis, o más bajos (<15 mg/dL), debido a la baja ingesta de proteínas en el período sin agua, las vacas secas tienen valores más estables (15-20 mg/dL), dependiendo de la cantidad de forraje disponible (Gustasen y Palmquist, 1993).

En temporadas de estiaje, la glucosa plasmática puede ser baja principalmente en vacas en producción donde la disponibilidad de energía es menor porque el alimento es menos nutritivo y el estrés aumenta. La **glucosa en vacas** – al igual que en otros mamíferos - es un componente indispensable de su metabolismo energético porque se utiliza en las células para realizar funciones vitales como el movimiento, la digestión y, lo más importante, la producción de leche. La glucosa sanguínea normal para bovinos adultos suele estar entre 40 a 80 mg/dL (Redalyc, 2024). Sin embargo, un estudio en vacas proporcionó cifras de glucosa de 47.75 – 52.61 mg/dL (UPS, 2023).

La creatinina, un subproducto del metabolismo muscular que se expulsa en la orina, es un marcador o indicador de la función renal.

En vacas Holstein adultas, los niveles de creatinina sérica utilizados para evaluar la función renal o el metabolismo muscular varían de 0.7 a 1.5 mg/dL (62–133 μ mol/L) en individuos sanos (Cozzi et al., 2011; Samardžija et al., 2014). Algunos procesos (lactancia temprana, dieta, estrés metabólico) pueden aumentar el valor muy ligeramente. Resultados mayores a 2 mg/dL indican insuficiencia renal o deshidratación y deben realizarse pruebas adicionales, como la urea sérica (Garry, 2002). Es un instrumento fundamental para rastrear la salud y los nutrientes.

Bilirrubina: esta prueba detecta problemas hepáticos. Valores altos de GGT, junto con niveles bajos de bilirrubina directa y colesterol, son indicativos de inflamación causada por infección de *Fasciola hepática* (Campos et al., 2017).

En vacas en producción, el valor de proteínas totales y albúmina puede disminuir con una ingesta inadecuada de proteínas y este fenómeno podría considerarse como un signo de deficiencia de proteínas. Las vacas secas son particularmente sensibles a la falta de complemento en la dieta y pueden producir una disminución en la producción de grasa láctea, aunque no tanto como las vacas lactantes. Los bovinos tienen rangos de referencia de proteínas totales de 6.70-9.40 g/dL (CMRI, 2022). Albúmina NM Rango de referencia 2.87-4.29 g/dL CMRI, 2022.

Las proteínas totales (albúmina y globulinas) son importantes para mantener la salud y la nutrición animal. La albúmina, que es la proteína más abundante en la sangre, ayuda a regular el equilibrio de fluidos y a transportar hormonas y otras moléculas (MedlinePlus, 2024). El estado dietético y fisiológico del animal puede afectar los valores de proteína total y albúmina. La concentración de proteínas totales en la sangre de vacas lactantes también puede fluctuar según la etapa de lactancia y la calidad de la dieta (EI-Sherif y Assad, 2001).

por ejemplo. La proteína total en vacas en leche podría reducirse (< 6 g/dL) como resultado de la utilización de aminoácidos en la gluconeogénesis y una menor ingesta de proteínas. Las concentraciones son más constantes en vacas secas (6.5-7.5 g/dL) indicando una necesidad metabólica reducida. La de la vaca seca se apoya incluso bajo condiciones moderadamente estresantes.

la **GGT** (Gamma Glutamil Transpeptidasa) es una enzima hepática en vacas utilizada para medir el daño hepático. Los rangos normales de niveles sanguíneos son 12-34 U/L; niveles altos pueden encontrarse en **colestasis, daño hepático crónico** a largo plazo, **theileriosis** u otras enfermedades. Es informativo porque determina cuánto tiempo están elevadas las enzimas hepáticas.

La **TGO** (transaminasa glutámica oxaloacética) o **AST** (Aspartato Aminotransferasa) es una enzima hepática y muscular en vacas. Es una prueba de daño hepático o muscular. Los valores de referencia son 60-125 U/L en ganado; el aumento de la actividad de ALP sérica sugiere participación hepática, daño muscular o estrés metabólico y debe interpretarse en relación con otras enzimas relacionadas (por ejemplo, GGT).

La **TGP** (Transaminasa Glutámico Pirúvica) es una enzima hepática que indica el daño del hígado. En vacas Holstein, el rango normal es 15–45 U/L. Menos específica que la AST del ganado, su elevación indica inflamación o lesión hepática y debe interpretarse en contexto con otras enzimas hepáticas (Kaneko, Harvey, & Bruss, 2008).

La fosfatasa alcalina (**FA**) es una enzima indicativa de actividad hepática, ósea y placentaria en vacas. Sus valores normales dependen de la edad y el estado fisiológico. Los niveles altos pueden asociarse con daño hepático, obstrucción biliar, desarrollo óseo o embarazo (Kaneko, Harvey, & Bruss, 2008).

El calcio también es importante para la coagulación de la sangre, la actividad muscular y la integridad esquelética (Blood y Radostits 1992; Goff 2008).

El fósforo tiene un nivel normal: 3.0-6.0 mg/dL. es necesario para el desarrollo de huesos y dientes y es parte de varios procesos metabólicos como el ATP. Está involucrado en varias reacciones biológicas y es esencial para la función muscular y nerviosa (Yanapa Sanga, 2023).

El potasio es de vital importancia para los músculos y los nervios pues necesitan para funcionar correctamente. Su equilibrio es crítico para evitar disfunciones como la hipocalemia (Cerna Monzón, 2023).

El beta-hidroxibutirato es un índice del estado energético de los animales y los datos para él se dan en la tabla a continuación.

Tabla 1. Valores Metabólicos de Referencia en Vacas Holstein.

Parámetro	Rango de Referencia	Unidad
Glucosa	45–75	mg/dL
Proteínas Totales	6.7–8.7	g/dL
Albúmina	3.0–3.8	g/dL
Globulinas	3.0–4.8	g/dL
Calcio Total	8.5–10.4	mg/dL
Fósforo Inorgánico	4.0–7.0	mg/dL
Magnesio	1.8–2.4	mg/dL
Sodio	135–150	mmol/L
Potasio	3.9–5.8	mmol/L
Urea (BUN)	10–30	mg/dL
Creatinina	0.5–1.2	mg/dL
Beta-Hidroxibutirato (BHBA)	< 1.2 (normal); 1.2–2.9 (cetosis subclínica)	mmol/L
Bilirrubina Total	0.1–0.5	mg/dL
Gamma-Glutamil Transferasa (GGT)	10–30	U/L

* *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry* (Thrall et al., 2012) y *Bovine Medicine* (Cockcroft, 2015).

BASES TEÓRICAS

Hematología

Hemato- significa sangre y -logía es el estudio de; por lo tanto, tale = estudio y hemato-(ítico) = sangre, así que hematología = el estudio de la sangre. Es el estudio de los glóbulos rojos, glóbulos blancos, plaquetas y su función. El análisis de sangre es importante porque puede proporcionar información sobre el diagnóstico de enfermedades y también puede ayudar en el estado general de salud y nutrición de los animales (Smith, 2015).

Valores Hematológicos Clave

- Hemoglobina (Hb): Una proteína encargada de transportar oxígeno. Sus niveles se utilizan para evaluar la anemia y la capacidad fisiológica del animal (Kahn, 2010).
- Hematocrito (Hct): Proporciona el porcentaje del volumen de sangre que está compuesto por glóbulos rojos. Es una medida rápidamente disponible de la concentración de RBC y puede indicar deshidratación o la presencia de anemia (Vargas y Berrueta, 2019).

- **Conteo de Glóbulos Rojos (RBC):** Un conglomerado crucial para evaluar la producción de glóbulos rojos. La presencia de una baja concentración de células podría deberse a trastornos de la médula ósea o pérdida de sangre (Rojas y Martínez, 2020).
- **Glóbulos Blancos (WBC):** Representa la inmunidad del animal. Los cambios en este número indican infecciones e inflamaciones o estrés (Johnson & Huber, 2016).
- **Plaquetas (PLT):** Esenciales para la coagulación sanguínea, pueden fluctuar debido a enfermedades metabólicas o infecciones.

Metabolitos Sanguíneos

Estos son moléculas que corresponden al metabolismo del animal. Son los metabolitos en la sangre, que responden a la condición fisiológica, nutricional o patológica del cuerpo.

- **Glucosa:** Principal proveedor de energía; su determinación es básica para estimar la energía de la especie (Gómez, 2021).
- **Proteínas:** Apoya el sistema inmunológico y transporta nutrientes por el cuerpo; los cambios podrían sugerir problemas hepáticos o falta de nutrición (Smith, 2015).
- **Urea y Creatinina:** Pruebas para la función renal y el catabolismo de proteínas. Las elevaciones podrían indicar deshidratación o problemas renales.
- **Calcio (Ca):** Huesos, coagulación y contracción muscular; niveles plasmáticos normales: 2.2-2.5 mM (9-10 mg/dL). Una deficiencia de movilización ósea puede llevar a hipocalcemia (fiebre de la leche) en las semanas posteriores al parto.
- **Fósforo (P):** Necesario para la energía y la reproducción; el valor normal es de 4 a 6 mg/dL. Las deficiencias resultan en baja fertilidad y fracturas óseas. Las dietas altas en P (preparto) han demostrado aumentar la hipocalcemia.
- **Magnesio (Mg):** Esencial para la conducción nerviosa y la homeostasis del Ca; Normal: 2-3 mg/dL. La falta de esta mineral resulta en tetania de pasto en vacas lactantes.

- β -hidroxibutirato: Condición de la energía de los animales.

Manejo Semi-Intensivo

El sistema de pastoreo y suplementación permite el mejor uso de los recursos forrajeros. Durante la estación seca, el manejo adecuado es crítico para mantener la salud y la capacidad productiva del ganado e incluye un control continuo de la calidad de los forrajes y suplementación (Gómez, 2021).

Estiaje

La estación seca es el período del año durante el cual las precipitaciones se reducen significativamente, reduciendo así la cantidad de agua y forraje disponible. En los Andes, como en el valle de Cajamarca, el campo es cálido y seco de mayo a octubre y el pastoreo depende casi por completo del crecimiento espontáneo de las plantas sobrevivientes.

La estación seca o estiaje en Cajamarca es desfavorable para la producción de leche y es perjudicial para los pastos y forrajes para el ganado lechero. Aquí hay algunos puntos sobre cómo la estación seca impacta a las vacas lecheras en esta área.

Reducción de la calidad y cantidad de forraje: La calidad y cantidad de los pastos naturales disminuyen significativamente en la estación seca, y contribuye a la escasez de nutrientes en las vacas lecheras. Estas condiciones pueden causar una disminución en la producción de leche y aumentar los costos de producción (Ecurra, 2001; Quispe et al., 2016).

CAPÍTULO V

METODOLOGÍA

1. Ubicación Geográfica

El estudio se realizó en dos fundos ubicados dentro del valle de Cajamarca, situado en el norte del Perú, en la región de Cajamarca, en la vertiente oriental de los Andes.

Coordenadas Geográficas:

- **Latitud:** 7.1544° S
- **Longitud:** 78.5211° W

Características Principales:

- **Extensión:** El valle de Cajamarca está ubicado en el norte del Perú, en la región del mismo nombre, está ubicado a 2,750 msnm Este valle es conocido por su clima templado y su producción agropecuaria, (García, 2020).
- **Topografía:** Presenta una topografía montañosa, con colinas y ríos importantes como el río Mashcón, que es fuente crucial de agua para Cajamarca. (González, 2022)
- **Clima:** El valle de Cajamarca tiene un clima subtropical de montaña, con temperaturas que varían entre 10 °C y 20 °C y una estación seca notable que se extiende de mayo a octubre (Martínez, 2023).

2. Población y Muestra

Se utilizaron dos predios del valle de Cajamarca representativos del sistema semi-intensivo, los cuales fueron el Fundo Tartar UNC y el Fundo Huayrapongo UNC.

Muestra

De un total de 39 animales se utilizaron 10 vacas en producción y 4 en seca del fundo Tartar, y de un total de 30 animales se utilizaron 12 vacas en producción y 4 en seca del fundo Huayrapongo, haciendo un total de 30 vacas.

Materiales

- **Jeringas Estériles** 10 a 20 ml.
- **Tubos de Recolección:** Tubos con anticoagulante (como EDTA) para análisis hematológicos.
- Tubos sin anticoagulante para análisis de metabolitos sanguíneos.
- Agujas tipo pluma de calibre adecuado para punción venosa.
- Lapiceros y lápices.
- Cuaderno de apuntes.
- Kit de recolección de sangre.
- Tubos al vacío.
- Anticoagulante.
- Formatos de registro de datos.
- Etiquetas para registro de muestras.
- Thermos porta vacunas para traslado de muestras del campo al laboratorio.

DESCRIPCIÓN

Se trabajó con 22 vacas en producción y 8 vacas en seca de la raza Holstein, provenientes de los dos fundos mencionados. Paralelamente, se obtuvo información de la producción de leche, alimento ofrecido y peso vivo de los animales.

-Extracción de muestras de sangre

La extracción de sangre (muestras) se obtuvo de la vena coxígea de la vaca, siguiendo protocolos veterinarios estándar, es decir la vaca se encontraba inmovilizada en una manga de contención, exhibiendo un comportamiento tranquilo, lo que facilitaba el procedimiento.

Se utilizaron guantes desechables para la extracción y se organizó el equipo de extracción de muestras sobre una superficie limpia: un adaptador Vacutainer equipado con una aguja tipo pluma de 21 G, un tubo Vacutainer lila con EDTA para análisis hematológico, un tubo rojo sin anticoagulante para química sanguínea, algodón, alcohol al 70%, gasas estériles, un contenedor para materiales punzocortantes y una nevera portátil para almacenar las muestras.

Para extraer la sangre, nos posicionamos junto al animal para levantar la cola con la mano izquierda, aplicando una tensión moderada para exponer la cara ventral. Se localizó la vena coxígea palpando la línea media, aproximadamente a 25 cm de la base de la cola, donde se percibe como una estructura cordonal subcutánea. La zona presentaba algo de suciedad, por lo que se desinfectó cuidadosamente con algodón impregnado en alcohol al 70%, limpiando en movimientos circulares. Se esperó unos segundos a que el alcohol se evapore para evitar irritación durante la punción.

Con la mano derecha, se sostuvo el adaptador Vacutainer con la aguja tipo pluma, utilizando las alas de la aguja para un control preciso. Se introdujo la aguja en un ángulo de 45 grados, dirigida hacia la base de la cola, avanzando lentamente hasta confirmar la entrada en la vena, indicada por el flujo de sangre en el tubo de conexión. El procedimiento se realizó con mínima resistencia, asegurando la correcta posición de la aguja.

Se inició la recolección con el tubo lila (EDTA), destinado a análisis hematológico, permitiendo que se llene hasta alcanzar 5 ml. se retiró el tubo y se invirtió suavemente varias veces para garantizar la mezcla homogénea con el anticoagulante.

A continuación, se colocó el tubo rojo (sin anticoagulante) para química sanguínea, recolectando 7 ml. Este tubo se retiró sin agitar, conforme a las especificaciones para este tipo de análisis. Ambos tubos se llenan de manera eficiente, sin complicaciones.

Finalizada la recolección, se extrajo la aguja tipo pluma con cuidado, utilizando las alas para mantener la estabilidad, y se aplicó presión inmediata en el sitio de punción con una gasa estéril durante varios segundos para prevenir hematomas. Se inspeccionó la zona y se confirmó que no haya sangrado ni signos de complicaciones. El animal permaneció tranquilo durante todo el proceso.

Se etiquetaron los tubos de inmediato, consignando la identificación del animal ('Vaca, marta), la fecha ('30 de setiembre de 2024') y el tipo de análisis ('hematología' para el tubo lila, 'química sanguínea' para el rojo). El tubo lila se almacenó en la nevera portátil para preservar su integridad, mientras que el tubo rojo se mantuvo a temperatura ambiente, pendiente del traslado al **laboratorio de la facultad de ciencias veterinarias** específicamente **al laboratorio de inmunología e investigación**. Se desechó la aguja tipo pluma y el adaptador en el contenedor de punzocortantes y desinfecto la superficie de trabajo.

El procedimiento, ejecutado en menos de cinco minutos, concluyó sin incidentes, con **5 ml** recolectados en el tubo lila y **7 ml** en el tubo rojo, listos para su análisis. La vaca fue liberada de la manga sin mostrar signos de estrés, y el área de trabajo quedó ordenada y limpia, lista para el siguiente procedimiento.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- Se realizó la prueba de t-Student teniendo en cuenta que se evaluaron dos tratamientos: vaca en producción (T1) y vacas en secas (T2).

CAPÍTULO VI

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VALORES HEMATOLÓGICOS

En la tabla 2 se observa que los valores hematológicos no presentan diferencia significativa entre tratamientos ($P>0.05$), a excepción de la serie blanca referente al porcentaje de segmentados y linfocitos; sin embargo, se encuentran dentro del rango referencial.

Se puede observar una ligera superioridad del número de glóbulos rojos a favor de las vacas en seca versus vacas en producción, probablemente esto sea debido a el estado fisiológico (gestación) que podría influir en el metabolismo.

Tabla 2. Valores hematológicos de las vacas en estudio, durante la época de estiaje.

Valores hematológicos	T1	T2	Valores de referencia *	p-valor
G. Rojos (106 / μ L) mm ³	7.89	8.19	5.1-12.6	0.3819
Hb (g/dL) dl	13.20	13.12	7.5-14.4	0.8157
Hematocrito (%)	40.00	39.75	21.6-45.5	0.8157
MCV (fL)	51.10	48.84	42.0-57.0	0.2632
MCH (pg)	16.86	16.10	11.6-18.9	0.2491
G. Blancos (10 / μ L) mm ³	11.81	11.45	3.8-20.7	0.5560
Segmentados (%)	45.45	39.63	1.0-89	0.0104
Linfocitos (%)	42.77	49.45	7-88	0.0030
Monocitos (%)	7.18	7.63	0.0-10.0	0.6933
Eosinófilos (%)	4.73	3.88	0-26	0.4136
Plaquetas (103 / μ L) mm ³	291.41	261.25	162-1092	0.1357

*Vallejo-Timarán et., al (2020); Kessell (2015)

Hemoglobina

No hubo diferencias de hemoglobina entre las vacas en lactancia (T1) y vacas en seca (T2) ($p=0.8157$), indicando que la lactancia no afectó la concentración de hemoglobina,

posiblemente por la suplementación utilizada (Gómez 2021; Sigua Ochoa, 2019). Los valores son similares a los reportados en altitud por Sigua Ochoa (2019), probablemente porque este investigador también utilizó forrajes y concentrado. Es importante establecer valores referenciales locales para vacas Holstein en Cajamarca.

Los valores de hematocrito son similares entre T1 y T2 ($p=0.8157$), indicando que la lactancia no afectó a esta variable, posiblemente debido a la suplementación (Ferreira et al., 2006; Paulo et al., 2014; Patel et al., 2017; Sigua Ochoa, 2019). Los valores son similares a los reportados por Ticona (2018) quien trabajó en altitud. Es probable que el clima templado de Cajamarca (10-20°C) haya contribuido con la estabilidad (Gloria, 1992).

En relación a los valores de hematocrito, Gómez (2021) encontró diferencia con sus valores referenciales debido probablemente a deficiencias nutricionales, particularmente de hierro y vitaminas del complejo B; en nuestro estudio estos valores son normales, posiblemente debido a que las vacas consumieron suplementos forrajeros como alfalfa, pancamel y concentrado comercial, aunque limitadamente, lo que posiblemente ocasionó una disminución considerable de la producción de leche.

Los valores de MCV y MCH se encuentran dentro del rango, observándose siempre que hay una ligera diferencia entre vacas en producción y en seca, coincidiendo con Ticona (2018), quien indica una ligera reducción de los valores hematológicos en vacas en seca debido probablemente a su estado de gestación (demanda metabólica).

La serie blanca se encuentra dentro de los valores de referencia y son similares a los encontrados por Ferreira et al., (2006); Paulo et al., (2014), quienes indica que los leucocitos, neutrófilos, basófilos, eosinófilos y monocitos, no se ven afectados por las condiciones de la época de estiaje, es decir se encuentran dentro del valor referencial.

El número de plaquetas en ambos tratamientos se encuentra dentro de los valores referenciales, no observándose diferencia significativa.

METABOLITOS SANGUÍNEOS

Se puede observar en la tabla 3, que no se encontró diferencia significativa ($P>0.05$) entre las variables en estudio.

Tabla 3. Metabolitos sanguíneos en vacas Holstein durante la época de estiaje.

Metabolitos sanguíneos	T1	T2	Valores de referencia *	p-valor
Urea (mg/dL)	26.05	27.25	20-40	0.5182
Glucosa (mg/dl)	61.41	65.38	40-80	0.1058
Creatinina (mg/dL)	0.69	0.71	0.6-1.8	0.6183
Bilirrubina total (mg/dL)	0.39	0.43	0.01-0.50	0.2844
Bilirrubina directa (mg/dL)	0.16	0.18	0.04-0.44	0.4284
Bilirrubina indirecta (mg/dL)	0.21	0.27	<0.03	0.0024
Proteínas totales (g/dL)	6.45	6.64	5.36-8.61	0.7509
Albúmina (g/dL)	5.92	5.60	2.32-4.45	0.7843
Globulina (g/dL)	3.72	4.11	1.5-4.55	0.4007
G.G.T.P. (U/L)	20.09	16.83	6.1-17.4	0.2630
T.G.O. (U/L)	84.86	84.86	78-132	.3209
T.G.P. (U/L)	20.45	20.75	11-40	0.7310
Fosfatasa alcalina (U/L)	101.27	93.50	0-196	0.2454
Calcio (mg/dL)	8.65	8.69	6.27-11.67	0.8289
Fósforo (mg/dL)	6.58	6.62	3.16-10.76	0.8934
Magnesio (mg/dL)	3.12	3.55	1.2-4.9	0.1126
Potasio (mE/L)	3.68	3.76	3.5-4.4	0.5489
B-Hidroxibutirato (mm/L)	1.56	1.51	0.1-1.5	0.7280

*Vallejo-Timarán et., al (2020)

La concentración de urea sanguínea y glucosa en vacas lactantes y en seca presentaron valores normales debido probablemente al uso de suplementos que recibieron, como heno de alfalfa y concentrado, además del escaso pasto que podían ofrecerles. Los valores correspondientes a urea en sangre, estaría indicando que los animales en producción y en seca están cubriendo los requerimientos de proteína cruda (Gustasen y Palmquist, 1993).

La creatinina muestra valores normales para vacas en producción (T1) y vacas en seca (T2), indicando que la filtración renal en estos animales es normal durante la época de estiaje.

La bilirrubina indirecta presenta un valor cercano al rango superior del valor referencial, ésta, conjuntamente con la enzima hepática GGTP (gamma-glutamil transpeptidasa) de valor más elevado en vacas en producción que vacas en seca, expresan el daño hepático probablemente generado por la *Fasciola hepatica* en el hígado (Campos et al., 2017).

Los valores de proteínas totales en vacas en producción (T1: 7.45 g/dL) y en seca (T2: 7.62 g/dL), obtenidos de los fundos Tartar y Huayrapongo, están dentro del rango referencial (6.0-8.0 g/dL, Vallejo-Timarán et al., 2020; 5.7-8.1 g/dL, Smith et al., 2020). La falta de diferencias significativas ($p=0.4289$) indica que la época de estiaje no afectó el metabolismo proteico (Ticona, 2018).

La albúmina supera al valor del rango referencial en los dos tratamientos, debido probablemente a la dieta que está recibiendo, misma que provee a las vacas los niveles adecuados de proteína cruda (MedlinePlus, 2024; EI-Sherif y Assad, 2001).

Los resultados del contenido de calcio, fósforo, magnesio y potasio, tanto para vacas en producción como vacas en seca, se encuentran dentro del rango de valores referenciales, probablemente en esta época, pese a la escasez de forraje, la dieta que reciben los animales está cubriendo sus requerimientos, pero a costas de la reducción de leche.

Los valores de β -hidroxibutirato encontrados en estos animales en producción y en seca, superan el rango superior, probablemente debido a una menor ingestión de energía, lo que probablemente estaría incrementando los cuerpos cetónicos producto de la oxidación de la grasa corporal.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

El estudio demuestra que no existe diferencia entre vacas en producción y en seca en relación a los valores hematológicos durante la época de estiaje. Los valores encontrados se encuentran dentro del rango de referencia.

Se halló una deficiencia de energía, pero no de proteína durante la época de estiaje, en las vacas en producción y en seca.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES DEL TRABAJO EN GENERAL

Continuar realizando estudios sobre el sobre la hematología en Cajamarca dentro del valle ya que no los hay a fin de mostrar sus posibles beneficios o limitaciones que se pudiesen presentar en su uso de los ganaderos del valle

Mejorar los sistemas de alimentación en esta época ya ke el consumo de fibra disminuye.

CAPÍTULO IX

BIBLIOGRAFIA

1. Adewuyi, A. A., Gruys, E., & van Eerdenburg, F. J. C. M. (2005). Ácidos grasos no esterificados (AGNE) en ganado lechero: Una revisión. *Veterinary Quarterly*, 27(3), 117-126. <https://doi.org/10.1080/01652176.2005.9695192>
2. Bárcena, R., & Díaz, A. J. (2020). Hematological and biochemical parameters in dairy cows during periods of nutritional stress. *Veterinary Clinical Pathology*, 49(2), 221-230.
3. Blood, D. C., & Radostits, O. M. (1992). *Veterinary Medicine* (7ª ed.). Londres: Baillière Tindall.
4. Campos, A., & otros. (2017). Efectos de *Fasciola hepatica* en parámetros metabólicos de vacas lecheras. *Revista de Investigación Veterinaria*, 28(3), 123–130.
5. Cozzi, G., Ravarotto, L., Gottardo, F., Stefani, AL, Contiero, B., Moro, L., Brscic, M. y Dalvit, P. (2011). Valores de referencia para parámetros sanguíneos en vacas lecheras Holstein. *Journal of Dairy Science*, 94 (8), 3895–3901.
6. Ecurra, E. (2001). Situación de la ganadería lechera en Cajamarca. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 12(2). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200004
7. Garry, FB (2002). Patología clínica de la vaca. En *Medicina Interna de Grandes Animales* (3.ª ed.). Mosby.
8. González, J. S., & Martínez, A. L. (2018). Effects of drought on the nutritional quality of pasture and its impact on livestock. *Journal of Animal Science*, 96(5), 2192-2204.
9. González, M. (2022). Recursos hídricos y geografía del valle de Cajamarca. Editorial Cajamarca.
10. Gómez, J. L. (2021). Evaluación de parámetros hematológicos y metabolitos en vacas de pastoreo durante el estiaje en el Valle de Cajamarca (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Cajamarca.

11. Gómez, L. (2018). *Parámetros hematológicos en bovinos Holstein en condiciones de altitud en la sierra andina*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(3), 745–752.
12. Gloria, H., Bedoya, C., & Restrepo, J. (1992). Parámetros hematológicos en vacunos de la raza Holstein ubicado en dos zonas del departamento de Antioquia (Colombia), a una altitud aproximada de 2400 msnm. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 5(1), 15–22.
13. Grummer, R. R. (1995). Impacto de los cambios en el metabolismo de nutrientes orgánicos en la alimentación de la vaca lechera en transición. *Journal of Animal Science*, 73(9), 2820-2833. <https://doi.org/10.2527/1995.7392820x>
14. Gustafsson, A. H., & Palmquist, D. L. (1993). Variación diaria del amoníaco ruminal, la urea sérica y la urea en leche en vacas lecheras con alta y baja producción. *Journal of Dairy Science*, 76(2), 475-484. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77368-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77368-9)
15. Jaramillo-Jaimes, B., et al. (2008). Niveles de urea y creatinina en vacas Holstein bajo diferentes sistemas de alimentación. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(3), 345-355.
16. Johnson, C. L., & Huber, T. (2016). Nutritional management of cattle. En R. M. E. Y. N. A. S. P. A. G. (Ed.), *Applied veterinary clinical nutrition* (pp. 45-67). Wiley-Blackwell.
17. Kahn, C. M. (2010). *The Merck veterinary manual* (10th ed.). Merck & Co.
18. Kessell A. 2015. Bovine haematology and biochemistry. In: Cockcroft C (ed).
19. Martínez, L. (2023). *Climatología de los valles andinos: Un estudio del valle de Cajamarca*. Editorial Andina.
20. National Research Council (NRC). (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Recuperado de www.nap.edu.

21. Neliti. (2021). Proteínas totales y albúmina como indicadores nutricionales en bovinos. <https://www.neliti.com/>
22. Oetzel, G. R. (2004). Monitoreo y evaluación de cetosis en hatos lecheros. *Clínicas Veterinarias de Norteamérica: Práctica en Animales de Producción*, 20(3), 651-670. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.006>
23. Pérez, A., & López, M. (2022). Impacto de la nutrición en la salud animal. Editorial Veterinaria.
24. Quispe, R., et al. (2016). Producción lechera en Cajamarca: Factores limitantes y estrategias de mejora. Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca.
25. Razz, J., & Clavero, T. (2004). Importancia de la glucosa en el metabolismo energético de vacas lecheras. *Revista Científica de la Universidad del Zulia*, 14(2), 45-53.
26. Reynolds, C. K., Aikman, P. C., Lupoli, B., Humphries, D. J., & Beaver, D. E. (2003). Metabolismo esplácnico de vacas lecheras durante la transición desde el final de la gestación hasta el comienzo de la lactancia. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1201-1217. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73704-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73704-7)
27. Rojas, M., & Martínez, A. (2020). Nutritional strategies to improve health and productivity in dairy cows during the dry season. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 36(2), 233-249. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.01.001>
28. Smith, B. P. (2015). *Veterinary hematology and clinical chemistry*. Wiley-Blackwell.
29. Sigua Ochoa, J. F. (2019). *Determinación de valores referenciales en hemograma y química sanguínea en bovinos hembras de raza Holstein en condiciones de altitud* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana].
30. Smith, J., García, A., & Pérez, M. (2020). *Veterinaria clínica: Evaluación de parámetros sanguíneos en animales de granja*. Editorial Veterinaria.
31. Ticoná, R. (2018). *Valores hematológicos en vacunos Holstein adaptados a altura*. Estación Experimental de Choquenaria.

32. Vallejo-Timarán, D., et al. (2020). Valores hematológicos de referencia en bovinos criollos colombianos. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*, 31(4), e17845.
33. Vallejos Fernández, L. I. (2020). Propuesta de manejo mejorado de pasturas en la economía de la ganadería lechera de Cajamarca. *Revista de Investigaciones Agroproducción Sustentable*, 4(2), 1-9. DOI: 10.25127/aps.20202.547
34. Vallejos, R., García, M., & Torres, L. (2024). Estudio sobre la adaptación del ganado a cambios climáticos. Editorial Agropecuaria.
35. Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press.
36. Velarde, L., Quispe, E., & Quispe, J. (2019). Parámetros bioquímicos sanguíneos en vacas Pardo Suizo en la región de Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(2), 45-52.
37. Vargas, C., & Córdova, J. (2016). Impact of climatic variations on the metabolic profile of dairy cattle in the Andes. *Tropical Animal Health and Production*, 48(4), 731-740.
38. Vargas, P., & Berrueta, C. (2019). Hematological and biochemical parameters in dairy cows during drought conditions. *Journal of Dairy Science*, 102(3), 2358-2368. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-1528>
39. *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry* (Thrall et al., 2012) y *Bovine Medicine* (Cockcroft, 2015).
40. Yanapa Sanga, J. (2023). Niveles séricos de calcio, fósforo y magnesio en vacas Brown Swiss. (Referencia contextual).
41. Samardžija, M., Đuričić, D., Vince, S., Grizelj, J., Dobranić, T., Lojkić, M. y Maćešić, N. (2014). Parámetros bioquímicos sanguíneos en vacas lecheras. *Veterinarski Arhiv*, 84 (5), 503–514.

ANEXOS

ANEXO 1. FOTOGRAFIAS

Figura N1: Sujetado de la vaca por la cola para ubicar la vena coxígea



Figura N2: Extracción de muestras de sangre



Figura N3: Rotulado de las muestras



Figura N4: Tubo lila (EDTA), destinado a análisis hematológico, permitiendo que se llene hasta alcanzar 5 ml.

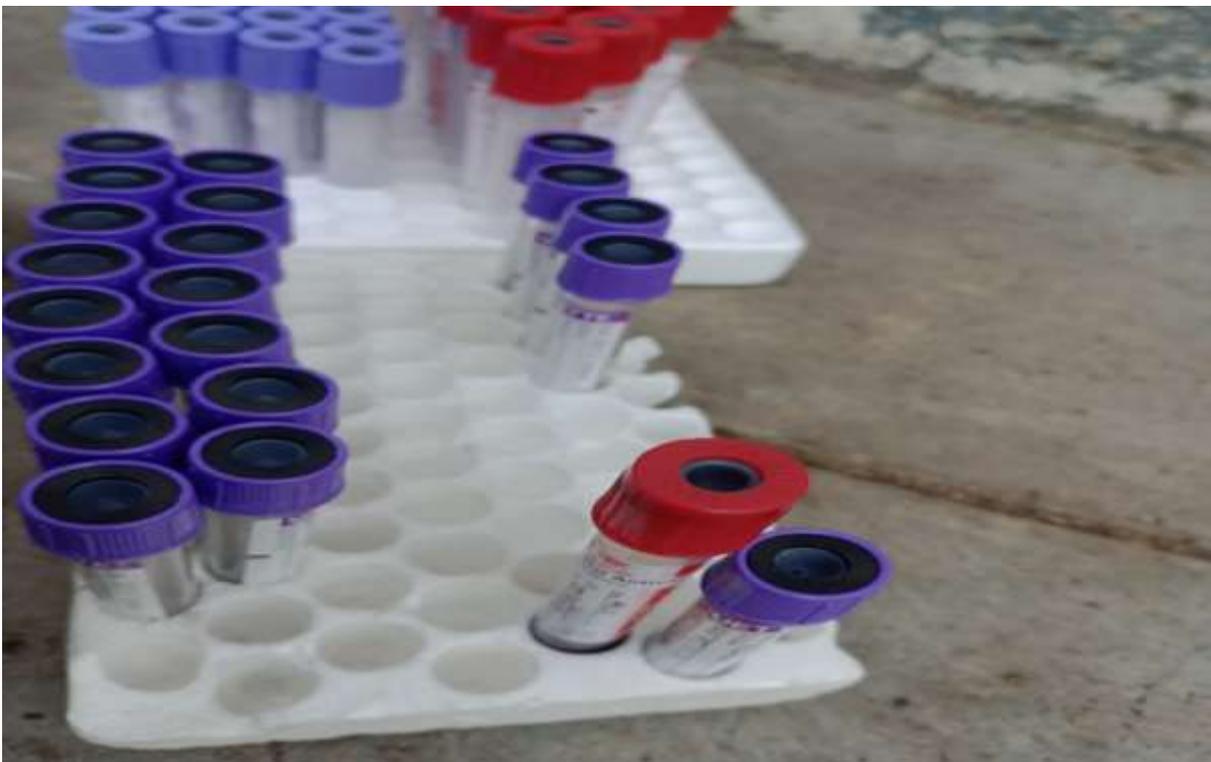


Figura N5: Tubo rojo (sin anticoagulante) para química sanguínea, recolectando 7 ml



Figura N6: Aguja tipo pluma



Figura N7: material desechable



Figura N8: vacas pastando en el fundo Huayrapongo



Figura N9: vacas pastando en el fundo Huayrapongo

