



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



CARACTERIZACIÓN HEMATIMÉTRICA DEL OVINO CRIOLLO
(*Ovis aries*) SEGÚN SEXO Y EDAD DEL CENTRO
EXPERIMENTAL CHUQUIBAMBILLA (3,974 msnm)

TESIS

PRESENTADA POR:

EBERT WILSON SANCA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A mi Dios Jehová, por iluminar incansablemente mi andar a pesar de mi imperfección, siempre está a mi lado cuidándome, guiándome y corrigiendo mis errores y mejorar como persona. Esperando ser digno de su misericordia infinita en el momento apropiado. También a todos a quienes aprecio mucho por su apoyo moral por lo que pude concluir con el presente proyecto.

A mis padres,

Wilson



AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más profundo y sincero agradecimiento a Jehová por su guía y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres por darme la vida y lo necesario para poder abrir mis alas y alzar vuelo a pesar de las dificultades que se presentaron,

A la Universidad Nacional del Altiplano-Puno y la gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos y destrezas básicas y elementales que fueron necesarios en mi formación profesional, transcurridos en los claustros universitarios.

A mis docentes en especial al Dr. Pedro Ubaldo Coila Añasco y colaboradores en la ejecución de dicho proyecto

A la persona que es mi soporte y cómplice a partir de ahora en el ejercicio de mi vida profesional; y, a mis hijos por ser el pilar fundamental en el logro de esta meta.

A todos mis amigos, en especial a Paúl Cáceres Valdivia, por su constante apoyo moral, que me colaboraron directa e indirectamente en la culminación de esta etapa de mis estudios.

Wilson



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 9

ABSTRACT..... 10

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos de la investigación13

1.1.1 Objetivo general 13

1.1.2 Objetivos específicos..... 13

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Taxonomía del ovino14

2.2 El ganado ovino en el Perú y su importancia.....14

2.3. El ovino Criollo y adaptación.....15

2.4. La sangre y el hemograma.....17

2.5. Hematopoyesis y eritropoyesis18

2.5. La hematología clínica y la evaluación eritrocitaria19

2.6. Determinaciones eritrocitarias21

2.6.1. Recuento de eritrocitos (glóbulos rojos o hematíes) 21

2.6.2. Hematocrito (Volumen Corpuscular Aglomerado, VCA; o Volumen de Glóbulos Aglomerados, VGA) 23

2.6.3. Hemoglobina 24

2.7. Índices eritrocitarios o hematimétricos.....26

2.7.1. Volumen Corpuscular Medio (VCM) 27

2.7.2. Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)..... 27

2.7.3. Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM)..... 28

2.8. Antecedentes29



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio	34
3.2. Material experimental	34
3.2.1. Animales, estado de salud y alimentación.....	34
3.2.2. Personal y materiales.....	36
3.3. Métodos	37
3.3.1. Selección de animales.....	37
3.3.2. Obtención de sangre, suero y conservación.....	38
3.3.3. Análisis de muestras.....	38
3.4. Análisis estadístico	42

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros hematimétricos	44
4.1.1. Recuento de glóbulos rojos (RBC).....	44
4.1.2. Hematocrito (HTO).....	47
4.1.3. Hemoglobina (HB).....	50
4.2. Índices hematimétricos	52
4.2.1. Volumen Corpuscular Medio (VCM).....	52
4.2.2. Hemoglobina Corpuscular Media (HCM).....	55
4.2.3. Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM).....	58
4.3. Resumen de los parámetros e índices hematimétricos y justificación	61
V. CONCLUSIONES	66
VI. RECOMENDACIONES	67
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	73

Área: Salud animal.

Tema: Hematología del ovino Criollo de altura.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 11 de febrero de 2022



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Constantes hematológicas de la serie roja encontradas en 81 ovinos machos raza criolla. Cajamarca.....	30
Tabla 2: Valores hematológicos de referencia en ovinos adultos de la raza Merino en Argentina.	31
Tabla 3: Perfiles de hematocrito y hemoglobina de las distintas razas de ovinos.	31
Tabla 4: Valores de la serie roja de ovejas criollas en Chapingo, México.....	32
Tabla 5: Valores de referencia de los parámetros sanguíneos en ovinos.	33
Tabla 6: Distribución de ovinos Criollo según edad y sexo.	35
Tabla 7: Reactivos y volúmenes de la batería de tubos para determinar hemoglobina.	41
Tabla 8: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo ($10^{12}/L$)	44
Tabla 9: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo (en %).	47
Tabla 10: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para hemoglobina (HB) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo (en g/dL).....	50
Tabla 11: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo (en fL)	53
Tabla 12: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo (en pg).....	56
Tabla 13: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo (en g/dL)	59
Tabla 14: Valores de referencia de los parámetros e índices hematimétricos del ovino Criollo del C.E. Chuquibambilla según sexo y edad.....	62



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en $10^{12}/L$).	46
Gráfico 2: Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en $10^{12}/L$).	46
Gráfico 3: Hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en %).	48
Gráfico 4: Hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en %).	49
Gráfico 5: Hemoglobina (HB) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en g/dL).	51
Gráfico 6: Hemoglobina (HB) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en g/dL).	52
Gráfico 7: Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en fL).	54
Gráfico 8: Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en fL).	55
Gráfico 9: Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en pg).	57
Gráfico 10: Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en pg).	58
Gráfico 11: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en g/dL).	60
Gráfico 12: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en g/dL).	61



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

VCA	Volumen corpuscular medio
HCM	Hemoglobina corpuscular media
CHCM	Concentración de hemoglobina corpuscular media
EDTA	Etilen-Diamino Tetra Acético
GR	Glóbulo rojo
RPM	Revoluciones por minuto
EPO	Eritropoyetina
RBC	Recuento de glóbulos rojos
C.E:	Centro Experimental



RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue el de establecer los parámetros hematimétricos (recuento de eritrocitos, hematocrito, hemoglobina) y los índices hematimétricos (VCM, HCM, CHCM) de referencia en ovinos (*Ovis aries*) Criollos del Centro Experimental Chuquibambilla de la UNA-Puno, situado a una altitud de 3,974 m, en función a la edad y al sexo del animal. Se tomaron muestras sanguíneas en el mes de Agosto del 2021 de 80 animales de diferentes edades (dientes de leche, 2 dientes, 4 dientes y boca llena) y sexo (machos y hembras) y en aparente buen estado de salud. Las muestras se obtuvieron de la vena radial en tubos al vacío conteniendo EDTA. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia utilizando técnicas hematológicas estandarizadas: hemocitómetro para recuento de eritrocitos, microhematocrito para hematocrito y colorimétrico para hemoglobina; los índices fueron determinados mediante algoritmos matemáticos. Los resultados indican que los promedios de los parámetros hematimétricos: recuento de glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina son de $12.28 \times 10^{12}/L$, 34.99% y 14.12 g/dL, respectivamente; siendo mayor en hembras que en machos ($P \leq 0.05$) y con diferencias entre las distintas edades ($P \leq 0.05$). los promedios de los índices hematimétricos VCM, HCM y CHCM fueron de 28.49 fL, 11.48 pg y 40.30 g/dL, respectivamente; existiendo variaciones por efecto del sexo y la edad del animal ($P \leq 0.05$). En todos los casos, los parámetros e índices se encuentran dentro de los rangos establecidos para la especie ovina por distintos autores.

Palabras clave: hematología, serie roja, ovino Criollo, Chuquibambilla.



ABSTRACT

The objective of the present study was to establish the hematimetric parameters (erythrocyte count, hematocrit, hemoglobin) and the hematimetric indices (VCM, HCM, CHCM) of reference in Creole sheep (*Ovis aries*) of the Chuquibambilla Experimental Center of the UNA-Puno, located at an altitude of 3,974 m, depending on the age and sex of the animal. Blood samples were taken in the month of August 2021 from 80 animals of different ages (baby teeth, 2 teeth, 4 teeth and full mouth) and sex (males and females) and in apparent good health. Samples were obtained from the radial vein in vacuum tubes containing EDTA. The samples were analyzed in the Biochemistry Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics using standardized hematological techniques: hemocytometer for erythrocyte count, microhematocrit for hematocrit and colorimetric for hemoglobin; the indices were determined by mathematical algorithms. The results indicate that the average of the hematimetric parameters: red blood cell count, hematocrit and hemoglobin are $12.28 \times 10^{12}/L$, 34.99% and 14.12 g/dL, respectively; being higher in females than in males ($P \leq 0.05$) and with differences between the different ages ($P \leq 0.05$). The mean hematometric indices (VCM, HCM and MCHC) are 28.49 fL, 11.48 pg and 40.30 g/dL, respectively; there are variations due to the sex and age of the animal ($P \leq 0.05$). In all cases, the parameters and indices are within the ranges established for sheep by different authors.

Key words: hematology, red series, Criollo sheep, Chuquibambilla.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La caracterización de los recursos zoogenéticos es importante porque permite establecer estrategias para su conservación de una determinada especie, estas estrategias se basan en comprender la situación actual de éstos, a través de la identificación, descripción cuantitativa y cualitativa, y documentación de la población de ovinos criollos, utilizando herramientas como: la caracterización morfológica, genética, bioquímica, hematológica entre otros (Rischkowsky y Pilling, 2010).

La crianza del ovino es una importante actividad económica y está muy difundida, existiendo una población de 1,172 millones de cabezas en el mundo (FAOSTAT, 2013). En el Perú, la población es de 9`523,198 cabezas, siendo la raza Criolla la de mayor número (81,0%), le siguen la raza Corriedale con 11,4%, Hampshire Down 2,6%, Black Belly 0,9% y otras razas 4,1%. Son los departamentos de Puno y Cusco, los que concentran el mayor número de ovinos Criollos, con 21.2 y 13.0%, respectivamente (INEI, 2012). Estos datos señalan de por sí, la importancia del ovino Criollo, en la vida del poblador altoandino.

El ovino Criollo, es un pequeño rumiante, excelente productor de carne y lana, poseen un fenotipo muy variado alta rusticidad y mediana prolificidad (Couto, 2010), poseen gran capacidad de adaptación a distintos medios y ambientes de producción, proporcionan además de carne y lana, piel y estiércol. Sin embargo, hasta la actualidad, no se le da la atención que merece en la investigación, a pesar que la FAO, recomienda trabajar con animales autóctonos, adaptados a un determinado ambiente (FAO, 2007).

Los estudios de caracterización son cruciales para responder a las presiones ambientales de selección, desarrollando así estrategias para la conservación del ovino



Criollo. Por eso, la caracterización hematológica de esta especie en la Región Puno, es muy importante. Los resultados, además de contribuir con el conocimiento científico, permitirán a los grupos interesados (ganaderos, gobiernos nacionales y locales) tomar decisiones adecuadas y programas adecuados para su conservación o explotación.

Por otro lado, el hemograma es una herramienta para establecer el estado de salud del animal y útil en el diagnóstico y pronóstico de enfermedades. Conocer los valores hematológicos de referencia del ovino Criollo en Puno, permitirá a médicos veterinarios utilizar y comparar resultados obtenidos en exámenes clínicos al presentarse alguna patología.

En base a la información descrita, el presente estudio tiene el propósito de contribuir con el hemograma del ovino Criollo criado en el CE Chuquibambilla de la UNA-Puno, estableciendo los valores de referencia de la serie roja (eritrocitos, hematocrito, hemoglobina e índices hematimétricos: VCM, CHCM, HCM), contribuyendo así con la caracterización hematológica de este recurso zoo-genético. Considerando que, en la actualidad, son pocos los estudios de caracterización del ovino Criollo de la Sierra Sur del Perú; y, teniendo en cuenta que los valores hematológicos, son afectados por los eventos de adaptación al ambiente, altitud y clima, sobre todo. Al respecto, Parreño (2008), menciona que la hipoxia es el principal estímulo que produce un aumento de la producción de eritrocitos. En la altitud, la disponibilidad de oxígeno en el aire se reduce, por lo que la producción de eritrocitos se ve aumentada, en un afán compensatorio del organismo animal.



1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1 Objetivo general

- Establecer los parámetros e índices hematimétricos de referencia del ovinos Criollo (*Ovis aries*) del Centro Experimental Chuquibambilla (3974 m.s.n.m.) de la UNA Puno, en función a la edad y al sexo.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar los parámetros hematimétricos de referencia: recuento de glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina del ovino Criollo del C.E. Chuquibambilla en función a la edad y al sexo.
- Determinar los índices hematimétricos de referencia: volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) del ovino Criollo del C.E. Chuquibambilla en función a la edad y al sexo.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Taxonomía del ovino

La clasificación taxonómica de los ovinos es la siguiente: (Torrent, 1986)

- Reino : Animal
- Phylum : Cordados
- SubPhylum : Vertebrados
- Clase : Mamíferos
- Subclase : Ungulados
- Orden : Artiodáctilos
- Suborden : Rumiantes
- Familia : Bovidae
- Subfamilia : Ovinae
- Género : Ovis
- Especie : *Ovis aries*

2.2 El ganado ovino en el Perú y su importancia

La crianza ovina en el Perú tiene importancia económica, social y ecológica. La importancia ecológica radica en que el 79.9% de la población ovina se cría en la sierra alimentándose con pastos naturales que crecen en campos no aptos para la agricultura (Aliaga, 2010).

El Perú tiene una población ovina de 9 523 198 cabezas (INEI, 2012), las que se distribuyen en mayor porcentaje en la región Sierra, seguido de la costa y la selva. Los principales productos que se obtienen son lana y carne. La producción nacional de lana alcanza los 10 946 Tm. y la de producción de carne llega a 36 122 Tm. anuales respectivamente (Díaz, 2015).



El ovino es una especie cosmopolita y versátil, se adapta fácilmente a diferentes medios, por eso se encuentra difundida en gran parte del mundo. El 56% de la población de ovinos se encuentra en regiones poco desarrolladas, donde predomina el ovino Criollo, con una Crianza extensiva, en propiedad de pequeños productores, con un nivel tecnológico bajo a medio, cuya producción es destinada para autoconsumo y venta (Días y Vilcanqui, 2013).

A nivel de la crianza familiar, predomina el ovino Criollo, con buena rusticidad, pero bajos niveles productivos de lana y carne. El sobrepastoreo es un problema muy común en estas crianzas. Los ovinos se pastorean junto con los vacunos, sin que exista competencia por el alimento, debido a la diferente forma de aprehensión del pasto, los vacunos prefieren los pastos altos, mientras que los ovinos los pastos bajos, lo que permite elevar la productividad de la tierra hasta en un 25% sin afectar la condición de las pasturas. Los ovinos aprovechan eficientemente los subproductos de la agricultura (rastros de cosecha) que en su mayoría son alimentos fibrosos que sólo los rumiantes, como los ovinos, pueden convertir en carne, lana, pieles y leche para el uso del hombre (Calle, 1994).

2.3. El ovino Criollo y adaptación

Es un animal resultado de la cruce de diferentes razas, por eso mismo sus características son muy variables, ha logrado adaptarse a ambientes adversos (Cuellar et al., 2011). Su principal característica es ser raza de fenotipo muy variado, alta rusticidad y mediana prolificidad, representa el 70% de la población ovina del Perú. Las ovejas criollas de la sierra son de variados colores (negro, marrón, varios tonos de gris y blanco), son de bajo nivel productivo de lana y carne. Se ha reportado valores promedio de peso de vellón de 1,5 kg peso vivo 27 kg para ovejas y 35 kg para carneros (Ramos y Montenegro, 2017). Tiene la ventaja de ser un animal resistente a las alturas e



inclemencias del tiempo en el Ande y que con fidelidad acompaña a los campesinos en los tiempos de escasez. Su costo de adquisición y de mantenimiento es bajo, no encuentra los problemas que tienen las razas seleccionadas importadas, en cuanto a la adaptación al Ande (Alencastre y Gómez, 2005).

El ovino Criollo constituye una de las fuentes para satisfacer las demandas calóricas y proteicas del ser humano, brinda además una variada gama de productos como leche, lana, carne, piel, fertilizante y combustible. Es una raza de gran adaptabilidad a las condiciones climáticas y al parasitismo intestinal. Desempeñar un papel importante en la obtención de recursos financieros. La disminución de los precios reales de lana, la insuficiente asistencia técnica, la despoblación del sector rural, el bajo nivel tecnológico y el uso inadecuado de los recursos naturales (pastos y agua), son problemas que muy a menudo de presentan; pero, a pesar de esto, la tendencia de la lana y carne es levemente creciente (Díaz, 2015).

Adaptación es la capacidad de un individuo de acomodarse a las condiciones de su medio ambiente. La adaptación a la altura no es idéntica en todas las especies ni individuos, depende de su ubicación en la escala ontogenética y filogenética; por lo que, cuanto más desarrollado o más estable es un animal en su homeotermia menor será su tolerancia a la altura. La concentración de cada uno de los gases de la atmósfera como son el oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico y otros constituye la presión atmosférica o barométrica. A medida que aumenta la altitud disminuye la presión atmosférica, así como la presión parcial de oxígeno (hipoxia); sin embargo, la proporción de los gases permanece constante hasta por lo menos 30 km de altitud (Ayón y Cueva, 1998).



2.4. La sangre y el hemograma

La sangre es un tejido conjuntivo líquido que circula a través del sistema cardiovascular. Se compone de células y el plasma, un líquido con abundante proteína. La parte celular está compuesta por eritrocitos, leucocitos y plaquetas. En las aves, reptiles anfibios y peces, todas las células poseen núcleo, y las plaquetas son llamadas trombocitos. En los mamíferos solo los leucocitos poseen núcleo; las hemáticas los pierden durante su formación, y las plaquetas son fragmentos de citoplasma de su célula progenitora, los megacariocitos. (Dos Anjos et al., 2007).

Las funciones de la sangre son: (Naranjo, 2008)

- Transporta el oxígeno desde los pulmones al resto del organismo, vehiculizado por la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos y el anhídrido carbónico desde todas las células del cuerpo hasta los pulmones.
- Transporta los nutrientes contenidos en el plasma sanguíneo, como glucosa, aminoácidos, lípidos y sales minerales desde el hígado, procedentes del aparato digestivo a todas las células del cuerpo.
- Transporta mensajeros químicos, como las hormonas.
- Defiende el cuerpo de las infecciones, gracias a las células de defensa o glóbulos blancos, los que también actúan a las lesiones que producen inflamación, por medio de tipos especiales de leucocitos y otras células.
- Interviene en la coagulación de la sangre y hemostasia: gracias a las plaquetas y a los factores de coagulación.

El estudio de la sangre es un procedimiento muy común y necesario por varias razones. La sangre baña todas las demás células del organismo, transportando nutrientes, oxígeno, y productos de desecho, quedando expuestas a casi todos los procesos



metabólicos de dichas células. La hematología es una de las múltiples especialidades de la patología clínica. La aplicación más común del laboratorio de hematología es monitorizar la salud general de un animal, evaluar su capacidad general para transportar oxígeno y defenderse contra los agentes infecciosos. Combinadas con el historial, la exploración física, y otros resultados de laboratorio, ayudan a elaborar un diagnóstico (Voigt, 2003).

El “hemograma” es un perfil de pruebas de los elementos que componen la sangre (Willard et al., 2004). Este se compone de datos cuantitativos (total de células, conteo diferencial de células, índices eritrocitarios, etc.) y cualitativos (morfología de las células sanguíneas) (Rebar et al., 2015).

2.5. Hematopoyesis y eritropoyesis

La hematopoyesis es la producción de las células sanguíneas. Todas las células sanguíneas de la sangre periférica son formadas en la médula ósea a partir de una célula madre. La célula madre produce células que se comprometen con un tipo celular específico en respuesta a factores de crecimiento específicos. La hematopoyesis se divide en granulopoyesis (producción de neutrófilos, eosinófilos y basófilos), eritropoyesis (producción de eritrocitos) y megacariopoyesis (producción de plaquetas). Las lesiones a las células y las estructuras de soporte del microambiente resultarán en una disminución de la producción de células sanguíneas. Además del soporte estructural, el microambiente debe proporcionar acceso a ciertas hormonas circulantes, factores de crecimiento y nutrientes (Rosenfeld & Dial, 2010).

La síntesis de eritrocitos (eritropoyesis) se inicia en el saco vitelino del embrión, continúa en el hígado y el bazo en la etapa fetal temprana y se desarrolla de manera completa, durante los últimos 2/3 de gestación y la vida posnatal, en la médula ósea. Al



igual que todas las células hemáticas, los eritrocitos son producidos a partir de células madres primitivas situadas en los espacios extravasculares de la médula ósea mamífera. A estas células se las conoce con el nombre de “stem cell” o célula progenitora y tienen la capacidad, a diferencia de los eritrocitos maduros, de proliferar, diferenciarse y autorrenovarse de forma continua (Meder et al., 2012).

La eritropoyesis es un proceso continuo. Muchos nutrientes como la vitamina B12, el ácido fólico, piridoxina, riboflavina, tiamina, ácido cítrico y otros son esenciales para este proceso. El estímulo de la eritropoyesis parece ser la necesidad de O₂ por los tejidos. Un sensor de ≈ 2 es la eritropoyetina (EPO), la cual es producida por las células intersticiales de la corteza interna y medular de los riñones. La EPO estimula a la médula ósea para aumentar la actividad mitótica para la producción y liberación de más eritrocitos y reticulocitos maduros (Reece, 2006).

2.5. La hematología clínica y la evaluación eritrocitaria

La hematología clínica constituye una importante área de estudio sobre el estado de salud de los animales. El estudio de las variables hematológicas y de sus desviaciones permite conocer las anomalías que pueden afectar a los órganos. Las variaciones en el estado fisiológico de los animales repercuten sobre los cuadros hematológicos. La gestación, periodo de lactancia, edad y sexo han sido mencionados en distintas especies animales (bovinos, ovinos, caprinos entre otras), como causantes de variaciones en los valores hematológicos normales. Por esta razón, para una correcta interpretación del hemograma, es necesario tener en cuenta la influencia de dichos factores de variabilidad, así como también se debe considerar las condiciones climáticas y ambientales, estado nutricional, raza y manejo (Ndoutamia & Ganda, 2005).



El muestreo de sangre es una poderosa herramienta de diagnóstico para identificar las respuestas fisiológicas de un animal, ya que puede revelar importante información sobre su salud, bienestar y estado nutricional (Soch, 2011).

Los eritrocitos son evaluados cualitativa y cuantitativamente a partir de una serie de pruebas y determinaciones que se incluyen dentro del “Hemograma Completo”. Existen muchas anomalías hematológicas, entre las cuales se encuentran las eritrocitarias, se detectan mediante el hemograma completo y transforman a este método en una excelente herramienta clínica. La evaluación de los eritrocitos incluye las siguientes pruebas básicas: (Meder et al., 2012).

- Hematocrito (Hto) o Volumen Corpuscular Aglomerado (VCA)
- Hemoglobina (Hb)
- Recuento de eritrocitos
- Índices Hematimétricos
 - Volumen Corpuscular Medio (VCM)
 - Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)
 - Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM)
- Porcentaje de Reticulocitos
- Índice Reticulocitario

Además, revela información sobre la condición sanitaria de los ovinos, principalmente en casos de patologías que se manifiestan de manera subclínica y permite identificar respuestas fisiológicas a la gestación, lactancia, edad, raza, stress, deshidratación, hábitat y prácticas de manejo a campo (Guzman y Callacná, 2013).



2.6. Determinaciones eritrocitarias

2.6.1. Recuento de eritrocitos (glóbulos rojos o hematíes)

Los eritrocitos son células pertenecientes al tejido sanguíneo que tienen como función primaria transportar oxígeno desde el territorio pulmonar hacia los tejidos corporales. Su nombre deriva de la palabra griega “erythros” que significa rojo y que da origen a otras denominaciones características como eritrón, hematíes y glóbulos rojos. Su elemento constitutivo principal es la hemoglobina, proteína funcional y estructural que conforma la totalidad de la célula y sobre la cual recae la función del transporte de O₂ (Meder et al., 2012)

Los eritrocitos son células pequeñas, anucleadas, bicóncavas, carentes de los orgánulos típicos y que circulan en el torrente sanguíneo circulante. Contienen millones de moléculas de hemoglobina, una proteína transportadora de oxígeno a todas las células del organismo, es responsable del color rojo de la sangre (Barger y MacNeil, 2015). Son muy flexibles y se deforman con facilidad, lo que les permite pasar a través de vasos y capilares muy estrechos (Gargani, 2013).

Los eritrocitos tienen un diámetro de 5 a 7 μm . La forma bicóncava que tiene provee una relativa gran superficie para el intercambio gaseoso a través de su membrana celular. No tienen núcleo y poseen pocos organelos. La cuenta total de eritrocitos se expresa como el número de células por microlitro de sangre, y la mayoría de animales domésticos tienen aproximadamente 7 millones/ μL (Frandsen et al., 2009). Los eritrocitos de los ovinos son los más pequeños de los mamíferos, y no se agregan ni se deforman fácilmente como los eritrocitos de otras especies (Douglas et al., 2010).

La determinación del número de eritrocitos se puede realizar de forma manual a partir del uso del hematocitómetro o, al igual que la determinación del VCA y la Hb,



mediante la utilización de instrumentos hematológicos automáticos. El recuento de eritrocitos es de gran utilidad para el clínico ya que brinda una información rápida para el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de una enorme variedad de patologías presentes en los animales (Meder et al., 2012).

La principal función del eritrocito es el transporte de gases, es decir, del O_2 desde los pulmones a los tejidos y del CO_2 en sentido inverso. Esta función se ejerce a través de la Hb, que además interviene en la regulación del pH sanguíneo debido a su capacidad amortiguadora (Moraleda, 2017).

La hipoxia es el principal estímulo que produce un aumento de la producción de eritrocitos. En la altitud la disponibilidad de oxígeno en el aire se ve muy reducida, entonces se transporta una cantidad insuficiente de oxígeno a los tejidos, y la producción de eritrocitos se ve muy aumentada. En este caso, no es la concentración de eritrocitos en la sangre la que controla su producción, sino la cantidad de oxígeno transportado a los tejidos en relación con el requerimiento de oxígeno (Parreño et al., 2013).

Los eritrocitos varían en diámetro y espesor de acuerdo a la especie y el estado nutricional del animal, pueden sufrir modificaciones en la forma en cuanto pasan por los capilares. También hay considerable variación en la forma y tamaño de los eritrocitos dentro de las especies y entre ellas (Reece, 2006).

El número de GR varía mucho entre las especies y aún entre los individuos de la misma especie. Diversos factores afectan el número de eritrocitos, el hematocrito, la hemoglobina, los índices eritrocitarios y otros constituyentes sanguíneos. Entre esos factores están principalmente la edad, el sexo, el ejercicio, el estado nutricional, la lactación, la gestación, el estrés (liberación de adrenalina), el volumen sanguíneo, la fase



del ciclo estral, la raza, la hora del día, la temperatura ambiental, la altitud y otros factores climáticos (Reece, 2006)

2.6.2. Hematocrito (Volumen Corpuscular Aglomerado, VCA; o Volumen de Glóbulos Aglomerados, VGA)

El hematocrito mide la relación entre los glóbulos rojos y el plasma, o sea, mide el porcentaje de sangre ocupada por eritrocitos. Valores abajo de normal indican anemia y arriba indican poliglobulia (García y Pachaly, 1994). Para la mayoría de especies de mamíferos el rango oscila entre 35 y 45% (Frandsen et al., 2009). Se obtiene al centrifugar la sangre venosa o capilar, no coagulada, determinando las cantidades relativas de eritrocitos empacados y de plasma (Berrio et al., 2003).

Su determinación junto con el recuento de eritrocitos y la valoración de la concentración de hemoglobina brindan una información fiable del cuadro eritrocitario que deberían ser tenidas en cuenta en conjunto para cuantificar el grado de anemia, sobre todo en trastornos ferropénicos (Meder et al., 2012).

El hematocrito se puede elevar en condiciones estresantes, según la excitación, debido al aumento en la eritrocitemia, bien sea por estimulación de la eritropoyetina con aumento de la síntesis, o por contracción esplénica, con liberación de eritrocitos almacenados, situaciones apreciadas en procesos de ansiedad o en adaptación a zonas de gran altura, bien como en patologías pulmonares que interfieran en la oxigenación tisular, o en ejercicio intenso y en el manejo de los animales. El valor del hematocrito sufre una disminución cuando los animales son sometidos a una restricción alimentaria o en procesos que cursan con pérdida de sangre, tales como shock hemorrágico (Castillo, 1993).



Como una respuesta adaptativa a la hipoxia, los valores promedio del hematocrito y hemoglobina, son notablemente altos en poblaciones de altura, en comparación a aquellas asentadas al nivel del mar (OMS, 2000).

El examen macroscópico de plasma en el tubo de hematocrito puede detectar ictericia, hemólisis o lipemia. Se utiliza sangre anticoagulada o se usan tubos heparinizados, y se llenan hasta las $2/3 - 3/4$ partes. Después de la centrifugación los glóbulos rojos se aglomeran en el fondo y los glóbulos blancos y plaquetas en una delgada línea blanca (capa flogística) entre los glóbulos rojos y el plasma. Para calcular el VCA, la longitud de los glóbulos rojos aglomerados se divide por el total de los glóbulos rojos aglomerados, capa flogística y plasma (Willard et al., 2004). Si se centrifugan muestras durante 5 minutos a 10.000 – 12.000 RPM o durante 3 minutos a 15.000 – 16.000 RPM, se conseguirá generalmente la total separación y aglomeración de las células. Para los rumiantes se doblará el tiempo de centrifugado, principalmente en ovinos y cabras, ya que el menor tamaño de los eritrocitos ralentiza la velocidad de sedimentación. Los analizadores de sangre electrónicos miden el VCA combinando el volumen medio de glóbulos rojos, medido electrónicamente, y el recuento total de los mismos (Voigt, 2003).

La hemoconcentración debida a deshidratación, asfixia o excitación (estrés) producen aumentos en el hematocrito. Normalmente, el hematocrito es aproximadamente tres veces la concentración de hemoglobina (Reece, 2006).

2.6.3. Hemoglobina

La hemoglobina es una proteína globular, que se encuentra en grandes cantidades dentro de los glóbulos rojos: es la molécula a la cual se une el O_2 para la función de los eritrocitos (Brandan, 2008).



En las regiones geográficas con diferencias de altitud, temperatura y humedad se pueden provocar variaciones en los parámetros hematológicos, teniendo en cuenta que en zonas de mayor altitud los valores son siempre mayores (Coles, 2002). La época del año, con sus variaciones de temperatura, puede influir en los niveles de hemoglobina. También el sexo tiene influencia sobre los valores normales de hemoglobina, siendo los machos quienes presentan valores mayores que las hembras (Couto, 2010). Los niveles medios de hemoglobina para la especie ovina oscilan entre 7,4 g/dL y 16 g/dL (Brooks et al, 1984).

En altitudes muy elevadas, donde la cantidad de oxígeno en el aire se encuentra muy reducida, se transporta una cantidad insuficiente del mismo hacia los tejidos aumentando de modo considerable la producción de eritrocito y conforme a este aumento de altura de residencia, se observa una reducción en el grado de la saturación arterial de oxígeno (cantidad de oxígeno unido a la hemoglobina). Esto, consecuentemente provoca que la hemoglobina en la altura transporte menos cantidad de oxígeno (menor saturación). Sin embargo, esta disminución de la capacidad de transporte se compensaría por una mayor cantidad de hemoglobina en la altura con lo cual nuevamente se aumenta la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre además se produce una modificación en la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno lo que permitiría que los tejidos en la altura reciban un aporte adecuado de oxígeno (Basnyat, 2003).

La cantidad de hemoglobina varía dentro de ciertos límites normales. El estrés puede aumentar la cantidad de hemoglobina por causa del hematocrito aumentado y el número de eritrocitos por unidad de volumen. Estas modificaciones son debidas a la liberación de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) provocando bazo-constricción que moviliza los eritrocitos en el sistema circulatorio (Reece, 2006).

La hemoglobina puede ser un parámetro más exacto que el VCA si las células se encuentran contraídas, edematizadas o tienen un aumento de la fragilidad. La hemoglobina



es inexacta si la lipemia interfiere con la transmisión de la luz a través del plasma durante el enlace fotométrico. Un número elevado de cuerpos de Heinz puede producir un aumento erróneo en la densidad óptica, que produce un incremento artificial en la concentración de hemoglobina (Willard et al., 2004).

La baja PO₂ en la sangre, como la producida por la baja presión barométrica en las grandes altitudes, provocan un aumento en el número de eritrocitos y en la producción de hemoglobina, para auxiliar la compensación de la deficiencia de O₂ en los tejidos. En altitudes elevadas de 4200 a 4500 m, el contejo de eritrocitos puede aumentar hasta un 40 a 50% (policitemia) (Reece, 2006).

2.7. Índices eritrocitarios o hematimétricos

Los índices hematimétricos son valoraciones cualitativas y morfológicas de los eritrocitos. Los mismos resultan de la asociación de dos variables que presentan como ventaja primordial haber sido obtenidas por distintos métodos, independientemente de si su determinación haya sido manual o automática. Los distintos índices utilizados permiten clasificar morfológicamente a las anemias y, desde un punto de vista clínico, aplicar los mismos para diferenciar entre anemias regenerativas y arregenerativas. Los 3 índices eritrocitarios evaluados de forma rutinaria son: VCM, HCM y CHCM (Meder et al., 2012).

Los índices son útiles en el diagnóstico de varias anemias. La deficiencia de hierro en todos los mamíferos es característica de un tipo microcíticos de anemia (células muy pequeñas). El VCM indica el tamaño medio de la célula en micrómetros cúbicos. La mayor parte de mamíferos nacen con eritrocitos grandes. Por ejemplo, los porcinos nacen con eritrocitos grandes (VCM=80 a 90 fL), los cuales enseguida disminuyen (VCM= 55 a 65 fL) en ocho semanas. El HCM expresa el peso medio de la hemoglobina presente en los



eritrocitos y el CHCM el porcentaje medio del VCM que ocupa la hemoglobina. Estos valores varían entre las especies (Reece 2006).

2.7.1. Volumen Corpuscular Medio (VCM)

Resulta del cociente entre el hematocrito y el recuento de eritrocitos x 10. Su valor se expresa en femtolitros (fL). El valor hallado indica el tamaño promedio de los eritrocitos en sangre periférica y permite clasificar a los mismos en macrocíticos, normocíticos y microcíticos (Meder et al., 2012).

Corresponde al volumen promedio de los eritrocitos, se expresa en femtolitros (fL) o micrómetros cúbicos (μm^3). Un VCM aumentado se denomina macrocitosis, es decir indica la presencia de glóbulos rojos más grandes de lo normal; en cambio un VCM disminuido se denomina microcitosis, e indica la presencia de glóbulos rojos que son más pequeños que el tamaño promedio (Voigt, 2003; Morgan, 2004).

El clima puede influir en el VCM, ocurre un descenso en meses cálidos frente a los meses fríos. La disminución de los valores del VCM durante los meses de invierno se debe a la reducción de aportes nutricionales en los pastizales invernales (Coopo et al, 2002).

En las estaciones intermedias, los valores de VCM son mayores que en las estaciones cálidas. Esta reducción según algunos autores, estaría relacionada con la necesidad orgánica de reducir el calentamiento metabólico, por la reducción del requerimiento de oxígeno celular para compensar el calor ambiental (Shaffer et al, 2000).

2.7.2. Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)

Resulta del cociente entre la hemoglobina y el recuento de eritrocitos x 10. Su valor se expresa en picogramos (pg). El valor hallado indica la cantidad de hemoglobina promedio de cada eritrocito en sangre periférica (Meder et al., 2012)



La HCM es la cantidad media de hemoglobina en peso, por eritrocito; o bien, la proporción de peso de la hemoglobina y el volumen en que está contenida. Se mide en picogramos (pg) y es calculada dividiendo la concentración de hemoglobina por la cantidad de eritrocitos (en millones) y multiplicado por 10 (Hendrix, 2002).

Las variaciones producidas en los niveles de hemoglobina y eritrocitos circulantes se manifestarán en cambios en la HCM (Coles, 2002). El valor medio de HCM para la especie ovina es de 8-12 pg (Brooks et al, 1984).

2.7.3. Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM)

Resulta del cociente entre la hemoglobina y el hematocrito x 100. Su valor se expresa en gramos/decilitro (g/dL). El valor hallado indica la cantidad de hemoglobina por volumen de cada glóbulo rojo y permite clasificar a los mismos, de acuerdo a su color, en hiperocrómicos, normocrómicos e hipocrómicos (Meder et al., 2012).

La CHCM indica la concentración promedio de hemoglobina en los eritrocitos, expresado de otra manera se diría que mide el volumen de la masa de eritrocitos que corresponde a la hemoglobina. Entonces una CHCM disminuida se denomina hipocromasia e indica que, en promedio, los eritrocitos contienen menos hemoglobina por medida de volumen; y una CHCM aumentada se denomina hiperchromasia, que es la pérdida de volumen celular (Vaden et al, 2011).

Es una medida de la concentración de Hb en los eritrocitos. Indica el peso de la hemoglobina (en gramos) en un decilitro (100 ml) de eritrocitos y no en un dl de sangre entera. Se expresa en g/dL, puede verse también como porcentaje (Voigt, 2003). En el ovino la media de CHCM es de 31-34 g/dl (Brooks et al, 1984).



Una CHCM define a los eritrocitos como normocrómicos o hipocrómicos. Los GR hipercrómicos (CHCM aumentada) indican error en la muestra o en el laboratorio (Voigt, 2003).

Desde el punto de vista práctico, se pueden presentar 3 tipos de categorías anémicas evaluadas a partir de los índices hematimétricos: macrocítica-hipocrómica (regenerativa), normocítica-normocrómica (arregenerativa) y microcítica-hipocrómica (deficiencia de hierro). La anemia macrocítica-normocrómica, infrecuente, se presenta ante la deficiencia de vitamina B12 y ácido fólico (Meder et al., 2012).

En el ovino, el número de eritrocitos es de 9-15 x 10¹²/L, el hematocrito de 27 a 45% y la hemoglobina de 9-15 g/dL. Los rangos para VCM son de 28-40 fL, para HCM de 8-12 pg y para CHCM de 31 a 34 g(dL (Reece, 2006).

2.8. Antecedentes

En el matadero de la Municipalidad de Cajamarca, se tomaron muestras de 150 ovinos Criollos, aparentemente sanos, con el objetivo de establecer valores hematológicos de referencia para eritrocitos, hematocrito, hemoglobina, índices hematimétricos (VCM, CHCM, HCM). Los ovinos se separaron en dos grupos (machos y hembras) y por grupos etarios (dientes de leche, 2, 4, 6 y 8 dientes). Se tomaron 3 mL de sangre en tubos con EDTA por venopunción yugular. Los valores de referencia obtenidos son: Número de eritrocitos 7,7-11,8x10⁶/μL, hematocrito 30,8-46,5%, hemoglobina 10,3-15,4 g/dL, VCM 31,0-49,0 fl, HCM 10,4-16,2 pg, CHCM 31,8-34,8% (Mejía, 2018).

Constantes hematológicas encontradas en ovinos de la raza Criolla procedentes de diferentes comunidades de la provincia de Cajamarca, obtenidas de 144 muestras de sangre con anticoagulante, de ellos 81 fueron machos y 63 hembras. En el laboratorio se realizó el recuento glóbulos rojos por el método del hemocitómetro, para eritrocitos

empaquetados el método de microhematocrito, la determinación del contenido de hemoglobina por el método de cianometahemoglobina, los índices hematimétricos por fórmulas. Los valores encontrados se encuentran en la Tabla 1 (Chuquiruna, 1989).

Tabla 1: Constantes hematológicas de la serie roja encontradas en 81 ovinos machos raza criolla. Cajamarca.

Constantes hematológicas	Unidades	Promedio	D.S.	C.V.	Valores Extremos
MACHOS (n=81)					
Eritrocitos	mill/ μ L	9.27	1.58	17.02	6.25 – 15.14
Hemoglobina	g/dL	12.38	1.26	10.29	9.9 – 15.4
VCM	fL	38.77	4.54	11.71	26.99 – 49.88
HCM	pg	13.5	1.37	10.18	10.27 – 17.12
CHCM	g/dL	34.62	2.36	6.83	27.9 – 39.75
HEMBRAS (n=63)					
Eritrocitos	mill/ μ L	9.12	1.45	15.91	6.14 – 12.28
Hemoglobina	g/dL	12.18	1.42	11.82	8.1 – 14.7
VCM	fL	34.41	4.61	11.7	30.94 – 48.45
HCM	pg	13.52	1.53	11.28	10.50 – 17.12
CHCM	g/dL	34.37	2.29	6.66	29.79 – 39.68

Se realizó un estudio en la Patagonia (Argentina) con una altitud de 2500 msnm y con una temperatura anual de 15°C. La medición del hematocrito se realizó por método micrométrico y se expresó en porcentaje (%) y los parámetros restantes se analizaron mediante un analizador hematológico interpretativo y diferencial system V2:O (Serono Baker Diagnostics, Inc). Los resultados se presentan en la Tabla 2 (Abalos et al., 2017).

Tabla 2: Valores hematológicos de referencia en ovinos adultos de la raza Merino en Argentina.

Constante hematológica	Media	D.E.	Mín	Máx
Hematocrito (%)	38	5.15	28	51
Hemoglobina (g/dL)	12.10	1.56	7	15
HCM (pg)	11.75	2.75	10.7	14.2
VCM (fL)	35.10	1.70	33	39
CHCM (g/dL)	32.85	8.35	30.1	42.4

Se realizó un estudio de los perfiles hematológicos de diferentes razas de ovinos en la Patagonia (Argentina) con una altitud de 2500 msnm y clima templado a frío con una temperatura anual de 15°C. El hematocrito se determinó por la técnica del microhematocrito. El recuento de eritrocitos y hemoglobina se realizó con contador hematológico tipo Coulter (Geo MC, IBSA). Se compararon los valores hematológicos de las diferentes razas, por medio del test t de Student a un nivel de confianza del 95%. Los resultados se presentan en la Tabla 3 (Pedreira et al., 2010).

Tabla 3: Perfiles de hematocrito y hemoglobina de las distintas razas de ovinos.

Raza	Hematocrito	Hemoglobina
Merino	0.37	16.21
Romney Marsh	46.90	15.80
Frisona	30.25	9.87

Valores hematológicos de 20 ovejas criollas vacías de aproximadamente 2 a 3 años de edad, ubicada en el municipio de Texcoco de Mora en el Estado de México, a una altura

de 2245 msnm. Una temperatura media anual de 15°C y un régimen pluviométrico de 664,8mm. En el laboratorio se realizó el recuento de eritrocitos totales a través del método de la cámara de Neubauer. La determinación de hemoglobina (Hb) se obtuvo mediante el hemoglobinómetro de Spencer y la medición del hematocrito (macrohematocrito) por medio del tubo de Wintrobe y se calcularon los principales índices eritrocíticos. Los resultados se presentan en la tabla 4 (Partida et al., 2011).

Tabla 4: Valores de la serie roja de ovejas criollas en Chapingo, México

Constantes hematológicas	Unidades	Promedio	D.E.	Mín	Máx
Eritrocitos	mill/ μ L	8.75	1.07	7.61	10.91
Hemoglobina	g/dL	13.28	1.68	12.01	15.75
Hematocrito	%	35.78	0.87	34.05	36.80
VCM	fL	43.21	4.99	36.84	47.83
HCM	pg	15.92	1.22	14.36	17.30
CHCM	g/dL	37.13	4.21	34.05	43.31

Se determinó los valores de referencia hematológicos y bioquímicos de la raza 4M como respuesta adaptativa a las condiciones edafoclimáticas de la región Sierra del Ecuador. Se utilizaron 60 ovinos de la raza 4M (21 machos y 39 hembras), con rango de edades (jóvenes y adultos). Se midieron variables que experimentan cambios a diferentes altitudes (glóbulos rojos, hemoglobina, hematocrito) en función del sexo y edad. Los ovinos 4M muestran valores hematológicos dentro de los rangos referenciales. En el factor sexo no existe diferencia estadística en la mayoría de variables. El comportamiento de los parámetros hematológicos y bioquímicos de la raza 4M demuestra la buena adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la región sierra del Ecuador (Pilataxi, 2019).

Se ha realizado el estudio de hemograma del ovino de la raza Corriedale, clínicamente sanos, criadas en un sistema extensivo sobre pastura natural. Se tomaron muestras de 12 ovejas adultas vacías y 15 gestando, 15 corderos, 15 borregas y 4 carneros. A cada animal se le realizaron tres extracciones de sangre con un intervalo de 30 días entre cada una. Se realizó una caracterización de los valores que presentan las variables hematológicas básicas (GR, Hb y Hto), los índices eritrocitarios (VCM, HCM y CHCM) para las diferentes categorías de ovinos. Las ovejas preñadas presentaron un menor valor de GR, Hb y Hto que el resto de las categorías. Los GR de las categorías menores (corderos y borregas) presentaron un menor VCM y HCM. (Sebastián, 2017).

En ovinos el número de eritrocitos se puede situar entre 6 y 15,63 millones/ μ l, los valores normales de eritrocitos en millones/ μ l de sangre en ovinos es 9,0 a 15,0. Entre los ovinos los contajes de eritrocitos cambian con la edad, la hematimetría aumenta cerca de 7,5 millones/ μ l en la primera semana de vida, para alcanzar más de 14 millones/ μ l en la octava semana (Couto, 2010).

En la tabla 5, se encuentran valores de referencia de los parámetros sanguíneos en ovinos reportado por Ramos y Ferre (2007), no indica la raza, ni el lugar de estudio.

Tabla 5: Valores de referencia de los parámetros sanguíneos en ovinos.

Constantes hematológicas	Unidades	Valor de referencia
Eritrocitos	mill/ μ L	9 – 14
Hemoglobina	g/dL	8 – 15
Hematocrito	%	28 – 40
VCM	Mm	28 – 42
HCM	pg	8 - 12
CMHC	g/dL	30 - 34



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El estudio se realizó entre los meses de agosto a diciembre del 2021 en el Centro Experimental Chuquibambilla de la Universidad Nacional del altiplano, se encuentra ubicada en la región Puno, provincia de Melgar, distrito de Umachiri, próximo a las coordenadas 14° 47' 37" de latitud Sur y 70° 47' 50" longitud Oeste, y una altitud de 3974 m. El clima varía entre frío y templado; está definido por tres períodos que son época de escasez de lluvias (junio a setiembre), época de lluvias (diciembre a marzo) y meses de transición (octubre, noviembre, abril y mayo). Los datos climáticos de temperatura y precipitación pluvial en Chuquibambilla son: temperatura media 10,49°C, precipitación pluvial 739,93 mm/año y una humedad relativa de 57,71% (SENAMHI, 2016).

El centro cuenta con una extensión total de 5,095.87 hectáreas, cuyas praderas están constituidas por pastos naturales, base para la alimentación de los animales de acuerdo a la zona que tiene el centro una plana o pampa y otra ladera o zona alta.

3.2. Material experimental

3.2.1. Animales, estado de salud y alimentación

Para el presente trabajo se utilizaron 80 ovinos Criollos, distribuidos en función a la edad y al sexo (Tabla 6). Todos los animales en aparente buen estado de salud.

Tabla 6: Distribución de ovinos Criollo según edad y sexo.

EDAD	SEXO		TOTAL
	Macho	Hembra	
Dientes de leche (DL)	10	10	20
Dos dientes (2D)	10	10	20
4 dientes (4D)	10	10	20
Boca llena (BLL)	10	10	20
TOTAL	40	40	80

La alimentación de los animales es en base a las pasturas naturales de la zona, en una crianza tipo extensiva. La zona de pampa se diferencia por presentar una cobertura de pastos naturales divididos en potreros por cercos de alambre con abrevaderos en tiempos de secas y cuya población de pastos es como sigue: leguminosas, gramíneas, ciperáceas, juncáceas, teniendo como especies dominantes anuales y perennes a la *Festuca dolichophylla* (Chilligua), *Alchemilla pinnata* (Sillo sillo), *Calamagrostis vicunarum* (Crespillo), *Calamagrostis sp.* (Sora), *Muhlenbergia fastigiata* (Gramma o chiji) y en menor porcentaje *Trifolium amabili* (Layo), *Stipa ichu* (Ichu), *Margaricarpus pinnatus* (Kanlla) y *Festuca ortophilla* (Iru ichu). En la zona alta; no cuenta con cercos de alambre y tiene menor disponibilidad de abrevaderos en tiempo de lluvias, y ausentes en épocas de secas, las especies de pastos, que se encuentran en esta parte alta son la: *Festuca dolichophylla*, *Margaricarpus pinnatus*, *Festuca ortophilla*, *Stipa Ichu* que son los más comunes (Belizario, 2000).

El tipo y tamaño de muestras considerado para el estudio fue al azar y según criterio.



3.2.2. Personal y materiales

Personal de apoyo

Para la fase de campo (muestreo), se requirió el apoyo del siguiente personal:

- 3 personas para la captura y sujeción de los animales
- 1 técnico para la determinación de la edad (dentición)
- 1 profesional para la determinación del estado de salud del animal.
- 2 técnicos para la toma de muestras sanguíneas.

Material de campo:

- Guantes desechables.
- Tubos vacutainer con EDTA y agujas calibre 20G.
- Fundas de agujas vacutainer.
- Torundas de algodón.
- Alcohol yodado
- Bolsa para desechos biológicos.
- Marcador indeleble
- Tiza para marcar al animal
- Cuaderno de registro.
- Caja refrigerante con hielo y gradillas

Material de laboratorio

- Hematocitómetro (cámara de Neubauer)
- Pipeta de Thoma para glóbulos rojos
- Tubo de hule y boquilla
- Microscopio
- Gradilla
- Tubos de ensayo



- Papel filtro
- Láminas porta y cubreobjetos
- Cronómetro
- Pipetas Pasteur.
- Contador manual de células.
- Capilares
- Microcentrífuga
- Plastilina
- Lector de hematocrito
- Espectrofotómetro
- Micropipetas y pipetas
- Material volumétrico
- Baño de agua

3.3. Métodos

3.3.1. Selección de animales

Los animales fueron seleccionados en forma aleatoria de los rebaños correspondientes a los grupos de estudio establecidos. Los animales seleccionados se criaron bajo las mismas condiciones ambientales, de alimentación (pasturas naturales) y de manejo.

A los animales seleccionados se les realizó un examen clínico a fin de excluir animales con signos de enfermedad o anomalía congénita alguna, de este modo, los animales para el estudio mostraron un aparente buen estado de salud.



3.3.2. Obtención de sangre, suero y conservación

La toma de muestras se realizó en las primeras horas de la mañana (entre 6 y 8 de la mañana) estando los animales en ayunas. Las muestras sanguíneas se obtuvieron mediante punción en la vena radial, estando el animal en posición de sentado y haciendo hemostasia a nivel del brazo con banda elástica. Se localiza por palpación la vena y se realiza la antisepsia con alcohol-yodado alrededor del sitio de punción.

Se utilizaron agujas y tubos al vacío conteniendo EDTA (tapa morada). Se obtuvo un volumen aproximado de 5 mL los que fueron colocados en termo refrigerado con hielo para su conservación y transporte hasta el laboratorio en la ciudad de Puno. Todos los materiales utilizados fueron colocados en la bolsa de desechos.

3.3.3. Análisis de muestras

Determinación de parámetros hematimétricos

a) Recuento de glóbulos rojos (método del hemocitómetro)

Fundamento: La muestra sanguínea se diluye lo suficiente para observar y poder contar los hematíes utilizando un líquido de dilución isotónico que permite identificarlos adecuadamente, impidiendo la aglutinación, la hemólisis y además destruye otros elementos que pudieran interferir en el recuento, el cual se realiza en la cámara de Neubauer, cuya capacidad es conocida. La cuenta se realiza en el microscopio a un objetivo de 40x para calcular el número de glóbulos rojos por mm³ (INS, 2005).

Reactivo:

- Diluyente de Hayem: cloruro de mercurio 0.5 g, cloruro de sodio 1.0 g, sulfato de sodio 5.0 g, y agua destilada 200 mL.



Procedimiento:

Se siguió el siguiente procedimiento:

- Ensamblar la pipeta de Thoma con el tubo hule.
- Homogenizar la muestra de sangre para luego aspirar con la pipeta hasta la marca de 0.5. Limpiar la punta de la pipeta con papel filtro.
- Luego aspirar el diluyente de Hayem hasta la marca 101, girando suavemente mientras se llena para evitar la formación de burbujas. Con esto se obtiene una dilución de 1:200.
- Retirar la pipeta del diluyente de forma horizontal y se tapan los orificios con los dedos, toda la sangre debe estar en el bulbo.
- Agitar la pipeta manualmente formando 8's con la muñeca por 2 a 3 minutos y luego se desechan las 3 o 4 primeras gotas y se limpia la punta de la pipeta con papel filtro antes de cargar la cámara.
- Cargar la cámara de Neubauer. Con la punta de la pipeta se toca el espacio entre el cubreobjetos y la cámara dejando fluir el líquido por capilaridad, sin que se derrame por los bordes, y se retira la pipeta. Si se derrama hay que repetir este paso, previamente limpiando la cámara.
- Esperan 3 minutos para que sedimenten las células, pasado ese tiempo inicia la evaporación.
- Con el objetivo de 10X del microscopio se localiza el cuadro central de los 9 cuadros grandes y una distribución homogénea de las células.
- Contar los eritrocitos con el objetivo de 40X en 5 de los 25 cuadros pequeños del área central.



Cálculo:

$$\begin{aligned} N^{\circ} GR (10^{-12}/L) &= \frac{GR \text{ contados}}{\text{altura} \times \text{dilución} \times \text{área}} = \frac{GR \text{ contados}}{1/10 \times 1/200 \times 1/5} \\ &= GR \text{ contados} \times 1000 \end{aligned}$$

b) **Hematocrito** (método del microhematocrito)

Fundamento: El hematocrito o volumen globular, mide el porcentaje del volumen total de sangre ocupado por los glóbulos rojos. Su determinación se basa en la separación de los eritrocitos y el plasma mediante una centrifugación capaz de "empacar " a los hematíes en el menor volumen posible, este, será llevado al 100 con el total de sangre, por lo que el resultado se expresará como un porcentaje.

Procedimiento

- Homogenizar la sangre por inversión menos durante 5 minutos, sin agitarla.
- Llenar el tubo capilar hasta 3/4 partes de su capacidad con la sangre. Limpiar el exceso de sangre del exterior del capilar con papel filtro.
- Sellar el extremo capilar que tiene el anillo coloreado con plastilina.
- Colocar el capilar en el plato de la microcentrifuga con la parte sellada hacia la periferia y centrifugar durante 5 min a 12000 rpm.
- Realizar la lectura en el lector para hematocrito, no incluyendo la capa rica en leucocitos y plaquetas.

Cálculo

$$\% \text{ de Hto} = \frac{\text{Altura de GR (mm)}}{\text{Altura del volumen total (mm)}} \times 100$$



c) **Hemoglobina** (método espectrofotométrico)

Fundamento: La hemoglobina (Hb) presente en la muestra, en presencia de ferricianuro (reactivo de Drabkin) se oxida a hemiglobina (Hi, también llamada metahemoglobina) que, a su vez, se combina con iones cianuro a pH 7,2 convirtiéndose en cianuro de hemiglobina (HiCN o cianmetahemoglobina). Todos los hemocromógenos, a excepción de la sulfohemoglobina, reaccionan completamente en 3 minutos y la lectura se efectúa a 540 nm.

Reactivos

- Reactivo de Drabkin (ferricianuro de K 0.6 mM, cianuro de K 0.7 mM y buffer y estabilizantes como suspensión)
- Solución estándar de hemoglobina (60 g/dL)

Procedimiento

- Preparar la batería de tubos (tabla 7).

Tabla 7: Reactivos y volúmenes de la batería de tubos para determinar hemoglobina.

	Blanco	Muestra	Estándar
Reactivo de Drabkin (mL)	5	5	5
Sangre anticoagulada (μL)	.-	20	.-
Solución estándar de Hb (μL)	.-	.-	20

- Mezclar bien y dejar en reposo por 5 min.
- Leer la absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm.

Cálculo

$$\text{Hemoglobina (g/dL)} = \frac{[St]}{A_{St}} \times A_M$$



Donde:

[St] : Concentración del estándar de hemoglobina (60 g/dL)

A_M : Absorbancia de la muestra

A_{st} : Absorbancia del estándar

Determinación de los índices hematimétricos

Los algoritmos para la determinación de los tres índices eritrocitarios evaluados en el presente estudio fueron:

a) **Volumen Corpuscular Medio** (VCM)

$$VCM = \frac{VGA \text{ (números enteros)}}{\text{Recuento total de GR } (10^{-12}/L)} \times 10$$

b) **Hemoglobina Corpuscular Media** (HCM)

$$HCM = \frac{\text{Hemoglobina (g/dL)}}{\text{Recuento total de GR } (10^{-12}/L)} \times 10$$

c) **Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media** (CHCM)

$$CHCM = \frac{\text{Hemoglobina (g/dL)}}{VGA \text{ (números enteros)}} \times 100$$

3.4. Análisis estadístico

La sistematización de datos se realizó en hoja Excel y luego analizados estadísticamente en el programa InfoStat. Se reportan los siguientes estadísticos descriptivos: media, error estándar de la media (EE), desviación estándar (DE) y límites de confianza del 95% ($X \pm 1,96 DS$).

El análisis de la varianza (ANOVA) fue realizado en un Diseño de Bloques Completo al Azar cuyo modelo matemático es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$



Donde:

Y_{ij} : variable de respuesta.

μ : Media general de la variable en estudio

α_i : Efecto del sexo ($i=1, 2$)

B_j : Efecto de la edad ($j=1, 2, 3, 4$) (bloque)

ε_{ij} : Error experimental

Para la comparación de medias se utilizó la Prueba de Significancia de Tukey a un $\alpha=0.05$.

Antes de someter los datos al ANOVA, fueron sometidos a la prueba de normalidad utilizando el método gráfico de Q-Q plot y a una prueba de homogeneidad de varianzas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados individuales de los 80 ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla considerados en el presente estudio se encuentran en el Anexo 1. La discusión de resultados se realizará en función a los objetivos trazados en el proyecto.

4.1. Parámetros hematimétricos

4.1.1. Recuento de glóbulos rojos (RBC)

Los estadísticos descriptivos del RBC de los ovinos Criollos, según edad y sexo, del C.E. Chuquibambilla se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo ($10^{12}/L$)

Edad	Sexo	n	Media	±	Sx	C.V. (%)	Intervalo de confianza (95%)	
							Límite inferior	Límite superior
Dientes de leche (DL)	Macho	10	11.88	±	0.16	4.37	11.56	12.20
	Hembra	10	11.82	±	0.10	2.78	11.62	12.02
2 dientes (2D)	Macho	10	11.48	±	0.17	4.76	11.14	11.82
	Hembra	10	13.07	±	0.19	4.49	12.71	13.44
4 dientes (4D)	Macho	10	12.29	±	0.24	6.21	11.81	12.76
	Hembra	10	13.67	±	0.16	3.71	13.36	13.99
Boca llena (BLL)	Macho	10	10.99	±	0.22	6.43	10.55	11.43
	Hembra	10	13.04	±	0.17	4.19	12.71	13.38
Total	Macho	40	11.66	±	0.12	6.69	11.42	11.90
	Hembra	40	12.90	±	0.13	6.47	12.64	13.16
TOTAL		80	12.28	±	0.11	8.30	12.06	12.50



El número de eritrocitos para ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla presentan un promedio general de $12.28 \times 10^{12}/L$, valor que se encuentra dentro del rango indicado por (dos Anjos et al, 2007) quienes establecen para ovinos valores normales de RBC entre 9 y $15 \times 10^{12}/L$ y al de Rosenfeld & Dial (2010) quienes establecen para ovinos valores normales de RBC de $8-16 \times 10^{12}/L$.

Comparando los valores con estudios referidos al ovino Criollo de otras latitudes, el encontrado en el presente estudio es superior a los reportados por Chuquiruna (1989) ($9.27 \times 10^{12}/L$) y Mejia (2018) ($9.7 \times 10^{12}/L$) quienes evaluaron el RBC en ovinos Criollos de Cajamarca, ubicado a una altitud de 2750 m. Asimismo, Partida et al. (2011), estudiando ovinos Criollos de Chapingo, México ubicado a 2245 msnm, obtuvieron una media de $8.75 \times 10^{12}/L$ de eritrocitos. Por su parte, Tarco (2018), analiza muestras sanguíneas de ovinos Criollos de la provincia de Cotopaxi, Ecuador, a una altitud media de 3000 m, obtiene una media de $10.47 \times 10^{12}/L$ de eritrocitos. También Cuoto (2010), estudia la Oveja Criolla Lanada Serrana del Estado de Santa Catarina, Brazil, situado a una altitud media de 884 m, obtiene una media de $9.05 \times 10^{12}/L$ de eritrocitos, inferior al encontrado en el estudio.

Las justificaciones de los resultados encontrados en el presente estudio, se realizará al término de la presentación de los resultados, conjuntamente con los demás parámetros e índices hematimétricos, ya que están estrechamente relacionados.

El ANVA (Anexo 4) indica que la edad y el sexo son factores que influyen en el RBC. La prueba de Tukey (Anexo 5) establece que la media es superior en ovinos de 4D que en las demás edades ($P \leq 0.05$); pero, no existe diferencia entre animales de DL, 2D y BLL ($P > 0.05$), tal como se ilustra en el Gráfico 1.

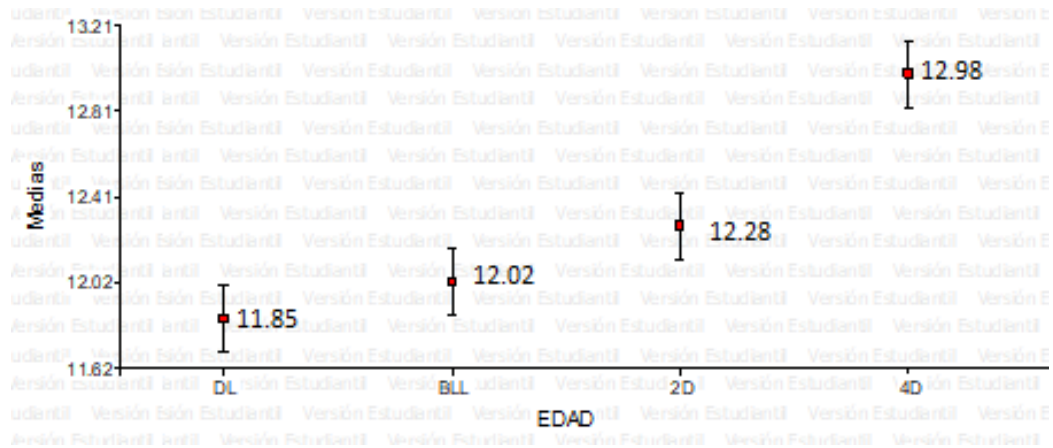


Gráfico 1: Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en $10^{12}/L$).

Asimismo, la prueba de Tukey para el factor sexo (Anexo 6), muestra que el RBC es mayor en hembras que en machos ($P \leq 0,05$) (Gráfico 2).

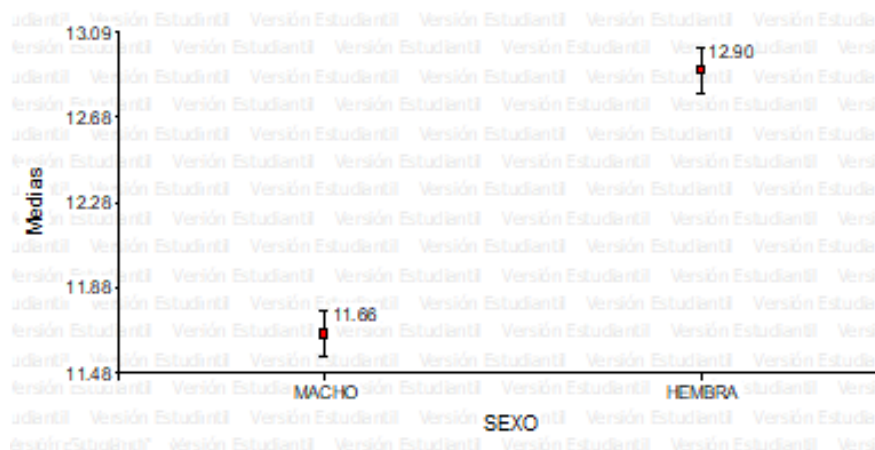


Gráfico 2: Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en $10^{12}/L$).

4.1.2. Hematocrito (HTO)

Los estadísticos descriptivos del hematocrito de los ovinos Criollos, según edad y sexo, del C.E. Chuquibambilla se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo (en %).

Edad	Sexo	n	Media	±	Sx	C.V. (%)	Intervalo de confianza (95%)	
							Límite inferior	Límite superior
Dientes de leche (DL)	Macho	10	32.56	±	0.42	4.08	31.73	33.38
	Hembra	10	32.49	±	0.47	4.56	31.57	33.41
2 dientes (2D)	Macho	10	34.21	±	0.53	4.90	33.17	35.25
	Hembra	10	38.17	±	0.39	3.23	37.41	38.93
4 dientes (4D)	Macho	10	33.08	±	0.68	6.53	31.74	34.41
	Hembra	10	40.09	±	0.81	6.37	38.50	41.67
Boca llena (BLL)	Macho	10	31.28	±	0.56	5.70	30.17	32.38
	Hembra	10	38.09	±	1.13	9.39	35.87	40.30
Total	Macho	40	32.78	±	0.32	6.10	32.16	33.40
	Hembra	40	37.21	±	0.58	9.90	36.07	38.35
TOTAL		80	34.99	±	0.41	10.55	34.18	35.80

El hematocrito de ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla presenta una media general de 34.99%, valor que se encuentra dentro del rango indicado por Dos Anjos et al (2007) quienes establecen para ovinos en general, valores normales de 27-45%.

Comparando el hematocrito de ovinos Criollo de otras partes, el encontrado en el presente estudio es inferior al reportados Mejia (2018) (38.7%) quienes estudiaron ovinos

Criollos de Cajamarca. Asimismo, es ligeramente inferior al reportado por Chuquiruna (1989) (36%) que también estudio ovinos Criollos de comunidades de Cajamarca.

Asimismo, Partida et al. (2011), estudiando ovinos Criollos de Chapingo, México ubicado a 2245 msnm, obtuvieron una media de 35.78% de hematocrito, valor ligeramente superior al encontrado en el estudio. Por su parte, Tarco (2018), analiza muestras sanguíneas de ovinos Criollos de la provincia de Cotopaxi, Ecuador, a una altitud media de 3000 m, obteniendo una media de 40.3% de hematocrito, superior al encontrado en el estudio. Y, Cuoto (2010), estudia la Oveja Criolla Lanada Serrana del Estado de Santa Catarina, Brasil, situado a una altitud media de 884 m, obtiene una media de 32.26% de hematocrito, valor ligeramente inferior al encontrado en el estudio.

El ANVA (Anexo 9) indica que la edad y el sexo son factores que influyen en el hematocrito. La prueba de Tukey (Anexo 10) establece que los animales diente de leche (DL) contienen la menor cantidad de hematocrito que las demás clases ($P \leq 0.05$); sin embargo, no existe diferencia significativa entre animales de 2D, 4D y BLL ($P > 0.05$), tal como se ilustra en el Gráfico 3.

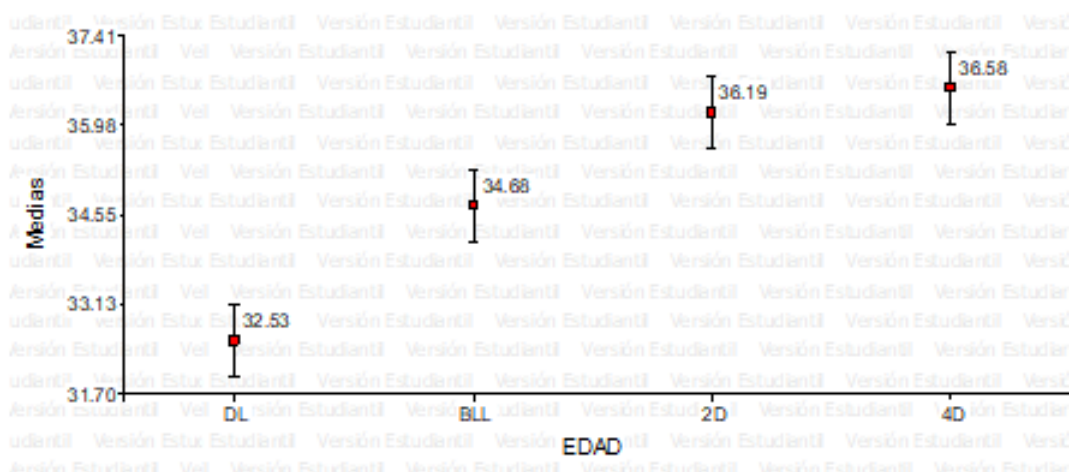


Gráfico 3: Hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en %).

Asimismo, la prueba de Tukey para el factor sexo (Anexo 11), muestra que el hematocrito es mayor en hembras que en machos ($P \leq 0,05$) (Gráfico 4).

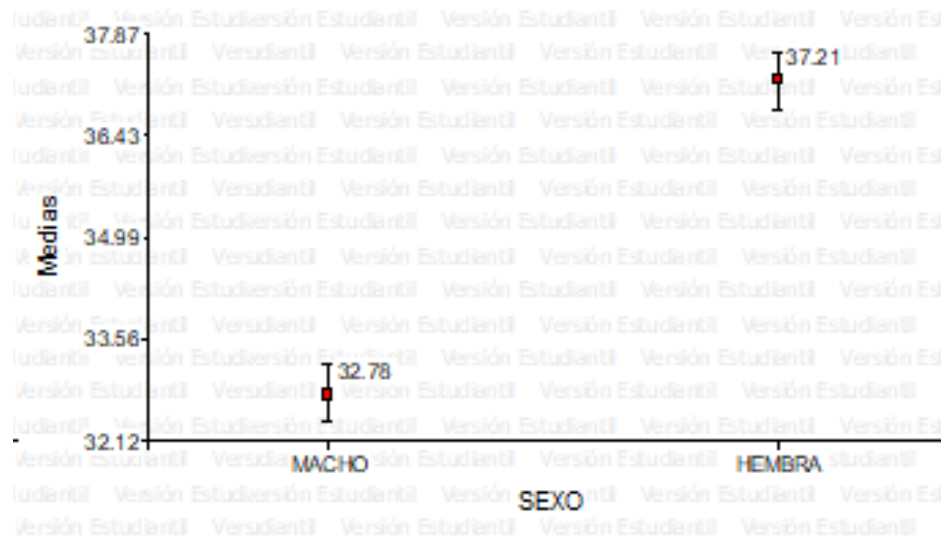


Gráfico 4: Hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en %).

4.1.3. Hemoglobina (HB)

Los estadísticos descriptivos de la hemoglobina de los ovinos Criollos, según edad y sexo, del C.E. Chuquibambilla se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para hemoglobina (HB) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo (en g/dL)

Edad	Sexo	n	Media	±	Sx	C.V. (%)	Intervalo de confianza (95%)	
							Límite inferior	Límite superior
Dientes de leche (DL)	Macho	10	12.80	±	0.42	0.19	4.63	12.44
	Hembra	10	12.73	±	0.47	0.19	4.81	12.35
2 dientes (2D)	Macho	10	13.45	±	0.53	0.21	4.97	13.04
	Hembra	10	15.13	±	0.39	0.25	5.14	14.65
4 dientes (4D)	Macho	10	13.40	±	0.68	0.25	5.92	12.91
	Hembra	10	16.92	±	0.81	0.34	6.28	16.26
Boca llena (BLL)	Macho	10	12.50	±	0.56	0.26	6.48	12.00
	Hembra	10	16.04	±	1.13	0.56	11.10	14.94
Total	Macho	40	13.04	±	0.13	6.16	12.79	13.29
	Hembra	40	15.20	±	0.31	12.70	14.61	15.80
TOTAL		80	14.12	±	0.20	12.95	13.72	14.52

La media general de hemoglobina del presente estudio es de 14.2 mg/dL, valor que se encuentra dentro del rango establecido por Dos Anjos et al (2007) quienes establecen valores normales de 9 a 15 mg/dL.

Al comparar la hemoglobina de ovinos Criollo de otras regiones, el encontrado en el presente estudio es superior a los reportados por Mejia (2018) (12.9%) y por Chuquiruna (1989) (36%) que evaluaron ovinos Criollos de comunidades de Cajamarca. De igual

forma, Partida et al. (2011), estudiando ovinos Criollos de Chapingo, México ubicado a 2245 msnm, obtuvieron una media de 13.28% de hemoglobina, valor ligeramente inferior al encontrado en el estudio. Por su parte, Tarco (2018), analiza muestras sanguíneas de ovinos Criollos de la provincia de Cotopaxi, Ecuador, a una altitud media de 3000 m, obtiene una media de 12.89 g/dL de hemoglobina, inferior al encontrado en el estudio. Finalmente, Cuoto (2010), estudia la Oveja Criolla Lanada Serrana del Estado de Santa Catarina, Brasil, situado a una altitud media de 884 m, obtiene una media de 11.21 g/dL de hematocrito, valor inferior al encontrado en el estudio.

El ANVA (Anexo 14) indica que la edad y el sexo son factores que influyen en el RBC. Al igual que en el caso del hematocrito, la prueba de Tukey (Anexo 15) establece que los animales diente de leche (DL) contienen la menor cantidad de hematocrito que las demás clases ($P \leq 0.05$); no existiendo diferencia significativa entre animales de 2D, 4D y BLL ($P > 0.05$), tal como se ilustra en el Gráfico 5.

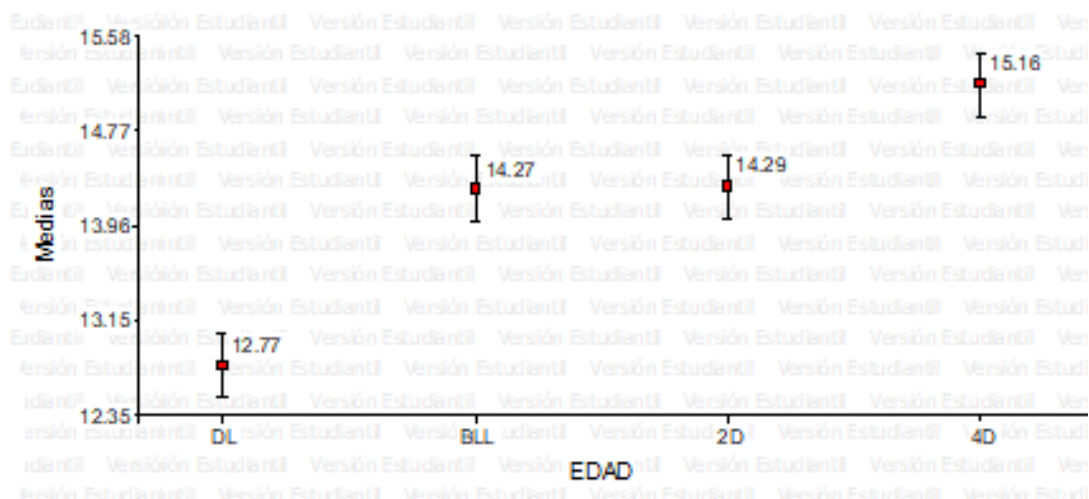


Gráfico 5: Hemoglobina (HB) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en g/dL).

De igual forma, la prueba de Tukey para el factor sexo (Anexo 16), muestra que el hematocrito es mayor en hembras que en machos ($P \leq 0,05$) (Gráfico 6).

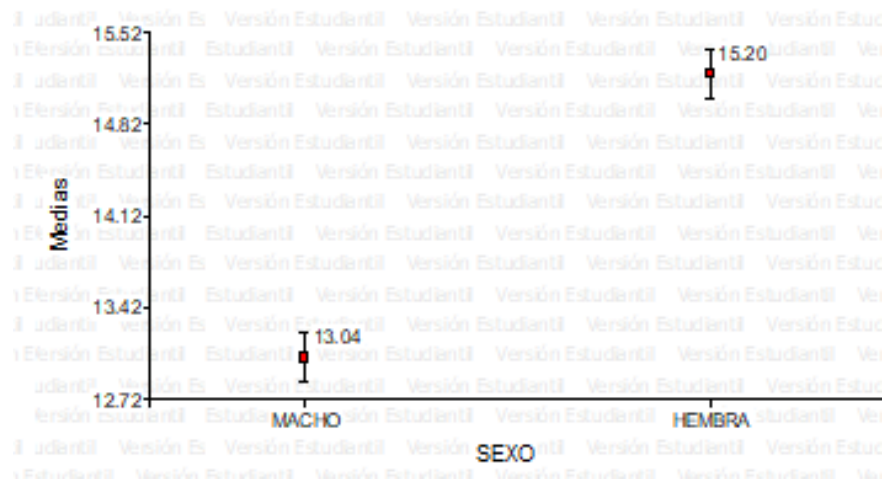


Gráfico 6: Hemoglobina (HB) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en g/dL).

4.2. Índices hematimétricos

4.2.1. Volumen Corpuscular Medio (VCM)

Los estadísticos descriptivos para VCM de los ovinos Criollos, según edad y sexo, del C.E. Chuquibambilla se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo (en fL)

Edad	Sexo	n	Media	±	Sx	C.V. (%)	Intervalo de confianza (95%)	
							Límite inferior	Límite superior
Dientes de leche (DL)	Macho	10	27.45	±	0.48	5.58	26.50	28.40
	Hembra	10	27.51	±	0.45	5.19	26.62	28.39
2 dientes (2D)	Macho	10	29.84	±	0.51	5.39	28.84	30.83
	Hembra	10	29.24	±	0.41	4.48	28.42	30.05
4 dientes (4D)	Macho	10	26.93	±	0.26	3.04	26.42	27.44
	Hembra	10	29.31	±	0.36	3.88	28.60	30.01
Boca llena (BLL)	Macho	10	28.50	±	0.46	5.13	27.59	29.40
	Hembra	10	29.18	±	0.72	7.82	27.77	30.60
Total	Macho	40	28.18	±	0.28	6.20	27.64	28.72
	Hembra	40	28.81	±	0.27	5.96	28.28	29.34
TOTAL		80	28.49	±	0.20	6.14	28.11	28.88

El valor VCM es de 28.49 fL, se encuentra dentro del rango indicado Rosenfeld & Dial (2010) quienes establecieron un VCM para ovinos en general un rango de 24-50 fL; pero en el límite inferior del establecido por Reece (2006) quienes indican valores normales de 28-40 fL.

Comparando los resultados de VCM con ovinos Criollo de otras latitudes, el encontrado en el presente estudio es inferior al de Mejia (2018) (40.0 fL) que evaluaron ovinos Criollos de comunidades de Cajamarca. Asimismo, Partida et al. (2011), estudiando ovinos Criollos de Chapingo, México ubicado a 2245 msnm, obtuvieron un VCM de 43.21 fL, valor muy superior al encontrado en el estudio.

Por otro lado, Tarco (2018), analiza muestras sanguíneas de ovinos Criollos de la provincia de Cotopaxi, Ecuador, a una altitud media de 3000 m, obtiene una media de 38.39 fL de VCM, superior al encontrado en el estudio. Por su parte, Cuoto (2010), estudia la Oveja Criolla Lanada Serrana del Estado de Santa Catarina, Brasil, situado a una altitud media de 884 m, obtiene índice de VCM de 35.91 fL, valor superior al encontrado en el estudio.

El ANVA (Anexo 19) indica que las diferencias encontradas sólo se deben al factor edad ($P \leq 0.05$) y no al sexo ($P > 0.05$).

La prueba de Tukey (Anexo 20) establece que los animales diente de leche (DL) y 4D tienen los menores índices que las demás clases; siendo mayor en animales 2D y BLL ($P \leq 0.05$). El gráfico 7 describe estos resultados.

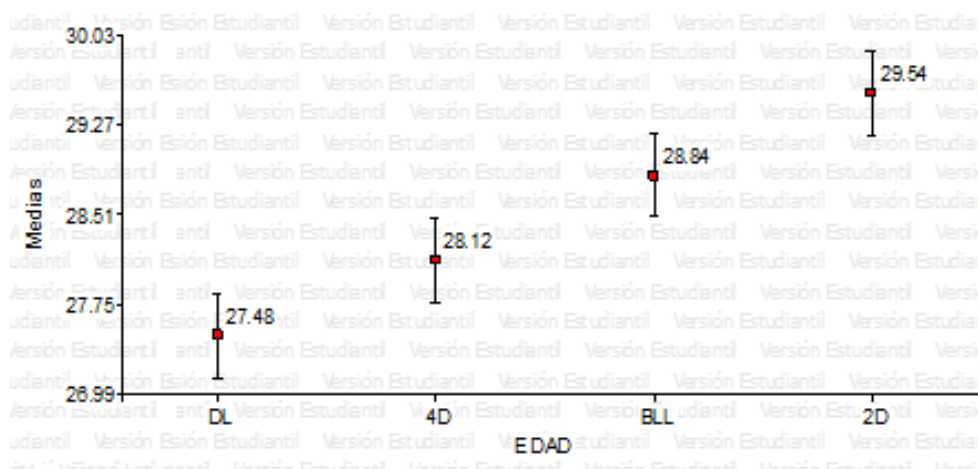


Gráfico 7: Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en fL).

De igual forma, la prueba de Tukey para el factor sexo (Anexo 21), muestra que no hay diferencia estadística significativa entre macho y hembras ($P > 0.05$) (Gráfico 8).

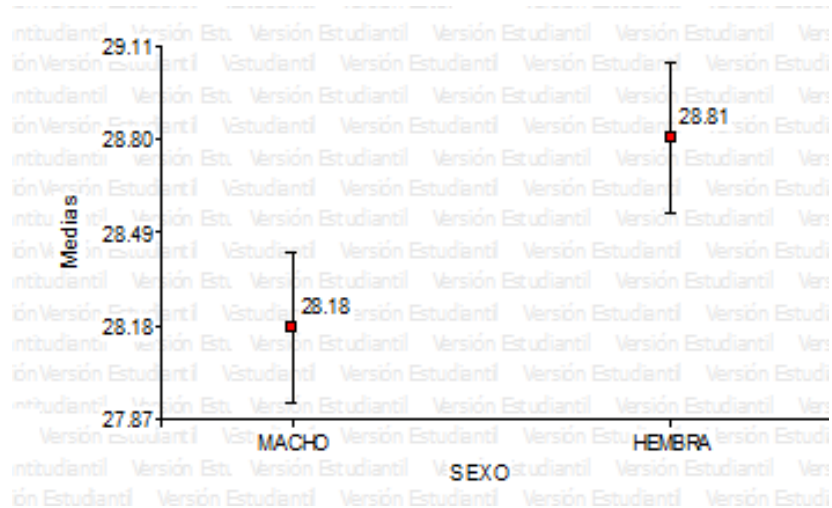


Gráfico 8: Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en fL).

4.2.2. Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)

Los estadísticos descriptivos para HCM de los ovinos Criollos, según edad y sexo, del C.E. Chuquibambilla se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo (en pg)

Edad	Sexo	n	Media	±	Sx	C.V. (%)	Intervalo de confianza (95%)	
							Límite inferior	Límite superior
Dientes de leche (DL)	Macho	10	10.78	±	0.08	2.33	10.62	10.94
	Hembra	10	10.77	±	0.18	5.40	10.41	11.13
2 dientes (2D)	Macho	10	11.73	±	0.20	5.40	11.34	12.12
	Hembra	10	11.58	±	0.15	4.17	11.28	11.88
4 dientes (4D)	Macho	10	10.92	±	0.16	4.49	10.62	11.22
	Hembra	10	12.37	±	0.13	3.30	12.12	12.62
Boca llena (BLL)	Macho	10	11.39	±	0.23	6.45	10.94	11.85
	Hembra	10	12.28	±	0.34	8.69	11.62	12.94
Total	Macho	40	11.21	±	0.10	5.88	11.00	11.41
	Hembra	40	11.75	±	0.15	7.87	11.46	12.04
TOTAL		80	11.48	±	0.09	7.35	11.29	11.66

La media de HCM para ovinos del C.E. Chuquibambilla se encuentra dentro del rango indicado por Reece (2006) que establecen para ovinos valores normales de HCM de 8-12 pg.

Comparando los resultados de HCM con ovinos Criollo de otras latitudes del Perú, el encontrado en el presente estudio es similar al encontrado por Chuquiruna (1989) (11.75 pg) e inferior al de Mejia (2018) (13.4 pg) que evaluaron ovinos Criollos de comunidades de Cajamarca. De igual forma, Partida et al. (2011), estudiando ovinos Criollos de Chapingo, México ubicado a 2245 msnm, obtuvieron un HCM de 15.92 pg, valor superior al encontrado en el estudio.

Por su parte, Tarco (2018), analiza muestras sanguíneas de ovinos Criollos de la provincia de Cotopaxi, Ecuador, a una altitud media de 3000 m, obtiene una media de 12.25 pg de HCM, ligeramente superior al encontrado en el estudio. Y, Cuoto (2010), estudia la Oveja Criolla Lanada Serrana del Estado de Santa Catarina, Brasil, situado a una altitud media de 884 m, obtiene índice de HCM de 12.48 pg, valor ligeramente superior al encontrado en el estudio.

El ANVA (Anexo 24) muestra que la edad y el sexo son factores que influyen en el HCM. La prueba de Tukey (Anexo 25) establece que los animales diente de leche (DL) tienen el menor índice que las demás clases ($P \leq 0.05$); no existiendo diferencia significativa entre animales de 2D, 4D y BLL ($P > 0.05$), tal como se ilustra en el Gráfico 9.

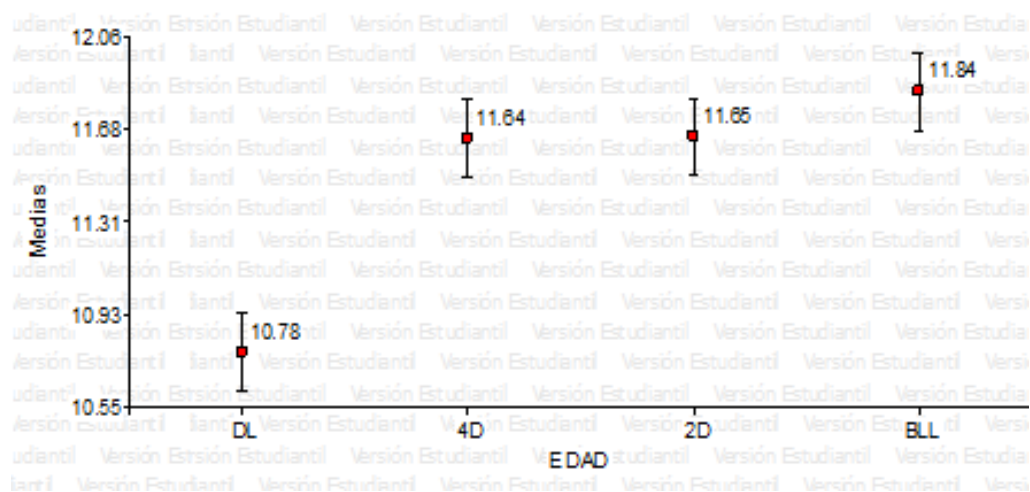


Gráfico 9: Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en pg).

De igual forma, la prueba de Tukey para el factor sexo (Anexo 26), muestra que la HCM es mayor en hembras que en machos ($P \leq 0,05$) (Gráfico 10).

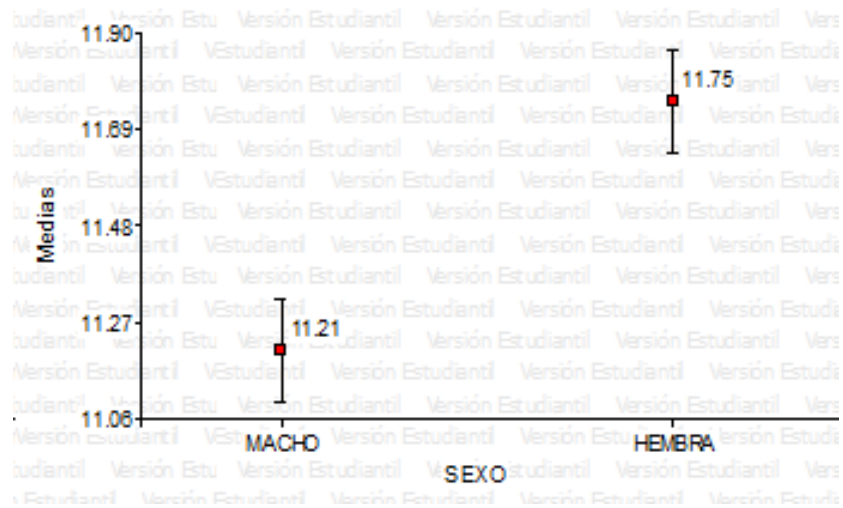


Gráfico 10: Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en pg).

4.2.3. Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM)

Los estadísticos descriptivos para HCM de los ovinos Criollos, según edad y sexo, del C.E. Chuquibambilla se presenta en la Tabla 13.

Tabla 13: Estadísticos descriptivos e intervalo de confianza para Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad y sexo (en g/dL)

Edad	Sexo	n	Media	±	Sx	C.V. (%)	Intervalo de confianza (95%)	
							Límite inferior	Límite superior
Dientes de leche (DL)	Macho	10	39.36	±	0.59	4.78	38.19	40.52
	Hembra	10	39.16	±	0.08	0.63	39.01	39.32
2 dientes (2D)	Macho	10	39.32	±	0.32	2.58	38.70	39.95
	Hembra	10	39.62	±	0.39	3.10	38.86	40.39
4 dientes (4D)	Macho	10	40.58	±	0.69	5.39	39.22	41.93
	Hembra	10	42.23	±	0.49	3.67	41.27	43.20
Boca llena (BLL)	Macho	10	39.97	±	0.39	3.05	39.21	40.72
	Hembra	10	42.11	±	0.79	5.93	40.56	43.66
Total	Macho	40	39.81	±	0.26	4.18	39.29	40.32
	Hembra	40	40.78	±	0.33	5.12	40.14	41.43
TOTAL		80	40.30	±	0.22	4.82	39.87	40.72

La media general de CHCM para ovinos Criollos del C.E, Chuquibambilla es 40.30 g/dL, valor que se encuentra próximo al límite superior del rango indicado por Reece (2006) que establecen para ovinos valores normales de CHCM de 31-40 g/dL y por Rosenfeld & Dial (2010) que dan un rango entre 31 y 38 g/dL.

Comparando los resultados de HCM con ovinos Criollo de otras latitudes del Perú, el encontrado en el presente estudio son superiores a los encontrados por Chuquiruna (1989) (34.66 g/dL) y al de Mejia (2018) (33.3 g/dL) que evaluaron ovinos Criollos de comunidades de Cajamarca. Asimismo, Partida et al. (2011), estudiando ovinos Criollos

de Chapingo, México ubicado a 2245 msnm, obtuvieron un CHCM de 37.13 g/dL, valor ligeramente inferior al encontrado en el estudio.

Por otro lado, Tarco (2018), analiza muestras sanguíneas de ovinos Criollos de la provincia de Cotopaxi, Ecuador, a una altitud media de 3000 m, obtiene una media de 31.25 g/dL de CHCM, inferior al encontrado en el estudio. Por su parte, Cuoto (2010), estudia la Oveja Criolla Lanada Serrana del Estado de Santa Catarina, Brasil, situado a una altitud media de 884 m, obtiene índice de CHCM de 34.78 g/dL, valor inferior encontrado en el estudio.

El ANVA (Anexo 29) muestra que la edad y el sexo son factores que influyen en el HCM. La prueba de Tukey (Anexo 30) establece que los animales diente de leche (DL) y 2D tienen menores índices que 4D y BLL ($P \leq 0.05$); tal como se ilustra en el Gráfico 11.

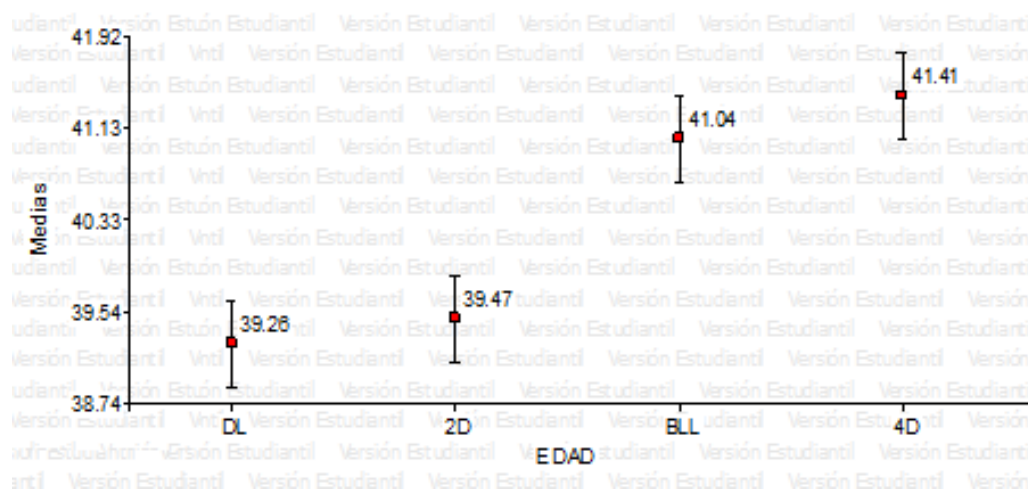


Gráfico 11: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según edad (en g/dL).

De igual forma, la prueba de Tukey para el factor sexo (Anexo 31), muestra que la HCM es mayor en hembras que en machos ($P \leq 0,05$) (Gráfico 12).

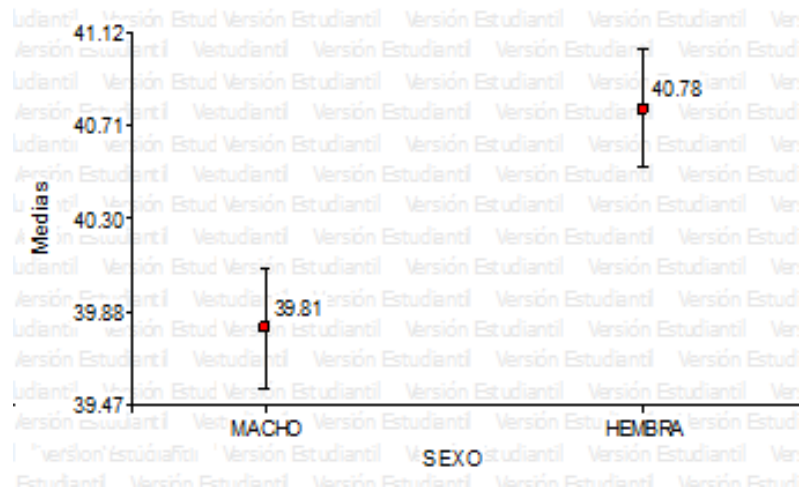


Gráfico 12: Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla según sexo (en g/dL).

4.3. Resumen de los parámetros e índices hematimétricos y justificación

Los parámetros hematimétricos (RBC, HTO y HB), así como los índices eritrocitarios (VCM, HCM, CHCM) para las diferentes categorías de ovinos considerados en el presente estudio se resumen en la Tabla 14.

Tabla 14: Valores de referencia de los parámetros e índices hematimétricos del ovino Criollo del C.E. Chuquibambilla según sexo y edad.

Parámetro/Índice SEXO	CLASE (EDAD)				PROMEDIO
	DL	2D	4D	BLL	
Machos					
RBC ($\times 10^{12}/L$)	11.88	11.48	12.29	10.99	11.66
HTO (%)	32.56	34.21	33.08	31.28	32.78
HB (g/dL)	12.80	13.45	13.40	12.50	13.04
VCM (fL)	27.45	29.84	2.693	28.50	28.18
HCM (pg)	10.78	11.73	10.92	11.32	11.21
CHCM (g/dL)	39.36	39.32	40.58	39.97	39.81
Hembras					
RBC ($\times 10^{12}/L$)	11.82	13.07	13.67	13.04	12.90
HTO (%)	32.49	38.17	40.09	38.09	37.21
HB (g/dL)	12.73	15.13	16.92	16.04	15.20
VCM (fL)	27.51	29.24	29.31	29.18	28.81
HCM (pg)	10.77	11.58	12.37	12.28	11.75
CHCM (g/dL)	39.16	39.62	42.23	42.11	40.78
TOTAL					
RBC ($\times 10^{12}/L$)	11.84	12.28	12.98	12.02	12.28
HTO (%)	32.53	36.19	36.58	35.68	34.99
HB (g/dL)	12.77	14.29	15.16	14.27	14.12
VCM (fL)	27.48	29.54	28.12	28.84	28.49
HCM (pg)	10.78	11.65	11.64	11.84	11.48
CHCM (g/dL)	39.26	39.47	41.41	41.04	40.30



Los resultados del presente estudio muestran que los ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla, muestran valores hematimétricos propios del lugar, si bien todos los valores se encuentran dentro del rango establecido por diferentes autores.

En general, se puede notar que los ovinos tienen incrementado el número de eritrocitos en comparación a sus congéneres de otras regiones, lo cual también repercute en los otros parámetros (hematocrito y hemoglobina) y en los índices hematimétricos (VCM, HCM, CHCM). Y la razón de este aumento en el número de eritrocitos, hematocrito y hemoglobina, se puede atribuir al efecto altitud.

Al respecto muchos autores respaldan esta hipótesis, por ejemplo, Parreño et al. (2013), señala que la hipoxia es el principal estímulo que produce un aumento de la producción de eritrocitos. En la altitud la disponibilidad de oxígeno en el aire se ve muy reducida, entonces se transporta una cantidad insuficiente de oxígeno a los tejidos, y la producción de eritrocitos se ve muy aumentada.

Por su parte, Basnyat (2003), indica que, en altitudes muy elevadas, donde la cantidad de oxígeno en el aire se encuentra muy reducida, se transporta una cantidad insuficiente del mismo hacia los tejidos aumentando de modo considerable la producción de eritrocito y conforme a este aumento de altura de residencia, se observa una reducción en el grado de la saturación arterial de oxígeno (cantidad de oxígeno unido a la hemoglobina). Esto, consecuentemente provoca que la hemoglobina en la altura transporte menos cantidad de oxígeno (menor saturación). Sin embargo, esta disminución de la capacidad de transporte se compensaría por una mayor cantidad de hemoglobina en la altura con lo cual nuevamente se aumenta la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre además se produce una modificación en la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno lo que permitiría que los tejidos en la altura reciban un aporte adecuado de oxígeno.



Reece (2006) también refuerza esta teoría al señalar que la baja PO_2 en la sangre, como la producida por la baja presión barométrica en las grandes altitudes, provocan un aumento en el número de eritrocitos y en la producción de hemoglobina, para auxiliar la compensación de la deficiencia de O_2 en los tejidos. En altitudes elevadas de 4200 a 4500 m, el conteo de eritrocitos puede aumentar hasta un 40 a 50% (policitemia). El mismo autor, indica que la eritropoyesis es un proceso continuo; y, que muchos nutrientes como la vitamina B_{12} , el ácido fólico, piridoxina, riboflavina, tiamina, ácido cítrico y otros son esenciales para este proceso. El estímulo de la eritropoyesis parece ser la necesidad de O_2 por los tejidos. Un sensor de O_2 es la eritropoyetina (EPO), la cual es producida por las células intersticiales de la corteza interna y medular de los riñones. La EPO estimula a la médula ósea para aumentar la actividad mitótica para la producción y liberación de más eritrocitos y reticulocitos maduros.

De igual manera Dukes (2015) y Guyton y Hall (2006) sostienen que la altitud geográfica conduce a un aumento de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito en diferentes animales, Además, señala que la disminución de oxígeno estimula la producción de eritropoyetina por el riñón para la producción de glóbulos rojos y transportar oxígeno a los tejidos según sus demandas, por lo tanto, a mayor número de eritrocitos mayor presencia de hemoglobina teniéndose una relación directa entre ellos.

Con respecto a las diferencias encontradas entre animales de las distintas edades y sexos considerados en el estudio, podríamos indicar que son características propias de la especie. Reece (2006), refuerza este supuesto al señalar que el número de glóbulos rojos y los otros parámetros, varían mucho entre las especies y aún entre los individuos de la misma especie. Diversos factores afectan el número de eritrocitos, el hematocrito, la hemoglobina, los índices eritrocitarios y otros constituyentes sanguíneos. Entre esos factores están principalmente la edad, el sexo, el ejercicio, el estado nutricional, la



lactación, la gestación, el estrés (liberación de adrenalina), el volumen sanguíneo, la fase del ciclo estral, la raza, la hora del día, la temperatura ambiental, la altitud y otros factores climáticos.

También sería necesario mencionar que no sólo la altitud podría ser responsable de los más altos valores de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito, sino también las otras condiciones que subyacen en el clima de la gran altitud como la temperatura, la humedad, velocidad del viento, la radiación solar y la duración del día. Estos factores asociados a la gran altitud, no sólo modifican los parámetros hematológicos, sino también los bioquímicos., tal como lo demuestran los estudios de Bharti et al..(2011)

La alimentación de los animales también debería ser considerada como uno de los factores que influyen en la vida en grandes altitudes, como se sabe, a gran altura, las prácticas agrícolas se ven gravemente afectadas por el entorno hostil que conduce a una baja producción de forraje. Por lo tanto, la tierra cultivable limitada para cultivos forrajeros y la calidad desfavorable del suelo limitan la disponibilidad de forraje verde y seco. Además, el rendimiento de los cultivos, incluida la producción de forraje, disminuye debido al cambio climático, que afecta a la disponibilidad de alimentos y forraje para los animales. En tales condiciones, los animales se crían en un nivel bajo de nutrición, lo que afecta su salud y productividad, lo cual es corroborado por Calle (1994).

Con respecto a los índices, Reece (2012), señala que son muy útiles en el diagnóstico de varias anemias. Por ejemplo, los porcinos nacen con eritrocitos grandes (VCM=80 a 90 fL), los cuales enseguida disminuyen (VCM= 55 a 65 fL) en ocho semanas. El HCM expresa el peso medio de la hemoglobina presente en los eritrocitos y el CHCM el porcentaje medio del VCM que ocupa la hemoglobina. Estos valores varían entre las especies.



V. CONCLUSIONES

1. El promedio de los parámetros hematimétricos: recuento de glóbulos rojos, hematocrito y hemoglobina en el ovinos Criollo del C.E. Chuquibambilla son de $12.28 \times 10^{12}/L$, 34.99% y 14.12 g/dL, respectivamente. Siendo mayor en hembras que en machos ($P \leq 0.05$) y existe diferencias entre las distintas edades ($P \leq 0.05$). En todos los casos, los valores se encuentran dentro de los rangos establecidos para el ovino.
2. El promedio de los índices hematimétricos (VCM, HCM y CHCM) en el ovinos Criollo del C.E. Chuquibambilla son de 28.49 fL, 11.48 pg y 40.30 g/dL, respectivamente. Existiendo variaciones por efecto del sexo y la edad del animal ($P \leq 0.05$). En todos los casos, los índices se encuentran dentro de los rangos establecidos para el ovino.



VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar los datos obtenidos en el presente estudio, para evaluar la condición sanitaria de los ovinos Criollos criados en el altiplano peruano.
- Recomendar realizar estudios similares que evalúen el efecto de la gestación y alimentación sobre los parámetros hematológicos y bioquímicos del ganado Criollo criado en la gran altitud.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abalos, M. A., Gurisich, S., Estevao, S. (2017). Perfil hematológico en ovinos adultos de raza merino de la Patagonia Argentina. Disponible en: <http://www.veterinaria.arq.enti.na.com/levista/2017/10/perfil-hematologico-ovinos-adultos-de-raza-merino-de-la-patagonia-argentina/>.
- Alencastre R. y Gómez. (2005). Comportamiento reproductivo del ovino criollo en el Altiplano peruano. Arch. Zoot. 54: 541-545
- Aliaga, J. (2010). Posibilidades del desarrollo de la crianza ovina en el Perú. Disponible en: <http://www.arariwa.org.pe/8posibilidades.pdf>
- Ayón M. y Cueva S. 1998. Adaptación del ganado bovino a la altura. Pub. Tec. FMV N° 38. Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM, Perú. En www.produccion-animal.com.ar.
- Barger, A., MacNeil, A. (2015). Clinical pathology and laboratory techniques for veterinary technicians. Ames, Wiley-blackwell, 255 p.
- Basnyat B. (2003). High-altitude illness. Lancet 361(167): 222-240.
- Belizario, R. M. 2000. Evaluación y Plan de Manejo de los Pastizales del CIP Chuquibambilla. Tesis F.C.A-UNA. Puno, Perú.
- Berrio, M., Correa M., Y Jimenez M. 2003. El Hemograma: análisis e interpretación con las tres generaciones. Universidad de Antioquia, Medellín; 2003. 138 p.
- Brandan N, Aguirre M, Giménez C. (2008). Hemoglobina. UNNE.
- Brooks D, Tillman P, Niemi S. (1984). Ungulates as laboratory animals Laboratory of Animal Medicine Orlando, Florida: Academic Press.
- Calle, R. (1994). Producción de ovinos tropicales. Ediciones Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. Concepción.
- Castillo, C. (1993). Influencia fisiológica reproductiva en los niveles séricos de minerales y oligoelementos en las ovejas de raza Gallega.
- Chuquiruna, C.S. (1989). Contribución al estudio de las constantes hematológicas del ovino criollo de la ciudad de Cajamarca. Tesis de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- Coles E.H. (2002). Diagnóstico y patología en veterinaria. Cuarta ed.: Nueva Editorial.



- Coopo N, Coopo J, Revidatti M, Capellari A, Navamuel J, Fioranelli S. (2002). Cambios del eritrograma en vaquillonas cruce cebú suplementadas con pulpa de citrus. *Rev. Vet.* 12(13):45-60.
- Couto A. (2010). Caracterización genética y perfil hematológico y bioquímico en ovinos de raza "Criolla Lanada Serrana" del Planalto Serrano Catarinense-Santa Catarina, Brasil León: Universidad de León.
- Cuellar, J.A., García, E., De La Cruz, H.A., Aguilar, M. (2011). Manual práctico para la cría ovina. Primera edición. Ediciones Pecuarias de México S A.
- Dias, R. 1., Vilcanqui, H. (2013). Manual de Ovinos y las buenas prácticas. Primera edición. Ministerio de Agricultura. Lima (Perú).
- Díaz R. (2015). Cadena productiva de ovinos: Ministerio de Agricultura y Riego, Perú.
- Dos Anjos S., Biondo W. dos Santos A. (2007). Manual de Patología Clínica Veterinaria. 3ra edición. Universidade Federal de Santa María.
- Douglas, J., Weiss, K., Wardrop, J. (2010). Schalm's Veterinary Hematology. 6ª edición. United States. Editorial State Avenue, Iowa USA.
- Dukes H. H. 2015. Dukes`Physiology of domestic animals. 13th Edition. Wiley Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- FAO. (2007). Global Plan of Action for Animal Genetic Resources and the Interlaken. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/a1404e/a1404e00.HTM>
- FAOSTAT. (2013). Dirección de Estadística. FAO.
- Franson R., Lee Wilke W. & Dee Fails A. 2009. Anatomy and physiology of farm animals. 7th Edition. Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- García C, Pachaly J. (1994). Manual de Hematología Veterinaria Varela L, editor. São Paulo.
- Gargani, Y. (2013). Lo esencial en inmunología y hematología. 4ta edición. Editorial Elsevier España. Barcelona.
- Guyton, A.C., Hall, J.E.(2006). Tratado de Fisiología médica. 11ava edición. Editorial Elsevier. Barcelona, España.
- Guzmán L. y Callacná M. (2013) Valores Hematológicas de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. *Scientia Agropecuaria* 4: 285-292.



- Hendrix C. (2002). *Laboratory Procedures for Veterinary Technicians*. Cuarta Ed. St Louis: Mosby.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Disponible en: <http://siea.minagri.qob'pe/siea/?q=ivcenso-nacional-agropecuario-2012>.
- INS. (2005). *Manual de procedimientos de laboratorio en técnicas básicas de hematología*. Serie Normas Técnicas del Instituto Nacional de Salud (INS), Lima.
- Meder A., Adagio L. y Latanzi L. (2012). *El hemograma en animales pequeños*. Libro de Texto para estudiantes universitarios. Santa Rosa, La Pampa. Argentina.
- Mejía G. (2018). *Valores hematológicos de referencia en ovinos (Ovis aries) Criollo de Cajamarca*. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Moraleda, J.M. (2017). *Pregrado de hematología*. 4ta edición Madrid (España) Editorial Luzán 5.
- Morgan R, Bright R, SM. (2004). *Clínica en pequeños animales* Madrid: Elseiver.
- Naranjo, C.B. (2008). *Atlas de Células sanguíneas*. 2da edición. Colombia. Centro Universidad Complutense de Madrid.
- Ndoutamia G. & Ganda K. (2005). *Determination des paramètres hematologiques et biochemiques des petits ruminants du Tchad*. *Revista Médica Veterinaria* 156(4): 202-206.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (200). *Valores internacionales de referencia*.
- Parreño J, Medina M, Naucapoma E. (2013). *Determinación de hemoglobina, hematocrito y numero de glóbulos rojos e índice de masa corporal en adultos mayores que acudieron al Servicio Académico Asistencial de Análisis Clínicos-UNMSM , de 2008 a 2009*. *Rev de Investigación de la Universidad Norbert Wiener*: 83-92.
- Partida S.G., Uribe L., Butrón A. (2011). *Contribución al estudio de parámetros hemáticos en ovinos criollos bajo las condiciones de la granja experimental, Chapingo*. Disponible en: <http://zootecnia.chapingo.mx/assets/11partida-uribe.pdf>.
- Pedreira, K.M., Schuh, A., Fernández, C., Gullace, F., Decaminada, E', Coppola, M., Miralles, M., Ghirardi, M.P., Hess, J. (2010). *Perfiles hematológicos de ovinos*



- bajo distintos sistemas productivos en Argentina. Disponible en: <http://www.fvet.uba.ar/archivos/hospital/Perlis-hematologicos-de-ovinos-bajo-distintos-sistemas-pro.pdf>.
- Pilataxi C. (2019). Valoración de los parámetros hematológicos y bioquímicos en la raza Marin Magellan Meat Merina (4M) en el proceso de adaptación a las condiciones climáticas de la Región Sierra del Ecuador. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.
- Ramos JJ, Ferrer LM. (2007). La exploración clínica del ganado ovino y su entorno Zaragoza, España: Servet.
- Ramos, J.M., Montenegro, J.L. (2017). Crianza del ovino. Programa de desarrollo productivo agro rural. Lima (Perú), Pág' 6-7.
- Rebar A, Williams P, Metzeyer F. (2015). Manual de hematología en perros y gatos Barcelona: Multimédica SA.
- Reece W. (2006). Duke's physiology of domestic animals. 12th ed. Cornell University Press.
- Rischkowsky B y, Pilling D. (2010). La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura: FAO.
- Rosenfeld A. and Dial S. (2010). Clinical Pathology for the Veterinary Team. First Edition. Wiley-BlackWell.
- Sebastian R. (2017). Caracterización del hemograma en ovinos de raza Corriedale alimentados sobre campo natural. Tesis para optar el Grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad de la República, Uruguay.
- SENAMHI (2016). Información meteorológica. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Puno. Disponible en <http://puno.senamhi.gob.pe/web/>.
- Shaffer L, Roussel JD, Koonce L. (2000). Effects of age, temperature-season, and breed on blood Characteristics of dairy cattle. Journal Dairy Science 64(1): 62-70.
- Sharti V., Giri A. Vivek P. & Kalia S. (2016). Health and productivity of dairy cattle in high altitude cold desert environment of Leh-Ladakh: A review. Indian Journal of Animal Sciences 87 (1): 3-10. <https://www.researchgate.net/publication/313439748>.



- Soch M, Broucek J, Srejberova P. (2011). Hematology and blood microelements of sheep in south Bohemia. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.2478%2Fs11756-010-0150-3>
- Tarco L.E. (2018). Caracterización del perfil hematológico y bioquímico del ovino Criollo ecuatoriano en la provincia de Cotopaxi.
- Vaden S, Knoll J, Smith F, Tilley L. (2011). Pruebas de laboratorio y procedimientos de diagnóstico Buenos Aires: Intermédica.
- Voigt, G. L. (2003) Conceptos y técnicas hematológicas para técnicos veterinarias. Zaragoza, Acribia, 144 p.
- Willard, M D, Tvedten, H (2004). Diagnóstico clínico patológico práctico en pequeños animales. Buenos Aires, Intermédica.



ANEXOS



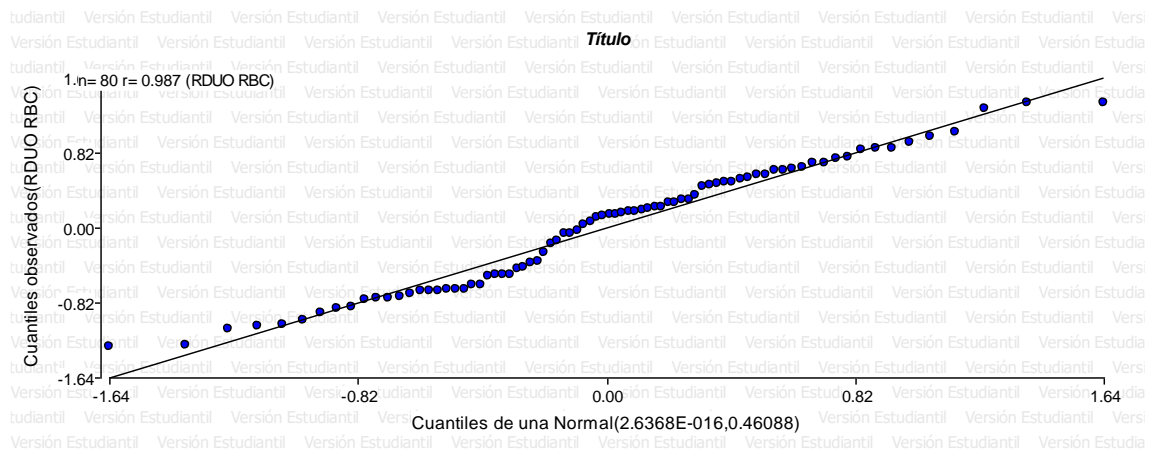
ANEXO 01: Resultados del análisis hematológico de ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla

SEXO	EDA D	RBC	HTO	HB	VCM	HCM	CHCM
MACHO	DL	12.09	30.88	13.20	25.54	10.92	42.75
MACHO	DL	10.71	32.05	11.40	29.93	10.64	35.57
MACHO	DL	12.08	34.41	13.40	28.49	11.09	38.94
MACHO	DL	12.60	31.99	13.10	25.39	10.40	40.95
MACHO	DL	12.23	34.67	13.30	28.35	10.87	38.36
MACHO	DL	11.94	31.00	12.50	25.96	10.47	40.32
MACHO	DL	12.00	33.68	13.10	28.07	10.92	38.90
MACHO	DL	11.50	32.00	12.40	27.83	10.78	38.75
MACHO	DL	12.10	31.90	12.80	26.36	10.58	40.13
MACHO	DL	11.54	33.00	12.84	28.60	11.13	38.91
MACHO	2D	11.13	33.85	13.70	30.41	12.31	40.47
MACHO	2D	11.02	31.37	12.10	28.47	10.98	38.57
MACHO	2D	10.93	34.57	13.40	31.63	12.26	38.76
MACHO	2D	11.77	34.07	14.20	28.95	12.06	41.68
MACHO	2D	11.80	32.65	12.80	27.67	10.85	39.20
MACHO	2D	10.88	34.06	13.30	31.31	12.22	39.05
MACHO	2D	12.14	37.95	14.50	31.26	11.94	38.21
MACHO	2D	12.31	34.20	13.40	27.78	10.89	39.18
MACHO	2D	11.84	34.56	13.50	29.19	11.40	39.06
MACHO	2D	10.98	34.82	13.60	31.71	12.39	39.06
MACHO	4D	13.06	35.19	14.70	26.94	11.26	41.77
MACHO	4D	13.40	35.61	13.40	26.57	10.00	37.63
MACHO	4D	11.90	31.25	12.50	26.26	10.50	40.00
MACHO	4D	11.05	30.05	13.10	27.19	11.86	43.59
MACHO	4D	12.67	34.67	13.80	27.36	10.89	39.80
MACHO	4D	11.68	31.59	12.50	27.05	10.70	39.57
MACHO	4D	12.80	32.21	14.40	25.16	11.25	44.71
MACHO	4D	11.35	30.50	12.40	26.87	10.93	40.66
MACHO	4D	12.52	35.10	13.70	28.04	10.94	39.03
MACHO	4D	12.42	34.60	13.50	27.86	10.87	39.02
MACHO	BLL	10.11	29.05	12.10	28.73	11.97	41.65
MACHO	BLL	10.46	29.89	12.20	28.58	11.66	40.82
MACHO	BLL	10.60	30.82	12.50	29.08	11.79	40.56
MACHO	BLL	12.02	32.69	13.40	27.20	11.15	40.99
MACHO	BLL	10.52	28.64	10.80	27.22	10.27	37.71
MACHO	BLL	10.70	30.54	11.90	28.54	11.12	38.97
MACHO	BLL	11.89	33.56	13.00	28.23	10.93	38.74
MACHO	BLL	10.62	33.56	13.60	31.60	12.81	40.52
MACHO	BLL	11.02	32.50	12.80	29.49	11.62	39.38
MACHO	BLL	11.98	31.50	12.70	26.29	10.60	40.32
HEMBRA	DL	11.58	29.44	11.50	25.42	9.93	39.06



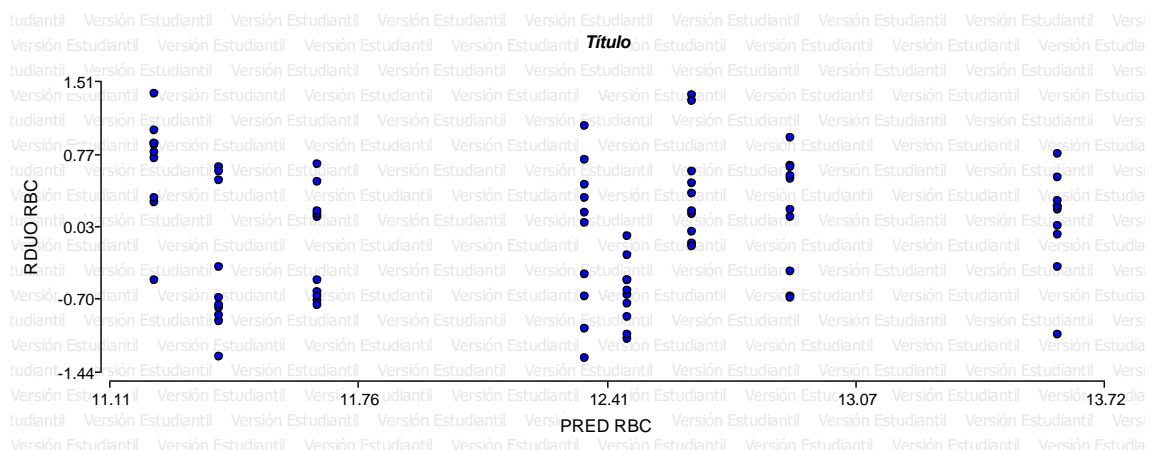
HEMBRA	DL	11.71	32.30	12.70	27.58	10.85	39.32
HEMBRA	DL	11.95	33.28	13.00	27.85	10.88	39.06
HEMBRA	DL	12.40	32.00	12.50	25.81	10.08	39.06
HEMBRA	DL	11.36	32.30	12.50	28.43	11.00	38.70
HEMBRA	DL	11.95	30.98	12.10	25.92	10.13	39.06
HEMBRA	DL	11.40	33.87	13.40	29.71	11.75	39.56
HEMBRA	DL	11.80	32.70	12.87	27.71	10.91	39.36
HEMBRA	DL	12.20	33.50	13.20	27.46	10.82	39.40
HEMBRA	DL	11.85	34.56	13.50	29.16	11.39	39.06
HEMBRA	2D	13.54	40.33	15.70	29.79	11.60	38.93
HEMBRA	2D	13.40	39.57	16.30	29.53	12.16	41.19
HEMBRA	2D	13.83	37.61	15.60	27.19	11.28	41.48
HEMBRA	2D	13.02	36.51	14.40	28.04	11.06	39.44
HEMBRA	2D	13.10	38.20	15.00	29.16	11.45	39.27
HEMBRA	2D	12.21	36.29	13.50	29.72	11.06	37.20
HEMBRA	2D	13.44	38.48	15.60	28.63	11.61	40.54
HEMBRA	2D	13.52	38.02	15.10	28.12	11.17	39.72
HEMBRA	2D	12.47	38.00	14.85	30.47	11.91	39.08
HEMBRA	2D	12.20	38.68	15.24	31.70	12.49	39.40
HEMBRA	4D	13.82	40.05	16.50	28.98	11.94	41.20
HEMBRA	4D	14.13	40.07	18.10	28.36	12.81	45.17
HEMBRA	4D	14.36	45.87	18.70	31.94	13.02	40.77
HEMBRA	4D	13.79	41.44	17.30	30.05	12.55	41.75
HEMBRA	4D	13.82	39.47	17.70	28.56	12.81	44.84
HEMBRA	4D	13.88	40.35	17.00	29.07	12.25	42.13
HEMBRA	4D	12.53	35.67	15.10	28.47	12.05	42.33
HEMBRA	4D	13.63	38.34	16.10	28.13	11.81	41.99
HEMBRA	4D	13.54	40.20	16.50	29.69	12.19	41.04
HEMBRA	4D	13.21	39.40	16.20	29.83	12.26	41.12
HEMBRA	BLL	12.49	32.80	13.50	26.26	10.81	41.16
HEMBRA	BLL	13.10	44.51	18.50	33.98	14.12	41.56
HEMBRA	BLL	12.47	36.50	14.60	29.27	11.71	40.00
HEMBRA	BLL	14.00	40.09	18.50	28.64	13.21	46.15
HEMBRA	BLL	12.61	36.34	15.90	28.82	12.61	43.75
HEMBRA	BLL	13.94	40.54	17.10	29.08	12.27	42.18
HEMBRA	BLL	13.00	36.50	16.90	28.08	13.00	46.30
HEMBRA	BLL	12.79	33.57	13.60	26.25	10.63	40.51
HEMBRA	BLL	12.82	39.90	16.00	31.12	12.48	40.10
HEMBRA	BLL	13.22	40.10	15.80	30.33	11.95	39.40

ANEXO 2. Prueba de normalidad Q-Q plot para Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



El R>0,94. Por lo tanto, tiene distribución normal

ANEXO 3. Prueba de homogeneidad de varianzas para Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



ANEXO 4. Análisis de la varianza para Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45.72	4	11.43	23.55	<0.0001
SEXO	30.90	1	30.90	63.65	<0.0001
EDAD	14.82	3	4.94	10.18	<0.0001
Error	36.41	75	0.49		
Total	82.13	79			

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
RBC	80	0.56	0.53	5.67

ANEXO 5. Test de Tukey para Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función a la edad.

EDAD	Medias	n	E.E.	
DL	11.85	20	0.16	A
BLL	12.02	20	0.16	A
2D	12.28	20	0.16	A
4D	12.98	20	0.16	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Alfa=0.05 DMS=0.57894 Error: 0.4855 gl: 75

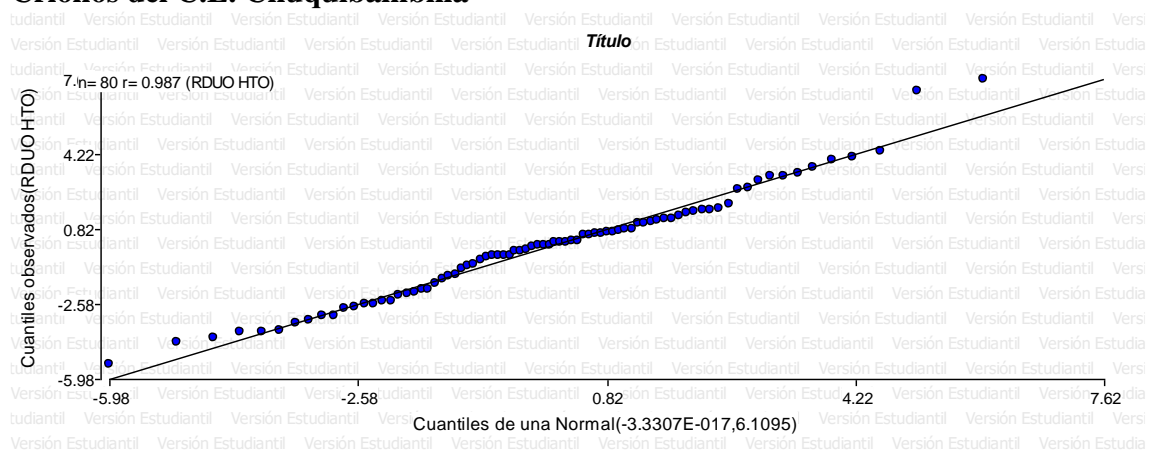
Anexo 6: Test de Tukey para Recuento de Glóbulos Rojos (RBC) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función al sexo.

SEXO	Medias	n	E.E.	
MACHO	11.66	40	0.11	A
HEMBRA	12.90	40	0.11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

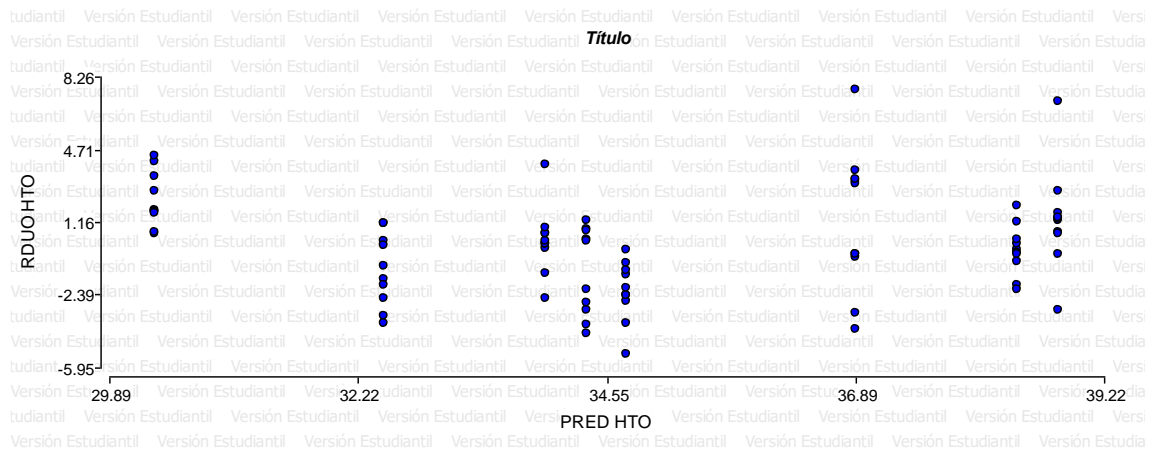
Alfa=0.05 DMS=0.31037 Error: 0.4855 gl: 75

ANEXO 7: Prueba de normalidad Q-Q plot para hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



El $R > 0,94$. Por lo tanto, tiene distribución normal

ANEXO 8: Prueba de homogeneidad de varianzas para hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



ANEXO 9: Análisis de la varianza para hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	595.02	4	148.75	23.12	<0.0001
SEXO	392.19	1	392.19	60.94	<0.0001
EDAD	202.83	3	67.61	10.51	<0.0001
Error	482.65	75	6.44		
Total	1077.67	79			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HTO	80	0.55	0.53	7.25

ANEXO 10: Test de Tukey para hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función a la edad.

EDAD	Medias	n	E.E.	
DL	32.53	20	0.57	A
BLL	34.68	20	0.57	B
2D	36.19	20	0.57	B
4D	36.58	20	0.57	B

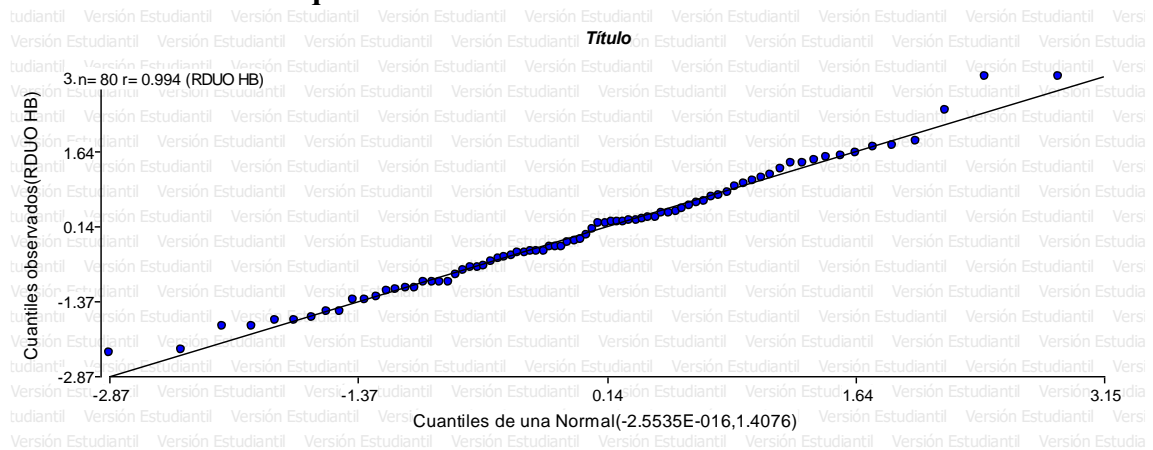
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Alfa=0.05 DMS=2.10785 Error: 6.4353 gl: 75

ANEXO 11: Test de Tukey para hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función al sexo.

SEXO	Medias	n	E.E.	
MACHO	32.78	40	0.40	A
HEMBRA	37.21	40	0.40	B

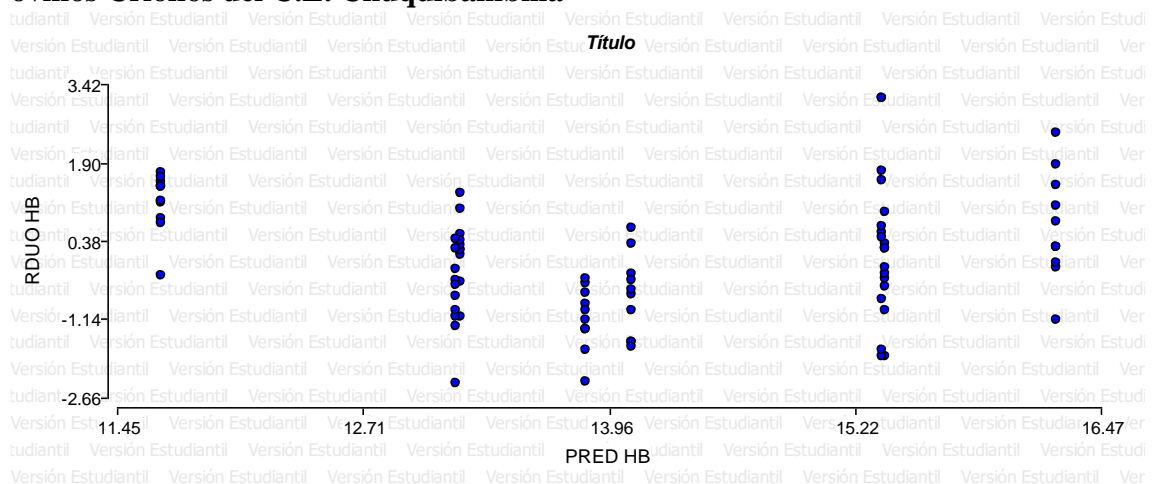
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Alfa=0.05 DMS=1.13001 Error: 6.4353 gl: 75

ANEXO 12: Prueba de normalidad Q-Q plot para Hemoglobina (HB) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



El $R > 0,94$. Por lo tanto, tiene distribución normal

ANEXO 13: Prueba de homogeneidad de varianzas para Hemoglobina (HB) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



ANEXO 14: Análisis de la varianza para Hemoglobina (HB) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	153.14	4	38.28	25.82	<0.0001
SEXO	93.79	1	93.79	63.26	<0.0001
EDAD	59.35	3	19.78	13.34	<0.0001
Error	111.20	75	1.48		
Total	264.34	79			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HB	80	0.58	0.56	8.62

ANEXO 15: Test de Tukey para hemoglobina (HB) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función a la edad.

EDAD	Medias	n	E.E.	
DL	12.77	20	0.27	A
BLL	14.27	20	0.27	B
2D	14.29	20	0.27	B
4D	15.16	20	0.27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Alfa=0.05 DMS=1.01175 Error: 1.4827 gl: 75

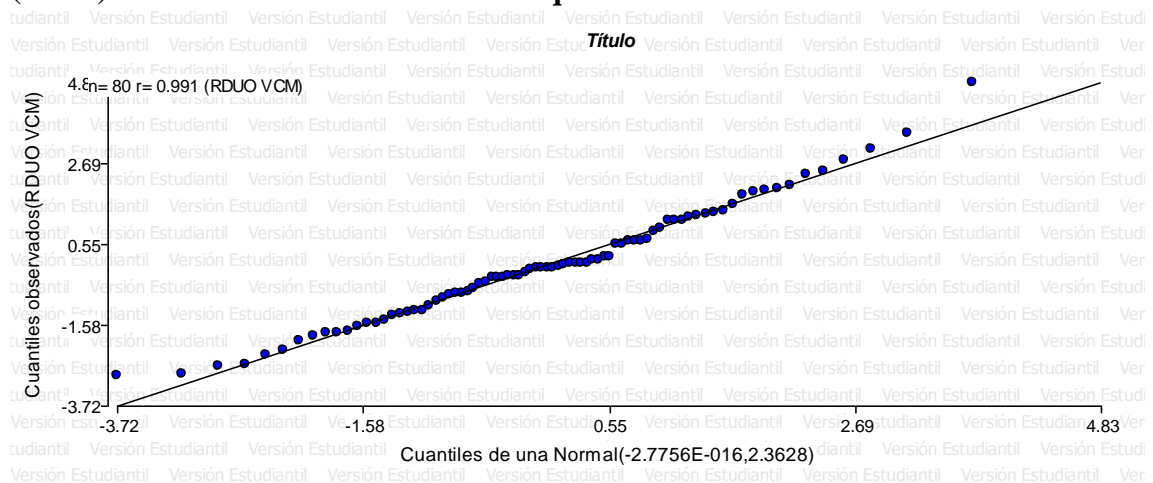
ANEXO 16: Test de Tukey para hematocrito (HTO) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función al sexo.

SEXO	Medias	n	E.E.	
MACHO	13.04	40	0.19	A
HEMBRA	15.20	40	0.19	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

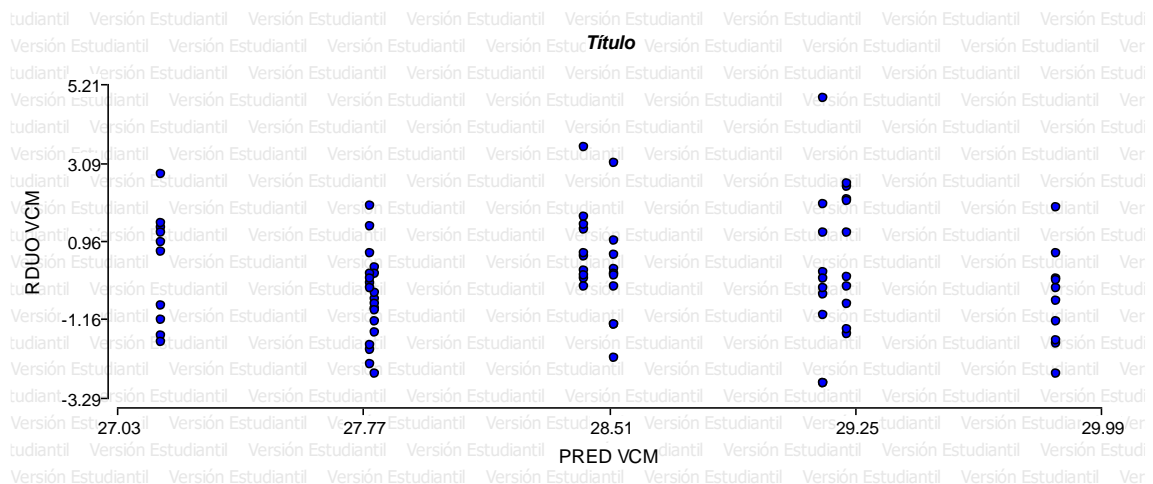
Alfa=0.05 DMS=0.54240 Error: 1.4827 gl: 75

ANEXO 17: Prueba de normalidad Q-Q plot para Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



El $R > 0.94$. Por lo tanto, tiene distribución normal

ANEXO 18: Prueba de homogeneidad de varianzas para Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



ANEXO 19: Análisis de la varianza para Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55.47	4	13.87	5.57	0.0006
SEXO	7.91	1	7.91	3.18	0.0787
EDAD	47.56	3	15.85	6.37	0.0007
Error	186.66	75	2.49		
Total	242.13	79			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VCM	80	0.23	0.19	5.54

ANEXO 20: Test de Tukey para Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función a la edad.

EDAD	Medias	n	E.E.	
DL	27.48	20	0.35	A
4D	28.12	20	0.35	A B
BLL	28.84	20	0.35	B C
2D	29.54	20	0.35	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Alfa=0.05 DMS=1.31085 Error: 1.31085 gl: 75

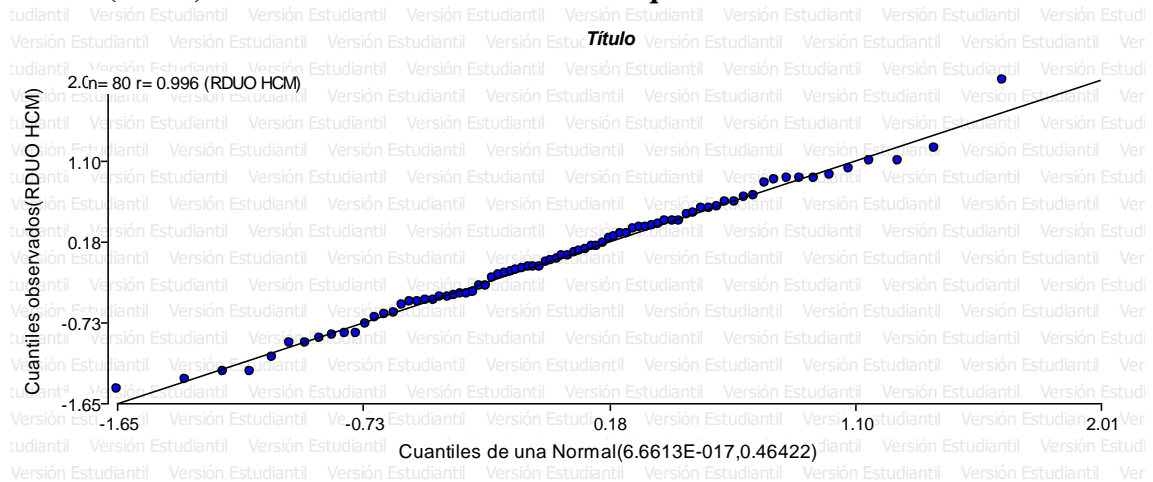
ANEXO 21: Test de Tukey para Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función al sexo.

SEXO	Medias	n	E.E.	
MACHO	28.18	40	0.25	A
HEMBRA	28.81	40	0.25	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

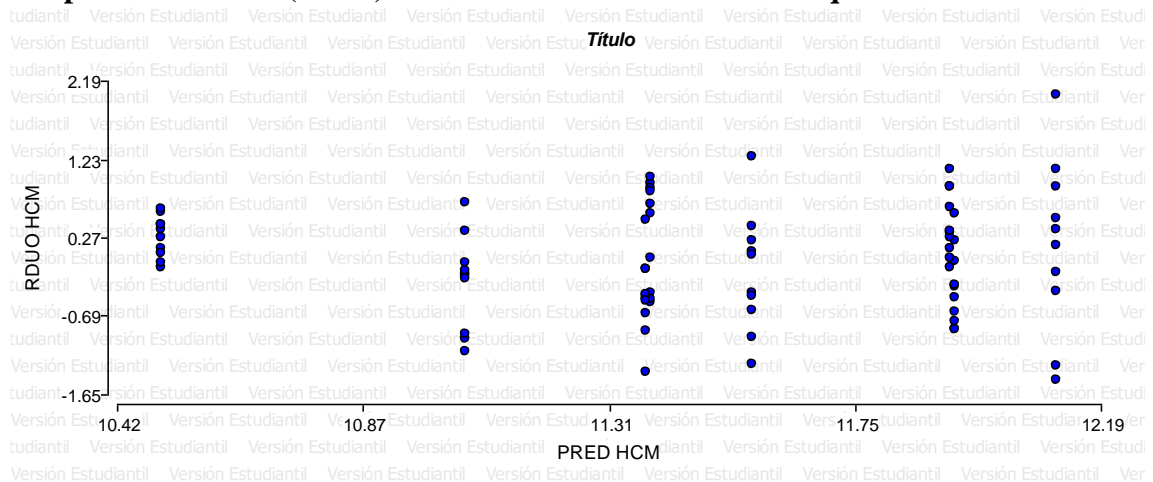
Alfa=0.05 DMS=0.70274 Error: 2.4888 gl: 75

ANEXO 22: Prueba de normalidad Q-Q plot para Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



El $R > 0,94$. Por lo tanto, tiene distribución normal

ANEXO 23: Prueba de homogeneidad de varianzas para Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



ANEXO 24: Análisis de la varianza para Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19.50	4	4.87	9.97	<0.0001
SEXO	5.94	1	5.94	12.14	0.0008
EDAD	13.56	3	4.52	9.24	<0.0001
Error	36.67	75	0.49		
Total	56.17	79			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HCM	80	0.35	0.31	6.09

ANEXO 25: Test de Tukey para Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función a la edad.

EDAD	Medias	n	E.E.	
DL	10.78	20	0.16	A
4D	11.64	20	0.16	B
2D	11.65	20	0.16	B
BLL	11.84	20	0.16	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Alfa=0.05 DMS=0.58104 Error: 0.4890 gl: 75

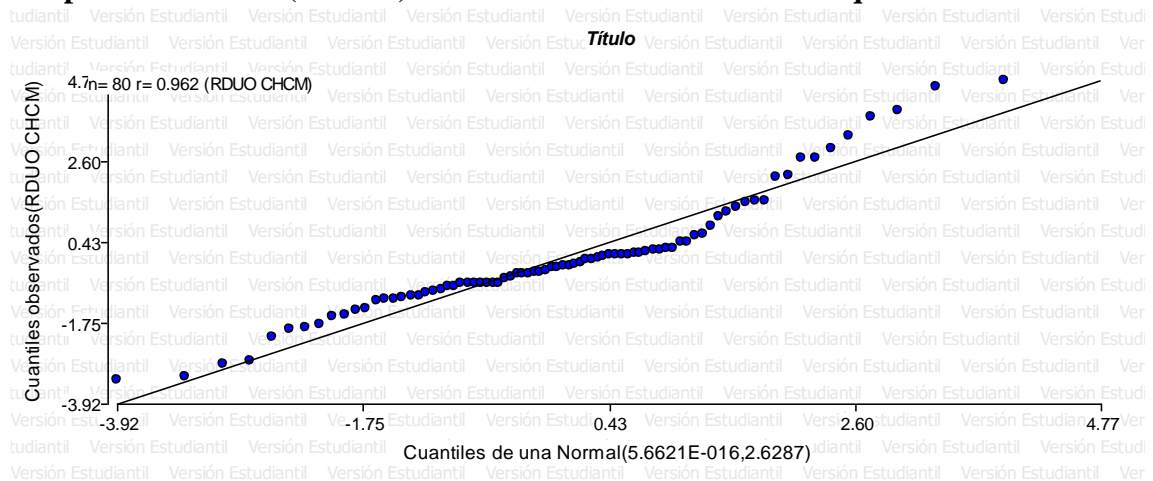
ANEXO 26: Test de Tukey para Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función al sexo.

SEXO	Medias	n	E.E.	
MACHO	11.21	40	0.11	A
HEMBRA	11.75	40	0.11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

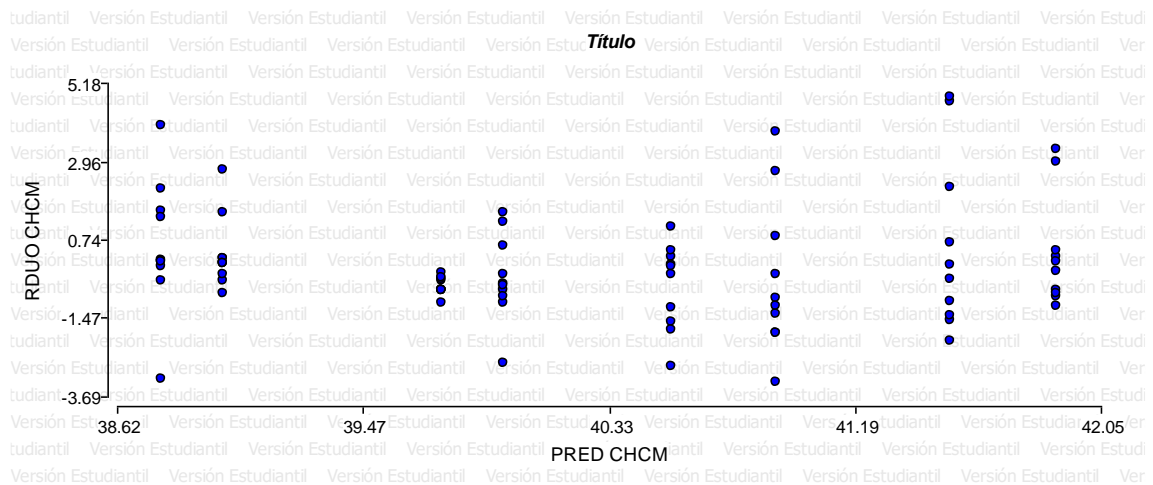
Alfa=0.05 DMS=0.31149 Error: 0.4890 gl: 75

ANEXO 27: Prueba de normalidad Q-Q plot para Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



El R>0,94. Por lo tanto, tiene distribución normal

ANEXO 28: Prueba de homogeneidad de varianzas para Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla



ANEXO 29: Análisis de la varianza para Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	89.68	4	22.42	8.10	<0.0001
SEXO	19.09	1	19.09	6.89	0.0105
EDAD	70.59	3	23.53	8.50	0.0001
Error	207.67	75	2.77		
Total	297.35	79			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CHCM	80	0.30	0.26	4.13

ANEXO 30: Test de Tukey para Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función a la edad.

EDAD	Medias	n	E.E.	
DL	39.26	20	0.37	A
2D	39.47	20	0.37	A
BLL	41.04	20	0.37	B
4D	41.41	20	0.37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Alfa=0.05 DMS=1.38265 Error: 2.7689 gl: 75

ANEXO 31: Test de Tukey para Volumen Corpuscular Medio (VCM) en ovinos Criollos del C.E. Chuquibambilla en función al sexo.

SEXO	Medias	n	E.E.	
MACHO	39.81	40	0.26	A
HEMBRA	40.78	40	0.26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Alfa=0.05 DMS=0.74123 Error: 2.7689 gl: 75