

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE
PORCINOS YORSHIRE PPC (*Sus scrofa domesticus*)
EN ALTURA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. CESAR VLADIMIR CANSAYA INOFUENTE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO - PERÚ

2017

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

TESIS

"Determinación de parámetros hematológicos de porcinos yorshire Ppc (*Sus scrofa domesticus*) en altura"

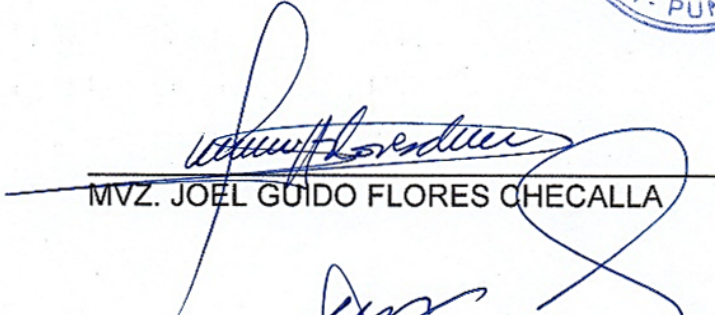
PRESENTADA POR:

Bach. CESAR VLADIMIR CANSAYA INOFUENTE
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

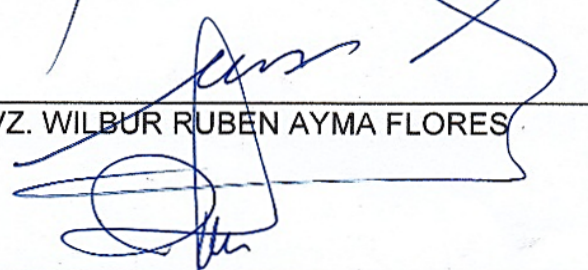


APROBADA POR:

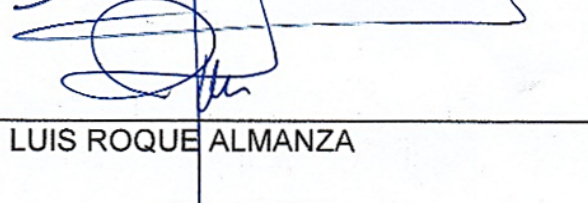
PRESIDENTE:


MVZ. JOEL GUIDO FLORES CHECALLA

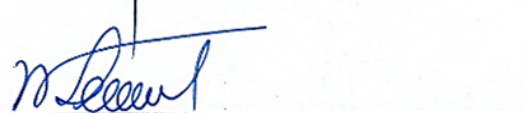
PRIMER MIEMBRO:


MVZ. WILBUR RUBEN AYMA FLORES

SEGUNDO MIEMBRO:


Dr. LUIS ROQUE ALMANZA

DIRECTOR DE TESIS:


M.Sc. BILO WENCESLAO CALSIN CALSIN

ASESOR DE TESIS:


M.Sc. JESUS ESTEBAN QUISPE COAQUIRA

ASESOR DE TESIS:


M.Sc. JOSE IVAN QUIÑONES GARCIA

Área : Salud animal
Tema : Fisiología animal

DEDICATORIA

Con cariño y gratitud a mis seres tan
preciadas hijas Nikol y Valeria por ser
mi fuente de motivación e inspiración.

A mi padre Roberto Cansaya
Callohuanca por su apoyo incondicional
que hicieron posible mi formación
profesional que han sido mi compañía y
fortaleza

A las personas que han hecho que me
fortalezca para continuar y alcanzar tan
meritorio lugar están en mi corazón
amigos y compañeros

AGRADECIMIENTOS

- A nuestra alma mater, la Universidad Nacional del Altiplano de Puno por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en esta casa de superior de estudios.
- A la Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, a los docentes quienes me impartieron sus conocimientos y experiencias en mi formación profesional, al personal administrativo en especial al Sr. Vicente Flores por su apoyo incondicional durante mi permanencia en mi querida facultad.
- Con especial gratitud a mi Director de tesis Dr. Bilo Wenceslao Calsin Calsin, por su apoyo incondicional, por ser mi mentor y a la vez inculcarme sus conocimientos y el gran valor de la ciencia e investigación, por su desinteresado dedicación y orientación durante el desarrollo y la culminación de la presente estudio de investigación.
- Con profundo agradecimiento a los miembros del jurado Dr. Guido Joel Flores Checalla, Dr. Wilbur Ruben Ayma Flores y Dr. Luis Roque Alamanza, por sus orientaciones y estímulo en la revisión y aprobación de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCION	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1.1. Crianza de porcinos.....	15
2.1.2. Hemoglobina y hematocrito.....	17
2.1.3. Eritrocitos.....	20
2.1.4. Leucocitos.....	25
2.1.5. Formula leucocitaria o Hemograma.....	26
2.1.6. Parámetros hematimétricos.....	31
2.2. ANTECEDENTES.....	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1. LUGAR DE ESTUDIO.....	36
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	36
3.3. METODOLOGÍA.....	39
3.3.1. Obtención y conservación de muestras sanguíneas.	39
3.4. ANÁLISIS DE MUESTRAS.....	40
3.4.1. Determinación de la hemoglobina	40
3.4.2. Determinación del hematocrito.....	41
3.4.3. Recuento de eritrocitos	42

3.4.4. Recuento de leucocitos	43
3.4.5. Hemograma	43
3.4.6. Índice hematimétricos	45
3.5. MÉTODO ESTADÍSTICO.....	45
3.5.1. Diseño experimental.....	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO....	47
4.1.1. Efecto del factor clase y sexo en la concentración de hemoglobina	47
4.1.2. Efecto del factor clase y sexo en el hematocrito.....	49
4.1.3. Efecto del factor clase y sexo en los valores de eritrocitos (millones por mm ³).	51
4.1.4. Efecto del factor clase y sexo en los valores de leucocitos (miles/ mm ³).....	54
4.1.5. Formula leucocitaria (neutrófilo, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos) de porcinos en altura, según clase	55
4.1.6. Formula leucocitaria (neutrófilo, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos), de porcinos en altura, según sexo.	57
4.1.7. Parámetros hematimétricos	58
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. RECOMENDACIONES	66
VII. REFERENCIAS.....	67
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Población Nacional de porcinos según IV Censo Agropecuario 2012 (Unidades).....	16
Tabla 2. Producción pecuaria de porcinos de la provincia de Puno por distrito año 2010.....	16
Tabla 3. Hemograma de cerdos al destete (valores porcentuales).....	34
Tabla 4. Valores corpusculares medios obtenidos para cerdos al destete. ...	34
Tabla 5. Perfil hemático en cerdos de la línea York x Landrace x Pietrain. ...	35
Tabla 6. Distribución del tamaño muestral de porcinos mejorados procedente del centro poblado de Collana, Paucarcolla.....	36
Tabla 7. Efecto de la clase animal y sexo en la concentración de hemoglobina en porcinos de altura (g/dL)	47
Tabla 8. Efecto de la clase animal y sexo en el hematocrito (%).	49
Tabla 9. Efecto de la clase animal y sexo en los valores de eritrocitos en porcinos de altura (millones/mm ³)	52
Tabla 10. Efecto de la clase animal y sexo en los valores de leucocitos en porcinos de altura (miles/mm ³)	54
Tabla 11. Formula leucocitaria (neutrófilo, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos) de porcinos en altura, según clase.	55
Tabla 12. Formula leucocitaria (neutrófilo, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos), de porcinos en altura, según sexo.....	57
Tabla 13. Efecto de la clase animal y sexo en los valores del volumen corpuscular medio (fL) en porcinos de altura.....	58
Tabla 14. Efecto de la clase animal y sexo en los valores de hemoglobina corpuscular medio (pg) en porcinos de altura.....	60
Tabla 15. Efecto de la clase animal y sexo en los valores de concentración de hemoglobina corpuscular medio (g/dL) en porcinos de altura.....	62

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- CENAGRO** : Censo Nacional Agropecuario.
- CHCM** : Concentración Hemoglobina Corpuscular Media.
- DCA** : Diseño Completamente al Azar.
- EDTA** : Acido Etilendiaminotetracético.
- Fc** : Factor de calibración.
- Hb** : Hemoglobina.
- HCM** : Hemoglobina Corpuscular Media.
- Hto** : Hematocrito.
- MINAG – OIA:** Ministerio de Agricultura – Oficina de Informática Agraria.
- pH** : Potencial de hidrogeniones.
- PPC** : Puro por cruce.
- SENAMHI** : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
- VCM** : Volumen Corpuscular Media.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar los valores de hemoglobina, hematocrito, eritrocitos, leucocitos y parámetros hematimétricos de porcinos Yorkshire PPC en altura, considerando clase y sexo, se tomaron muestras de sangre de 40 porcinos procedentes del Centro Poblado de Collana, Paucarcolla; las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Bioquímica y Laboratorio Clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Para el conteo de eritrocitos y leucocitos se empleó el método de Natt y Herrick en cámara de Neubauer; para la concentración de hemoglobina se usó el método de la cianometahemoglobina y hematocrito mediante el método de micro hematocrito y el hemograma con el método de coloración Whight; los datos se analizaron en un DCA bajo un arreglo factorial de 2 x 2. Los resultados muestran que el promedio general de la concentración de hemoglobina fue de $16,52 \pm 1,25$ g/dL, los porcinos adultos ($17,03 \pm 1,10$ g/dL) presentan mayor concentración que los jóvenes ($16,03 \pm 1,22$ g/dL); el hematocrito fue de 48,86%, los porcinos adultos (50,06 %) presentan igual concentración que los jóvenes (47,66 %); el promedio general de los valores de glóbulos rojos fue de $7,35 \pm 1,27$ millones/mm³, los porcinos adultos ($8,42 \pm 0,38$ millones /mm³) presentan mayor número de glóbulos rojos que los jóvenes ($6,28 \pm 0,86$ millones /mm³); los machos ($7,65 \pm 1,11$ millones/mm³), presentaron mayor número que las hembras ($7,05 \pm 1,37$ millones/mm³); el promedio general de los valores de leucocitos fue de $17,73 \pm 7,63$ miles/mm³, porcinos adultos ($18,25 \pm 4,13$ miles/mm³) presentan mayor número de leucocitos que los jóvenes ($17,22 \pm 6,88$ miles/mm³); el promedio general del volumen corpuscular medio fue de $68,28 \pm 12,58$ fL, los porcinos adultos ($59,60 \pm 5,55$ fL) presentaron valores

mayores que los jóvenes ($76,95 \pm 11,65$ fL); el promedio general de la hemoglobina corpuscular medio fue de $23,06 \pm 3,79$ pg, los adultos ($20,27 \pm 1,15$ pg) tienen menor valor que los jóvenes ($25,86 \pm 3,25$ pg); el promedio general de la concentración de hemoglobina corpuscular medio fue de $33,97 \pm 2,51$ g/dL, no hubo efecto del factor clase y sexo para esta variable. Se concluye que la edad es un factor influyente en los parámetros hematológicos en porcinos de altura.

Palabras clave: Eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, hemograma, leucocitos, porcinos.

ABSTRACT

In order to determine the values of hemoglobin, hematocrit, erythrocytes, leukocytes and hematimetric parameters of porcine Yorkshire PPC in height, considering class and sex, blood samples were taken from 40 pigs from the Collana Town Center, Paucarcolla; the samples were analyzed in the Laboratory of Biochemistry and Clinical Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics. For the counting of erythrocytes and leukocytes, Natt and Herrick's method was used in the Neubauer chamber; for the concentration of hemoglobin, the cyanometahemoglobin and hematocrit method was used by the micro hematocrit method and the blood count with the Whight staining method; the data were analyzed in a DCA under a factorial arrangement of 2 x 2. The results show that the general average of the hemoglobin concentration was $16,52 \pm 1.25$ g / dL, the adult pigs ($17.03 \pm 1, 10$ g / dL) have higher concentration than young people (16.03 ± 1.22 g / dL); the hematocrit was 48.86%, the adult pigs (50.06%) presented the same concentration as the young (47.66%); the average of the red blood cell values was 7.35 ± 1.27 million / mm³, the adult pigs (8.42 ± 0.38 million / mm³) had a higher number of red blood cells than the young (6.28 ± 0.86 million / mm³); the males (7.65 ± 1.11 million / mm³) presented a greater number than the females (7.05 ± 1.37 million / mm³); the general average of leukocyte values was 17.73 ± 7.63 miles / mm³, adult pigs (18.25 ± 4.13 miles / mm³) had a higher number of leukocytes than young people ($17, 22 \pm 6, 88$ miles / mm³); the average of the mean corpuscular volume was 68.28 ± 12.58 fL, the adult pigs (59.60 ± 5.55 fL) had higher values than the young (76.95 ± 11.65 fL); the average of the mean corpuscular hemoglobin was 23.06 ± 3.79 pg, the adults (20.27 ± 1.15

pg) have lower value than the young (25.86 ± 3.25 pg); the general average of the mean corpuscular hemoglobin concentration was 33.97 ± 2.51 g / dL, there was no effect of the class and sex factor for this variable. It is concluded that age is an influential factor in haematological parameters in pigs of height.

Keywords: Erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, blood count, leukocytes, pigs.

I. INTRODUCCIÓN

La creciente importancia del cerdo como fuente de alimentación, ha llevado a la evolución de su crianza, pasando de formas de producción doméstica hacia formas de producción más intensivas, desarrollándose inclusive razas especializadas en producción de carne, disminuyéndose la producción de grasa, debido al creciente consumo de aceites vegetales. La producción de porcinos muestra una tendencia creciente durante los últimos cinco años, se reporta una población de 2'224,300 porcinos a nivel nacional y en la sierra 1'135,800 porcinos que representa el 51%, siendo la línea criollo el 86.8% (CENAGRO, 2012). Tomando como referencia la población nacional según departamentos para el año 2012, Lima es el principal productor con el 17.84% del total, le sigue Huánuco (10.12%), Cajamarca (6.98%), Ancash (6.10%), Piura (6.01%) y Apurímac (5.09%), por regiones naturales, aproximadamente el 55.6% de la producción se desarrolla en la Sierra, el 32.26% en la costa y 12.13% a la Selva (MINAG-OIA, 2011).

Los estudios sobre parámetros hematológicos y química sanguínea son actualmente de mucho interés, la utilidad de estos valores aumenta su importancia cuando se trata de especies con interés productivo comercial, ya que estos análisis son indicadores rápidos de cualquier perturbación fisiológica que pueda afectar la salud de la población de porcinos. La necesidad de establecer patrones hematológicos en porcinos de altura, surge de su utilidad como referencia para el diagnóstico de cuadros patológicos. Aunque las constantes hematológicas en porcinos están determinada por diversos factores propios del animal, así como factores externos.

En la región de Puno no se reportan valores sobre constantes hematimétricas, propias para nuestras condiciones ambientales, no solamente en relación a las variables indicadas, sino también en lo referente a enzimas séricas, electrolitos, etc. Normalmente, el especialista interesado recurre a los manuales clásicos de información veterinaria y a publicaciones de trabajos realizados en porcinos y otras especies, en otros países, donde las condiciones de manejo y crianza de los animales y las climáticas y ambientales son muy diferentes a las del altiplano de Puno.

En porcinos, por lo tanto los estudios en fisiología básica realizados en altura específicamente sobre las constantes hemátrímicas son escasos y aislados, razón por la que se realiza el presente trabajo de investigación, para establecer el perfil de la serie roja, serie blanca, hemoglobina y hematocrito como un estudio básico cuyos resultados podrán ser utilizados para el diagnóstico clínico o alteraciones que afectan negativamente a estos animales mediante la determinación de estas constantes se proporcionará al fisiólogo, clínico y patólogo, datos que le permitirán hacer comparaciones y diagnósticos, en los diferentes procesos que afecten a esta especie animal y en el ambiente académico en la formación de estudiantes.

Los objetivos de la presente investigación fueron el de determinar los valores de hemoglobina, hematocrito, eritrocitos, leucocitos y parámetros hematimétricos de porcinos en altura, considerando clase y sexo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Crianza de porcinos

En la crianza del cerdo en nuestro país, muchas granjas ya están aplicando un buen sistema de crianza, con altos estándares de calidad internacional, con líneas genéticas mejoradas que producen una carne de mayor masa muscular y bajo contenido de grasa, y aplicando buenas prácticas pecuarias, dando como resultado una carne de excelente calidad capaz de competir en el mercado internacional; por lo tanto existen posibilidades de desarrollo del sector porcícola en nuestro país. Sin embargo, este poco desarrollo se debe al bajo consumo de la carne de cerdo en nuestro país en relación al mundo. Influenciado por la mala percepción de la carne de cerdo por parte de la población quienes la asocian un mal sistema de crianza y creencias populares (MINAG-OIA, 2011).

En los últimos años se destaca en la Sierra Sur del País la producción porcina que ha aumentado sustancialmente gracias a algunos emprendimientos de pobladores de diversas asociaciones en Cusco, Puno y Arequipa, que trabajan de la mano con el Proyecto Sierra Sur II ; y quienes se han propuesto estar en línea con la tendencia internacional de revalorar la carne de cerdo que contribuye a la seguridad alimentaria y que en nuestro país ha encontrado eco con la nominación oficial del Día del Chicharrón como una forma de incentivar su producción y consumo (Proyecto Sierra Sur, 2012).

La producción de porcinos muestra una tendencia creciente durante los últimos cinco años, aunque se reporta una ligera disminución de la producción para el

año 2012, donde la población nacional llega a 2 224 350 unidades. Lima es el principal productor con el 17.84% del total, seguido de Huánuco (10.12%), Cajamarca (6.98%), Ancash (6.10%), Piura (6.01%) y Apurímac (5.09%). Cabe señalar que la distribución poblacional en los departamentos restantes es más o menos homogénea, oscilando entre 3% a 5% de la población total. Comparando por regiones naturales, aproximadamente el 55.6% de la producción se desarrolla en la Sierra, el 32.26% en la costa y 12.13% a la Selva (CENAGRO, 2012).

Tabla 1. Población Nacional de porcinos según IV Censo Agropecuario 2012 | (Unidades).

Departamento	Población	Porcentaje
Lima	369,815	17.84
Huánuco	225,099	10.12
Cajamarca	155,256	6.98
Ancash	135,682	6.10
Piura	133,680	6.01
Apurímac	113,217	5.09
Puno	86,458	3.89
Otros		43.97
Total	2'224,300	100%

Fuente: CENAGRO, 2012.

Tabla 2. Producción pecuaria de porcinos de la provincia de Puno por distrito año 2010.

DISTRITO	POBLACION PROMEDIO	PRODUCCION MANTECA		PRODUCCION CARNE	
		Nº		SACA	TM
TOTAL	25,100	15,900	65	15,900	508
ACORA	2,280	1,480	6	1,480	49
AMANTANI	2,820	1,680	7	1,680	49
ATUNCOLLA	670	420	2	420	13
CAPACHICA	3,910	2,460	10	2,460	76
CHUCUITO	5,250	3,410	15	3,410	112
COATA	1,320	810	3	810	25
HUATA	1,620	990	4	990	32
MAÑAZO	330	210	1	210	6
PAUCARCOLLA	1,450	940	4	940	31
PICHACANI	70	50	1	50	2
PLATERIA	3,150	2,020	8	2,020	66

Fuente: MINAG, 2010.

2.1.2. Hemoglobina y hematocrito

La hemoglobina (Hb), componente principal de los eritrocitos, representa el 32 % de la masa total del glóbulo rojo y es el mejor índice para medir la capacidad de transporte de gases de la sangre. La determinación de Hb mide la cantidad de la proteína que hay en un volumen de sangre y generalmente se expresa en g/L o g/dL (Carmona-Fonseca, 2003 y Greer *et al.*, 2003).

Las investigaciones sobre el comportamiento fisiológico del ganado con respecto a la altitud cobran importancia especialmente cuando los animales son trasladados del medio ambiente en donde se han logrado estabilizar productivamente a ambientes altitudinales diferentes, presentándose en el organismo una variación en el comportamiento fisiológico para alcanzar nuevamente su estabilidad funcional, dándose así un proceso de adaptación de dicho organismo, que sufre ajustes fisiológicos de acuerdo con la altitud a la que se encuentre. Los animales disponen de ciertas capacidades para adaptarse a medios ambientes desfavorables, capacidad que varía de acuerdo con las especies (McDowel, 1975). Los organismos que viven en un estado natural, en una zona determinada, están aclimatados al grado de tensión de oxígeno de esa zona, cualquier disminución o aumento de oxígeno ocasiona comportamientos fisiológicos diferentes a los acostumbrados por el animal (Hurtado, 1973).

Cuando los animales domésticos se mantienen a grandes alturas (caso de los rumiantes en pastoreo), se produce en ellos la adaptación del organismo a la disminución del oxígeno ambiental (hipoxia), debido a que en las alturas, al disminuir la presión atmosférica total, se presenta una

disminución en la presión parcial del oxígeno disponible en el medio, exigiendo al organismo una serie de ajustes, expresados inicialmente en un aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria. Además se registra en el animal una mayor actividad del sistema hematógeno, una elevación de la hemoglobina sanguínea y, por ende, un aumento en el número de glóbulos rojos (Gurtler *et al.*, 1976).

Usualmente se considera que estas variables se correlacionan bien y que ambas se encuentran disminuidas en la anemia. La relación Hb-Hto consiste en calcular el valor de la Hb al dividir el Hto entre un factor - usualmente entre 3,0 y 3,3 - y la relación inversa de obtener el Hto a partir de multiplicar la concentración de Hb por este factor (Carmona-Fonseca, 2003; Gallardo, 2010).

La creencia de que el valor del hematócrito es equivalente a 3 veces la concentración de hemoglobina es una proporción matemática que solo se cumple en los individuos "normales", con valores "normales" de Hb y Hto, y eritrocitos "normocíticos normocrómicos". De manera que en pacientes con anemia esta relación puede dejar de cumplirse. Por lo tanto, su uso como rutina en el laboratorio clínico no es aconsejable; ambas determinaciones pueden realizarse por métodos manuales o automatizados, pero el Hto calculado con equipo electrónico tiene un valor 3-5 % más bajo que el manual (Carmona-Fonseca, 2003).

Teniendo en cuenta esta situación, no debe forzarse la calibración y los ajustes para que se cumpla la relación entre los valores de Hb y Hto. Una medición objetiva requiere de una buena calibración de los sistemas analíticos utilizando los calibradores; y cuando se modifican los factores de calibración para que la

relación se cumpla, estamos extrapolando esta relación a todos los resultados que se obtengan, con lo que se pierde la objetividad en todos los análisis realizados (Gallardo, 2010).

El Hematocrito es la porción de volumen total de la sangre ocupada por la masa de eritrocitos; representa, entonces, el porcentaje de la masa de eritrocitos en la sangre total y su cifra depende del tamaño del glóbulo rojo, por lo que no siempre refleja el número de hematíes, aunque sí es expresión de su concentración (Carmona-Fonseca, 2003 y Greer *et al.*, 2003).

Se define el hematocrito (Hto) como la fracción de volumen que los eritrocitos ocupan en un volumen de sangre (Coby, 2003), según el hematocrito significa “dividir o separar la sangre”. Se utiliza el hematocrito para estudiar casos de deshidratación y anemia (Voigt, 2003), los niveles normales de hematocrito en reposo oscilan entre 32% y 47% (Boffi, 2007) y 32% y 53% (Shalm’s, 2000), el objetivo de medir el volumen celular aglomerado es determinar el porcentaje de eritrocitos que circulan por la sangre periférica en el momento de la extracción (Voigt, 2003).

Al interpretar el hemograma completo hay que tener en cuenta un número de factores que podrían influir en las propiedades normales de los eritrocitos, incluyendo la edad, raza, tono simpático, condición física, nutrición y variación individual del animal y el almacenamiento de la muestra de sangre. Los animales presentan un Hto con una concentración de hemoglobina y un número de glóbulos rojos más elevado que otras razas, una vez iniciado el entrenamiento para las carreras. El bazo equino reacciona a las catecolaminas liberadas durante el ejercicio con la contracción y liberación de

un gran número de eritrocitos, esto causa una policitemia a corto plazo con el objetivo de satisfacer una mayor demanda de oxígeno requerida por los músculos activos (Boffi, 2007).

Es obvio que las desviaciones de un hematocrito normal pueden tener grandes consecuencias en términos de la capacidad de la sangre para transportar oxígeno. El hematocrito afecta la viscosidad de la sangre, cuando el hematocrito se eleva por encima del 40% la viscosidad aumenta con rapidez. A esto se le denomina policitemia (Meyer, 1998).

El problema de un aumento en la viscosidad de la sangre es que ocasiona viscosidad dificultad del bombeo de la sangre al corazón, la policitemia produce una sobrecarga fuerte para el corazón y puede ocasionar insuficiencia cardíaca si el corazón no está sano, en caso de que ocurra lo disímil, es decir, que el hematocrito sea muy bajo, se denomina Anemia; esta es la condición baja, anormal de la cantidad de glóbulos rojos en la sangre. Esta alteración conlleva a un aumento del gasto cardiaco con el fin de proveer la cantidad adecuada de oxígeno cada minuto a todos los tejidos. Esta necesidad de aumentar el gasto cardiaco también impone un incremento en la carga de trabajo y puede producir insuficiencia en un corazón enfermo. De este modo el rango del hematocrito entre 40 al 50% provee a la sangre la hemoglobina suficiente para llevar a cabo el transporte de oxígeno (García, 1996).

2.1.3. Eritrocitos

Glóbulos rojos sanguíneos o hematíes son el tipo de células más numerosos del organismo, su producción tiene lugar en la médula ósea, requiriendo de 6 a

8 días para alcanzar la madurez; si se produce un incremento de la demanda puede ser liberado a sangre de 3 a 5 días (Voigt, 2003).

El glóbulo rojo, hematíe o eritrocito es una célula en forma de disco bicóncavo, con diámetro aproximado de 7micras (μ) y un espesor de 2 a 3 μ , enucleado y desprovisto también de mitocondrias y ribosomas, además describen que los hemocitoblastos o célula madre, por estímulo de la eritropoyetina se diferencia en rubiblastos. Normalmente el rubiblasto se convierte en reticulocito, por un proceso continuo de diferenciación en aproximadamente 72 horas. El reticulocito madura hacia eritrocito en las 48 horas siguientes (Martínez, 2005).

El normoblasto, la célula de la médula ósea del hombre, que es el predecesor inmediato del eritrocito, es nucleado, mientras que el eritrocito adulto del mamífero no lo es. El núcleo del último se perdió por expulsión o según algunos, por absorción antes que el corpúsculo entrase en la corriente sanguínea; el número de glóbulos rojos varía ampliamente entre las diferentes especies (que se conoce como variación ínter específica), así como el individuo (variación individual), así los factores responsables de las variaciones intra específicas o intra individuales están la edad, sexo, medio ambiente, ejercicio, estado nutritivo, clima (Dukes y Swenson, 1983).

La vida media de los eritrocitos normales una vez producidos en la médula de los huesos circula por todo el organismo en el interior de los vasos sanguíneos y pueden vivir entre 90 a 120 días lo cual sugiere que, en seis meses, el animal ha renovado todo sus glóbulos rojos. Si consideramos que una vaca puede tener hasta 280 billones de ellos, eso muestra una idea del

impresionante esfuerzo fisiológico que en el animal realiza y que no es percibido por el ganadero (Ramírez, 2006).

El nombre eritrón se denomina al conjunto formado por la masa de eritrocitos circulantes y el tejido eritropoyetico presente en la medula ósea, para que se produzca eritrocitos estima que el tiempo total de permanencia de la células eritroides en la medula ósea de bovinos permanece de 4 a 5 días. El eritrocito se compone de 60 a 70% de agua, 28 a 35 % de hemoglobina, la principal función del eritrocito es el de transportar la hemoglobina, a su vez esta hemoglobina transporta oxígeno y bióxido de carbono, por lo tanto se reconoce como pigmento respiratorio (Fernández, 1979).

La morfología diversa de los eritrocitos en las especies domesticas determina las diferentes constantes hematimetricas y por ende son propias de cada especie, es decir que hay una variabilidad interespecífica. Las variaciones dentro de una misma especie no son muy manifiestas y estas son dependientes de sexo, edad, gestación, estado nutricional, etc. Las constantes hematológicas hemoglobina, hematocrito y eritrocitos varía ampliamente con las especies y además presenta variaciones intraespecíficas y las de mayor importancia son: sexo, edad, ejercicio, gestación, raza, hora del día, temperatura ambiental, altitud, estado nutricional, estado de stress etc. (Dukes y Swenson, 1983).

La dinámica y los cambios hematológicos por efecto de la altitud y establecen que la policitemia de las grandes alturas obedeciendo a un comportamiento exponencial, es decir que la hemoglobina, hematocrito y eritrocitos aumentan en condiciones de hipoxia hipobarica en un estudio realizado en individuos

nativos de altura y las personas que ascendían a las grandes altitudes (Gonzales, 1998).

En la actualidad se tiene instrumentos más precisos y por la gran variabilidad en los recuentos globulares, recomienda que debiera en lo posible efectuar las determinaciones en contómetro electrónico y el dosaje de la hemoglobina en espectrofotómetro de la misma manera nos indica que existe influencias de factores tales como: sexo, edad, altitud, etc. (Benard, 1984).

El recuento de eritrocitos requiere de una destreza y dedicación fin de evitar errores técnicos, manipulación, laboratorio, instrumentación, etc. Inclinandose a las determinaciones de la hemoglobina y hematocrito por ser provechosa en el diagnóstico clínico. De la misma manera se considera que existen variaciones fisiológicas debido a la altitud, sexo, edad, raza, gestación, etc. (Lynch, 1972).

La hemoglobina, hematocrito y eritrocitos Incrementan en forma proporcional a la altitud simulada. De la misma manera existen diferencias en las constantes hematológicas dentro de una especie (raza, edad, altitud, clima, nutrición, etc.) (Schalm, 1964).

Dada las características morfológicas propias en las diferentes especies animales de los eritrocitos, se tendrán también los valores propios para cada especie, los mismos que están influenciados por diversos factores (edad, sexo, raza, gestación, etc.), la confiabilidad de ellos dependerá de la cantidad mínima de errores cometidos en las determinaciones de las diferentes constantes hematológicas y en menor cuantía por el método empleado (Wintrobe, 2000).

Existen una variación en las diferentes especies y la confiabilidad de tales constantes hematimétrica es dependiente de la cantidad de errores cometidos principalmente en el recuento de eritrocitos (Coffin, 1977).

La reducción de la presión de oxígeno en las regiones montañosas provoca un aumento en la producción y liberación de eritropoyetina, la cual estimula la eritropoyesis. Las vacas que pastorean en praderas de alta montaña, naturalmente, deberán experimentar un aumento de eritrocitos circulantes, concentración de hemoglobina y hematocrito (Schalm, 1981).

El glóbulo rojo maduro que no tenga núcleo, no es un cuerpo inerte; de hecho, es un transportador químico muy eficaz del comburente básico (oxígeno) y uno de los productos finales de la combustión (CO_2); la membrana de la célula presenta una semipermeabilidad dinámica, y mantiene dentro del eritrocito una concentración elevada de potasio, no dejando entrar al sodio; en cambio no ofrece ningún obstáculo al paso de los iones hidrógeno, cloruro y bicarbonato en ambos sentidos, en función del gradiente iónico (Lynch, 1972).

Los eritrocitos son elásticos y flexibles, lo cual les permite atravesar capilares muy pequeños, su tamaño varía con las especies, junto a los eritrocitos de dimensiones medias que caracterizan a cada especie, existe una pequeña fracción alrededor de un 10% con un diámetro mayor (macrocitosis) o menor (microcitosis) que el normal; la disminución de la presión de oxígeno propia de las grandes alturas, como sucede en las vacas de los pastos alpinos implica una acentuación funcional de la médula ósea y con ello la elevación del número de eritrocitos; debido a ello (Kolb, 1971).

2.1.4. Leucocitos

Los leucocitos también llamados glóbulos blancos son un conjunto heterogéneo de células sanguíneas que son los efectores celulares de la respuesta inmune, así intervienen en la defensa del organismo contra sustancias extrañas o agentes infeccioso. Se originan en la médula ósea y en el tejido linfático (Mutis y Ramírez, 2003).

Con este término se agrupa a deferentes células (monolitos, linfocitos, basófilos, eosinofilos y neutrófilos) cuya funcionalidad y morfología es diferente. La manera de cuantificar es la expresión global (G.B. por mm^3 de sangre) o mediante hemograma (fórmula leucocitaria relativa o absoluta). La variación de los leucocitos dependerá de los múltiples factores tales como: edad, sexo, alimentación, horas del día, gestación, estado del stres, etc. (Guyton, 2012; Sturkie, 1968). La cantidad leucocitos varia dentro de una misma especie y dentro de los factores de mayor influencia tenemos: sexo, edad, hora del día, raza, ejercicio, etc. (Coles, 1968).

Considera que en las vacas gestantes se observa un aumento en la cuenta leucocítica total hasta el tercer mes, después del cual disminuye gradualmente. Durante las dos semanas inmediatamente anteriores del parto se aprecia una segunda leucocitosis. Algunos investigadores señalan cuentas leucociticas mayores en terneros que en adultos, mientras que otros aseguran lo contrario. Aunque existan, las diferencias no son muy grandes (Benjamín, 1990).

Manifiesta que existe aproximadamente 800 eritrocitos por cada leucocito en el torrente circulatorio del vacuno, varios factores contribuyen a la leucocitosis fisiológica, tales como la hora del día, ingestión de alimentos, ejercicio,

epinefrina, otras condiciones de tensión (stress); en el periodo postnatal se producen notables cambios, en el número de leucocitos circulantes en la sangre, algunas especies nacen con número incrementado pero con frecuencia los recuentos son comparables con los de adulto e incluso inferiores (Dukes, 1983). El número de leucocitos circulantes varía mucho entre individuos, ya sean jóvenes o adultos; las variaciones pueden incriminarse a diversos factores además de la edad, en especial a la actividad vascular y al estado emocional del animal (Schalm *et al.*, 1981).

Los totales son más bajos en las mañanas y aumenta progresivamente en el transcurso del día; por otra parte, manifiesta que los leucocitos presentes en el sistema circulatorio no se encuentran repartidos por igual, pudiendo acumularse en determinados territorios, a su vez los leucocitos son ricos en enzimas, por lo cual pueden destruir tejidos cuando se rompen, esto sucede con la formación de pus, en cuyo caso los factores estimulantes procedentes del lugar inflamatorio (leucotoxinas) motivan la salida de glóbulos blancos fuera del torrente sanguíneo y luego su destrucción, las enzimas proteolíticas así liberados son capaces de digerir entonces el tejido mortificado (Lynch, 1972; Kolb, 1979).

2.1.5. Formula leucocitaria o Hemograma

Son la primera línea de las defensas del organismo. Forman aproximadamente un 60% del total de glóbulos blancos, o entre 3.500 a 6.000 en número por ml. Reaccionan rápidamente, en unas cuatro horas, ante cualquier problema. Con ciertos tipos de infecciones severas pueden aumentar en número, hasta 40.000. Sin embargo, sus números bajan ante problemas relacionados con

estrés fuerte o algún virus. Si se ve un aumento en el número del neutrófilo segmentado, quiere decir que el animal está experimentando un estrés agudo y está utilizando incluso los neutrófilos inmaduros producidos recientemente por la médula ósea. Se pueden ver también bajo un microscopio cambios en la estructura celular, que pueden indicar un problema de infección o inflamación (Thrall, 2004).

Los neutrófilo son un tipo de leucocitos de la sangre se designan a veces como granulocitos polimorfo nucleares – pseudoeosinofilo, en el hombre y en ciertos mamíferos, tales como el perro, estos leucocitos poseen gránulos, tienen reacción acida. El termino heterofilias podría entonces implicar la variabilidad de la reacción tintórea de este grupo de células en las diversa especies de animales (Sturkie, 1968).

El número de células sanguíneas circulantes varía de acuerdo a los estados fisiológicos normales así como debido a las afecciones patológicos, las variaciones considerables que existen normalmente entre los individuos pueden atribuirse al sexo, edad, nutrición, ejercicio físico y temperatura ambiental, las anemias producidas por parasitismos severos o en la desnutrición se reflejan en un número reducido de eritrocitos circulantes (Merck, 2000). Los neutrófilos tienen un tiempo de generación aproximadamente de 7 días y una vida media de circulación de 6 horas, los neutrófilo abandonan la sangre para entrar en los tejidos, sin retornar de nuevo a ellos, aparentemente la mayoría de los neutrófilo se pierden e la superficie de la mucosa del tracto urinaria, digestivo y respiratoria (Palmer, 1991).

La fagocitosis y digestión de material extraño (bacterias y otras partículas de materia) es llevado a cabo por los neutrófilo esa es su principal función por lo que en ocasiones se le conoce como macrófagos, el neutrófilo fluye alrededor de la bacteria y termina por englobarla, incorporando a una vacuola fagocítica. Los neutrófilo son de corta duración aproximadamente de 4 días en los tejidos y después son remplazadas por las células mononucleares, casi siempre monolitos (Benjamín, 1991).

Eosinófilos

Son células grandes de color rojo, que reaccionan ante problemas relacionados con alergias o irritaciones en el sistema respiratorio. Una variación por debajo de lo normal sólo sale al principio de un problema, cuando los eosinófilos han salido de la sangre para ir al tejido afectado, y no ha pasado suficiente tiempo para producir más (Thrall, 2004).

Los granulocitos eosinófilos polimorfo nucleares son aproximadamente, del mismo tamaño que los neutrófilo. Los gránulos son esféricos y relativamente, grandes color es rojo mate cuando se compara con el rojo brillante de los neutrófilo teñidos con el colorante Wright. El citoplasma tiene un desvaído aunque neto tinte gris–azulado. El núcleo esta menudo bilobulado y es de un azul más rico que el de los neutrófilo, dando así la impresión de una diferenciación más neta entre las cromatina y la paracromatina que en el núcleo de los últimos (Sturkie, 1968). Los eosinófilos, aunque desempeñan un papel como fagocitos, también tiene funciones más específicas como proporcionar defensa contra los parásitos metazoarios y modula los procesos inflamatorios (Merck, 2000).

La presencia de algunos parásitos se producen característicamente más eosinófilos que otros leucocitos, Este hecho se debe a que existe mayor contacto de tejido con el parasito, el mismo que permite que en el huésped se encuentren eosinófilos (Benjamín, 1991).

Basófilos

Reaccionan ante problemas relacionados con alergias e inflamación de tejidos. La cantidad de basófilos, normalmente, es de entre un 0 a 1% del total de la proporción de los glóbulos blancos, así que posibles cambios son difíciles de notar. Contienen heparina e histamina. Cuando hay inflamación, evita que la sangre se coagule y ayudan a prevenir respuestas alérgicas. Hay un equilibrio delicado entre los basófilos y los eosinófilos en casos de inflamación (Thrall, 2004). Los granulocitos basófilos polimorfo nucleares son aproximadamente, del mismo tamaño y aspecto que los neutrófilo. El núcleo es de reacción débilmente basofila y de forma redondeada u oval a veces puede estar lobulado. El citoplasma es abundante y no esta coloreado En el citoplasma abunda gránulos intensamente basófilos (Sturkie, 1968).

Los basófilos se producen en la medula ósea tienen una vida media de 10 a 12 días, por otra parte el color característico de los basófilos se debe al contenido de muco polisacáridos el cual varia con las diferentes especies. Una basofilia (aumento de los basófilos de los valores normales) generalmente se presenta en asociaciones con una eosinofilia, en especial cuando hay presencia de parasitosis y en asociaciones con enfermedad respiratoria crónica (Benjamín, 1991).

Linfocitos

Existen varios tipos que funcionan como la segunda línea de defensa, después de los neutrófilos. Los linfocitos transportan las proteínas del sistema y tienen un papel en la producción de anti-cuerpos. Su número baja ante problemas relacionados con estrés crónico, crecimiento, lesiones (Thrall, 2004).

Existen una amplia variación en el tamaño y forma de estas células, el citoplasma es usualmente de una débil basofilia. Puede consistir en un estrecho cerco que bordea un lado del núcleo, como en los pequeños linfocitos, o pueden constituir la porción mayor de la célula, como en los grandes linfocitos. El núcleo es usualmente redondo y puede estar ligeramente dentada. Existe usualmente un tipo de cromatina de apariencia grosera. Sin embargo, en algunas ocasiones la cromatina es fina y no esta netamente separada por la paracromatina. A veces se notan en el citoplasma unos pocos granulo azurofilos no específicos (Sturkie, 1968).

Los linfocitos tienen la capacidad de pasar hacia los tejidos linfáticos en parte por su habilidad hará entrar y salir de la sangre libremente. Circulan por la sangre durante aproximadamente 2 horas. Emigran a través de las vénulas por capilares, entran en los tejidos linfáticos y llegan a los tejidos linfáticos periféricos (ganglios linfáticos, bazo, placas de peyer de la pared intestinal) (Benjamín, 1991).

Monocitos

Son células de gran importancia, porque su presencia significa que hay un proceso de reparación. Su función es ayudar a la reparación directa, dispersando y absorbiendo el tejido dañado después de alguna lesión. Al igual

que los eosinófilos y monocitos, la cantidad de células baja al empezar el proceso y luego presenta un aumento cuando ya están producidas las células nuevas que necesita el organismo (Thrall, 2004).

A veces es difícil distinguirlos de los grandes linfocitos o identificar a los monocitos en la sangre de las aves, debido a que existe forma de transición entre ambos. En general, los monocitos son células grandes con más citoplasma relativamente que los grandes linfocitos. El citoplasma de estas células tiene un tinte gris azulado. El núcleo es usualmente de contorno irregular trama nuclear del monocito es de una composición más delicada que del linfocito (Sturkie, 1968).

Los monocitos se forman en la médula ósea, entran en la sangre periférica durante un breve tiempo y salen al tejido transformándose en macrófagos los monocitos y los macrófagos pueden realizar pinocitosis y fagocitosis y forman células gigantes multinucleadas en el tejido especialmente como respuesta a cuerpos extraños (Merck, 2000). Derivan de un precursor de la médula en común con los neutrófilos, es decir derivan de los monoblastos, los monocitos dejan la sangre con un tiempo de casi 20 horas, no regresando a la circulación y tiene función fagocitarla (Jubb *et al.*, 1991).

2.1.6. Parámetros hematimétricos

Volumen Corpuscular medio (VCM).

La alimentación, el estrés, la preñez, el parto, la lactación, la edad, la raza, el sistema de cría y factores climáticos influyen los valores sanguíneos (Mbassa and Poulsen, 1992; Jain, 1993).

EL VCM refleja el volumen medio de los eritrocitos circulantes, siendo sus valores normales de 80 a 100 fL. Es un parámetro no costoso y universalmente disponible, que nos permite clasificar las anemias en microcíticas, normocíticas o macrocíticas. Tiene el inconveniente de que su valor desciende también en enfermedades crónicas, hemoglobinopatías (talasemia) y anemia sideroblástica y que se ve influenciado por el almacenamiento de la muestra. Respecto a su capacidad diagnóstica, posee una alta sensibilidad en el diagnóstico de la DH establecida y es útil para monitorizar el efecto del tratamiento (semanas-meses), pero no es válido para valorar cambios agudos en la disponibilidad de hierro secundarios al tratamiento con agentes estimuladores de la eritropoyesis (Diez y Muñoz, 2011).

La preñez y lactación tienen efectos sobre parámetros sanguíneos como volumen corpuscular medio (VCM) (Azab *et al.*, 1999).

Hemoglobina corpuscular media (HCM).

Refleja la cantidad media de hemoglobina en los eritrocitos circulantes, siendo sus valores normales de 20 a 35 pg. Es un parámetro no costoso y universalmente disponible, que nos permite clasificar las anemias en hipocrómicas, normocrómicas e hiperocrómicas. Tiene el inconveniente de que sus valores descienden, no solo en la DH, sino también en enfermedades crónicas, hemoglobinopatías (talasemia) y anemia sideroblástica, aunque se ve menos afectado por el almacenamiento de la muestra que el VCM. Al igual que VCM, es útil para monitorizar el efecto del tratamiento (semanas-meses), pero no es válido para valorar cambios agudos en la disponibilidad de hierro secundarios al tratamiento con agentes estimuladores de la eritropoyesis (Diez

y Muñoz, 2011). La preñez y lactación tienen efectos sobre parámetros sanguíneos como la hemoglobina corpuscular media (HCM) (Azab *et al.*, 1999).

Concentración de hemoglobina corpuscular medio (CHCM)

Existe otra relación entre la Hb y el Hto que sí tiene validez clínica y se cumple en todos los pacientes, que no es otra que la concentración de Hb corpuscular media (CHCM) que se obtiene de multiplicar por 100 el resultado de la división de la Hb en g/L por el Hto expresado %, la CHCM nos da una medida global de la cantidad de Hb contenida en los glóbulos rojos y resulta extremadamente útil para conocer si estos son normocrómicos o hipocrómicos. Este índice es la clave para la clasificación morfológica de las anemias, por lo que, cuando se fuerza la relación Hb-Hto también se fuerza la relación CHCM y en consecuencia, se pierde aún más la objetividad (Guerrero-Mayares, 2004; Gallardo, 2010).

2.2. Antecedentes

Gonzales *et al.* (2012), realizó un estudio de biometría hemática (Hemograma) a 79 cerdos al destete, de aproximadamente 34 días de edad en promedio, tomándose muestras sanguíneas una semana después de destetados durante el lapso de Septiembre 2010 a junio de 2011, con el objetivo de contribuir al establecimiento de los valores sanguíneos normales de cerdos al destete bajo las condiciones de la Granja Experimental Chapingo y ser utilizados como referencia en estudios similares. Las variables estudiadas son las correspondientes al hemograma sanguíneo: Conteo de Glóbulos Rojos, Hematocrito, Hemoglobina, Volumen Corpuscular Medio (VCM), Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM), Hemoglobina

Corpuscular Media (HCM), Conteo de Glóbulos Blancos, Conteo Diferencial de Leucocitos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfocitos y monocitos). Los resultados arrojados en el experimento fueron la media, y los rangos (mayor y menor), ya que es la forma en que la mayoría de los autores reportan sus datos, esta información se comparó con los valores reportados por otros autores para cerdos en diferentes edades.

Tabla 3. Hemograma de cerdos al destete (valores porcentuales).

Valores	Promedio	Valores extremos	
		Mínimo	Máximo
Eritrocitos (*106/mm ³)	5.81	0.84	8.45
Leucocitos (*103/mm ³)	8.48	0.55	20.0
Linfocitos (%)	73.21	5.0	95.0
Neutrófilos (%)	14.07	0.0	48.0
Eosinófilos (%)	6.32	0.0	27.0
Monocitos (%)	4.83	0.0	16.0
Basófilos (%)	1.54	0.0	4.0
Hematocrito (%)	39.9	4.0	45.0
Hemoglobina (g/dL)	14.64	0.04	16.54

Fuente: Gonzales *et al.*, 2012.

Tabla 4. Valores corpusculares medios obtenidos para cerdos al destete.

Variable	Promedio	Valores extremos	
		Mínimo	Máximo
VCM ₁ (fl)	70.97	46.87	144.36
HCM ₂ (pg)	26.04	17.60	53.55
CMHC ₃ (g/100 mL)	36.73	35.65	38.47

Corredor (2012), estudió el efecto de la inclusión del follaje de morera fresca *Morus alba* en dietas de cerdos sobre el perfil hematológico de los animales en la fase de ceba. Se utilizaron 40 cerdos línea York x Landrace x Pietrain (YLP),

a los cuales se asignaron cuatro tratamientos en forma completamente al azar, con tres niveles de inclusión de Morera en la dieta (35, 30 y 25 %) y un tratamiento testigo con alimento balanceado con un nivel de proteína de 12,5%. Los tratamientos se manejaron de la siguiente manera: tratamiento testigo (T1), dieta con alimento balanceado al 100%, tratamiento dos (T2), dieta con alimento balanceado + 35% de morera, tratamiento tres (T3), dieta con alimento balanceado + 30% de morera y tratamiento cuatro (T4), dieta con alimento balanceado + 25% de Morera. Las variables hemáticas se evaluaron tomando una muestra de sangre con anticoagulante EDTA; los indicadores hematológicos medidos fueron el hematocrito, la hemoglobina, recuento plaquetario y el leucograma con diferencial, se realizó el análisis de varianza para las variables obtenidas; para la interpretación de dichas variables se establecieron valores de referencia para el tratamiento testigo, basados en límites de confianza al 99%. El perfil hemático no mostro diferencias significativas entre los tratamientos con los niveles de inclusión de morera en la dieta con respecto al tratamiento testigo. La morera puede ser utilizada en la alimentación de cerdos en la fase de ceba sin interferir en las variables sanguíneas.

Tabla 5. Perfil hemático en cerdos de la línea York x Landrace x Pietrain.

Variable	Valor normal	Testigo
Hematocrito (%)	32 a 50	41,4
Hemoglobina (g/dL)	9-17	13,6
Leucocitos totales (mm ³)	7000 – 20000	5160
Neutrófilos (%)	20 –70	22,4
Linfocitos (%)	35 - 75	67,8
Eosinófilos (%)	0-15	3,2
Monocitos (%)	0-10	6,6

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

Los porcinos procedentes del Centro Poblado de Collana ubicado en el distrito de Paucarcolla, de la provincia de Puno y de la región Puno. Está localizado al norte de la ciudad de Puno, limita por el norte con los distritos de Atuncolla y Huata; por el este con el Lago Titicaca; por el sur con el distrito de Puno y; por el oeste con los distritos de Atuncolla, Tiquillaca y con la Laguna Umayo. Paucarcolla está ubicada a 3,845 msnm, oscilando entre los 3 812 a 3 900 msnm, a orillas del Lago Titicaca. Su clima es seco frígido ubicada en la región Suni, siendo las coordenadas geográficas de 15°68'33'' de Latitud Sur y 70° 15' 00'' longitud Oeste (SENAMHI, 2015).

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Bioquímica y Laboratorio Clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

Animales

Se utilizó un total de 40 porcinos mejorados Yorkshire PPC, aparentemente sanos.

Tabla 6. Distribución del tamaño muestral de porcinos mejorados procedente del centro poblado de Collana, Paucarcolla.

Clase	Sexo	
	Macho	Hembra
Jóvenes	10	10
Adultos	10	10
Total	20	20

Fuente: Elaboración propia.

Materiales, equipos y reactivos**De campo:**

- Cuaderno y lapiceros
- Mameluco

Toma de muestras

- Torundas de algodón
- Alcohol yodado
- Tubos de prueba con EDTA
- Gradilla
- Caja de tecknoport con hielo
- Cuchillo

Obtención de suero

- Centrifugadora Modelo CS International (IEC)
- Viales de plástico de 5 mL
- Pipetas Pasteur
- Gradillas
- Congelador
- Cronómetro

Análisis de laboratorio:

- Espectrofotómetro Modelo SPECTRONIC 21 BAUS & LOMB (USA)
- Tubos de prueba de 10 mL.
- Pipetas graduadas
- Micro pipetas automáticas
- Baño María
- Gradillas y soportes
- Microscopio compuesto Modelo “PRIMO STAR” CARL ZEISS
- Centrifuga
- Baño María
- Hematímetros (cámara y pipetas de Thoma)
- Pipetas hematométricas de bola roja.
- Cronómetro de mano para recuento globular
- Contómetro de tecla para hemograma
- Frasco lavador (piseta)
- Laminas porta y cubre objetos

Reactivos

- Solución de Natt y Herrick

- Solución de Turk
- Reactivo de cianometahemoglobina
- Colorante de Wright
- Solución tampón

Material biológico

- Muestras de sangre

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Obtención y conservación de muestras sanguíneas

Las muestras de sangre fueron obtenidas de la vena auricular de la oreja siguiendo el siguiente protocolo: La vena fue ocluida a nivel de la base de la oreja, puede ser necesario frotar la oreja para dilatar el vaso. Cuando se localizó adecuadamente, se desinfecto el área y se introdujo la aguja desde la parte media de la oreja y hacia la base de la misma, una vez con sangre en la jeringa o vacutainer se tomó la cantidad de sangre requerida (Sjaastad and Aass, 2000); las muestras fueron colectadas en tubos de ensayo con anticoagulantes (EDTA) debidamente identificados, en un volumen aproximado de 3 mL, para ser inmediatamente trasladados al laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en cajas de tecnopor con hieleras para su conservación.

3.4. ANÁLISIS DE MUESTRAS

3.4.1. Determinación de la hemoglobina

Método de la cianometahemoglobina

Cuyo principio es que el ferrocianuro convierte al hierro de la hemoglobina del estado ferroso al estado férrico para formar la metahemoglobina en una solución alcalina, la metahemoglobina se combina con el cianuro de potasio para producir el pigmento estable de la cianometahemoglobina, utilizando el siguiente procedimiento:

- En tubo de ensayo se tomó 0.02 mL de sangre que se diluyó en 5 mL de reactivo de Drabkin.
- Luego de 15 minutos se realizó la lectura de la absorbancia en espectrofotómetro a longitud de onda de 540 manómetros.
- El cálculo se realizó mediante la multiplicación de la absorbancia y el factor de calibración.

$$Hb = A + Fc$$

Donde:

Hb: Hemoglobina.

A : Absorbancia.

Fc: Factor de calibración.

Factor de calibración (Fc)

Se elaboró con el estándar de la hemoglobina (Hemoglo – Wiener) y el reactivo de cianometahemoglobina procesando con 20 microlitros (μL) de estándar de hemoglobina y con 10 y 15 mL de reactivo de cianometahemoglobina, la lectura se realizó a 540 nm, del cual se obtuvo el Fc:

$$F_c = 37.85$$

3.4.2. Determinación del hematocrito

Método de Microhematocrito

Este método consiste en uso de tubos capilares lisos de 75 mm x 1mm, cuyo fundamento está basado en el porcentaje de volumen sanguíneo ocupado por los eritrocitos. Con este procedimiento se determinó en sangre entera con anticoagulante mediante el siguiente procedimiento:

1. Se tomó la sangre directamente de los viales, en la que se sostuvo el tubo casi forma horizontal para facilitar el llenado por capilaridad hasta completar aproximadamente entre 85 a 95 %.
2. Se secó la sangre que quedó por fuera del tubo cuando todavía estaba húmedo.
3. Luego de ello se procedió a colocar los tubos capilares en el cabezal de la centrifugadora para micro hematocrito.
4. Se centrifugo por un lapso de 7 minutos a 12 mil revoluciones por minuto.

- Se retiró los tubos para la lectura del % del hematocrito para ello se usó el escalímetro de lectura.

3.4.3. Recuento de eritrocitos

Método de Natt y Herrick

- Se aspiró sangre venosa o capilar hasta la marca de 0.5 mL, limpiándose la parte exterior de la pipeta.
- Se aspiró la solución de Natt y Herrick hasta la marca 101 (dilución 1:200)
- Se mezcló durante 1-2 minutos, se desechó las primeras gotas, se llenará la cámara de recuento y se esperó 3 minutos.
- Se contó el número total de eritrocitos en cinco cuadros (cuadros de las esquinas y el cuadro central) del retículo. Luego se colocó la cámara en la platina del microscopio compuesto. Con el objetivo de 10X enfocar el área cuadrículada de la cámara con el objetivo de 60X se procedió a contar los eritrocitos en 5 de los 25 cuadrados del área central.
- En número de eritrocitos se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Numero de eritrocitos millones/mm}^3 = \frac{N \times 200}{0.2 \times 0.1 \times 1}$$

Donde:

N: Numero de eritrocitos contados.

200: Factor de dilución.

0.2: superficie contada (5 cuadrados medianos corresponden a 0,2 mm²)

0.1: profundidad de la cámara (0.1mm)

3.4.4. Recuento de leucocitos

1. Se aspiró sangre venosa o capilar hasta la marca de 0.5 mL. Se limpió la parte exterior de la pipeta.
2. Se aspiró la solución de Turk hasta la marca 101 (dilución 1:200)
3. Se mezcló durante 1-2 minutos, se desechó las primeras gotas, se llenó la cámara de recuento y se esperó 3 minutos.
4. Se contó el número total de leucocitos en los nueve cuadrados grandes de un lado de la cámara y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Numero de leucocitos/mm}^3 = \text{Leucocitos contados} \times 200 \times 1.1$$

3.4.5. Hemograma

Se procedió mediante el frotis y la lectura diferencial de 100 células blancas con la ayuda de contador de tecla para los 5 principales tipos celulares la metodología utilizada fue la siguiente:

El Frotis sanguíneos

1. Se colocó una gota de sangre en un portaobjeto de vidrio limpio y colóquelo sobre una superficie limpia y plana.
2. En otro portaobjetos, y con uno de sus extremos toque la gota de sangre de forma que se extienda por todo el borde
3. Manteniendo el segundo portaobjetos, formando un ángulo de 45° respecto del primero, se desplazó a lo largo de toda la superficie de aquel para formar una película delgada de sangre.
4. Dejamos secar el frotis.

Coloreado de las láminas

1. Luego teñir las extensiones de sangre una vez realizado el frotis y se hayan secado al aire libre.
2. Si se desea dejar por más de una hora sin colorear es necesario fijarlas con metanol absoluto (15 segundos aproximadamente)
3. Se colocó los extendidos en un plano horizontal y con la extensión de sangre hacia arriba en las cubetas respectivas.
4. Se cubrió toda la superficie de la preparación con el colorante Wright por dos o tres minutos.
5. Para luego agregarse un volumen igual de solución amortiguadora (pH 6.4) o en su defecto agua de caño los resultados son igualmente buenos.
6. La cantidad de agua o buffer debe ser suficiente para cubrir la lámina completamente, pero no en exceso que caiga a la cubeta. (2.5 mL laminas y 0.5 mL para laminillas aproximadamente).
7. Se sopló suavemente el extendido para mezclar hasta obtener una película uniforme de apariencia metálica-verdosa y se esperó durante 5 minutos.
8. Luego se removió el colorante con agua corriente manteniendo los extendidos en posición horizontal. El lavado fue rápida (5- 30 segundos) para evitar precipitación del colorante sobre la superficie del extendido.
9. Luego se dejó secar a aire.

10. Se quitó con una gasa humedecida en alcohol, el colorante que queda adherido al dorso de la lámina, teniendo cuidado de que el alcohol no tenga contacto con la superficie coloreada.
11. Se realizó la lectura al microscopio a objetivo de inmersión.

3.4.6. Índice hematimétricos

Los parámetros hematimétricos se determinaran mediante las siguientes formulas:

Volumen corpuscular medio (VCM).

$$\text{VCM (fL)} = \text{Ht} \times 10 / \text{Conteo de eritrocitos en millones/mm}^3$$

Hemoglobina corpuscular medio (HCM)

$$\text{HCM (pg)} = \text{Hb} \times 10 / \text{Conteo de eritrocitos en millones/mm}^3$$

Concentración de hemoglobina corpuscular medio (CHCM)

$$\text{CHCM (g/dL)} = \text{Hb} \times 100 / \text{Ht}$$

3.5. MÉTODO ESTADÍSTICO

Se utilizó la estadística descriptiva a través de la determinación de medidas de tendencia central (Promedio) y de dispersión (rango, coeficiente de variabilidad y error estándar).

3.5.1. Diseño experimental

El trabajo fue conducido bajo un diseño completo al azar, bajo un arreglo factorial de 2 x 2 (sexo x clase); siendo el modelo aditivo lineal el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es el valor de eritrocitos, leucocitos, hemoglobina, hematocrito y componentes del hemograma observado en el i -ésimo porcino dentro del k -ésimo lugar, de la j -ésima clase, del i -ésimo sexo.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del i -ésimo sexo.

β_j = Efecto de la j -ésima clase.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción en el i -ésimo sexo, j -ésima clase.

E_{ijk} = Error experimental propiamente dicho con el i -ésimo sexo, j -ésima clase, k -ésimo lugar.

Para la prueba de comparación de medias de los efectos principales (sexo, clase) se utilizó la prueba de significancia de Duncan, usando el procedimiento GLM (modelo general lineal) del software estadístico SAS 9.2. (SAS, 2007).

Los valores porcentuales fueron transformados a raíz cuadrado más uno.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los parámetros hematimétricos en porcinos en altura según clase y sexo se muestra en el anexo 1, cuyos parámetros estadísticos descriptivos se presentan en los cuadros siguientes.

4.1. CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO

4.1.1. Efecto del factor clase y sexo en la concentración de hemoglobina

En la tabla 7, se muestra en el efecto de la clase animal y sexo en la concentración de hemoglobina en porcinos de altura.

Tabla 7. Efecto de la clase animal y sexo en la concentración de hemoglobina en porcinos de altura (g/dL)

Factores	Niveles	n	Promedio \pm DS	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Clase	Jóvenes	10	16,03 \pm 1,22 ^b	13,50	18,10
	Adulto	10	17,03 \pm 1,10 ^a	13,33	18,55
Sexo	Macho	10	16,85 \pm 1,00 ^a	14,80	18,55
	Hembra	10	16,21 \pm 1,42 ^a	13,33	18,10
Total		40	16,52 \pm 1,25	13,33	18,55

El promedio general de la concentración de hemoglobina fue de 16,52 \pm 1,25 g/dL, para el efecto del factor clase los porcinos adultos (17,03 \pm 1,10 g/dL) presentan mayor concentración que los jóvenes (16,03 \pm 1,22 g/dL), al análisis estadístico muestran una diferencia significativa ($P \leq 0,05$); para el efecto del factor sexo las concentraciones fueron similares y al análisis estadístico no existe diferencia ($P > 0,05$).

Estos valores son superiores a los reportados por Pighm *et al.* (2016), en lechones destetados en dos establecimientos de producción intensiva en Argentina (21 días) cifrando valores de $6,634 \pm 3,880$ g/dL y $9,530 \pm 1,457$ g/dL, con diferencia estadística entre establecimiento, la diferencias reportadas respecto al presente trabajo sería debido probablemente al factor edad, como también a lechones al destete, de aproximadamente 34 días de edad en promedio, bajo las condiciones de la Granja Experimental Chapingo reportado por Gonzales *et al.* (2012), el valor promedio de hemoglobina fue de 14.64 g/dL con un rango de 9.04 a 16.54 g/dL.

En estudios del perfil hematológico de los animales en la fase de ceba, de cerdos de la línea York x Landrace x Pietrain en Colombia reportados por Corredor (2012), cifran un valor de hemoglobina de 13,6 g/dL siendo los valores normales referido de 9 a 17 g/dL valores ligeramente inferiores al presente estudio. Los valores de hemoglobina varían por efecto de especie, temperatura ambientales extremas, edad, tamaño, sexo tal como refiere Malcolm (1984); las variaciones numéricas respecto a sexo y clase se deberían a las mismas consideraciones expuestas para eritrocitos, por lo tanto en general los valores de hemoglobina son mayores (numéricos) en machos que en hembras y respecto a clase los adultos presentan mayor proporción respecto a jóvenes tal como refieren Schalm *et al.* (1981).

En estudios de indicadores hematológicos en porcinos reportados por Contino *et al.* (2008) establecen valores de hemoglobina de 11.37 ± 0.16 g/dL inferiores al presente estudio. En estudios de parámetros hematológicos en cerdos nativos y cruzados, el nivel de Hb, aumento gradualmente con la edad tal como refiere Copland (1976) similares a los resultados del presente estudio y al

evaluar los valores hematológicos de cerdos machos castrados en crecimiento por Colina *et al.* (2010) establecieron valores de hemoglobina de 12,01 g/dL, valores inferiores al presente estudio, sobre el particular los valores bioquímicos sanguíneos en animales domésticos varían según los factores geográficos (altitud y latitud) y la disponibilidad de alimentos tal como refieren Fowler y Zinkl (1989), probablemente sea la causa de estas diferencias.

Comparado con valores hematológicos para el efecto sexo los machos presentaron 10,51 g/dL y las hembras 11,48 g/dL sin diferencia estadística y para el efecto edad a los 12 meses 10,93 g/dL y 14 meses 11,05 g/dL, cuyo comportamiento es similar a porcinos en variación tanto por efecto sexo y edad tal como refiere Nunes da Silva *et al.* (2005); en cambio en ovinos de la raza Doper en hembras fue de $12,0 \pm 1,5$ g/dL y machos $12,1 \pm 1,8$ g/dL, similares al estudio y para el efecto edad a los 12 meses $12,6 \pm 1,3$ g/dL y a los 60 meses $10,2 \pm 1,6$ g/dL contrarios a los reportes en porcinos de altura tal como refieren Madureira *et al.* (2013).

4.1.2. Efecto del factor clase y sexo en el hematocrito

En la tabla 8, se muestra en el efecto de la clase animal y sexo en la concentración de hemoglobina en porcinos de altura.

Tabla 8. Efecto de la clase animal y sexo en el hematocrito (%).

Factores	Niveles	n	%	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Clase	Jóvenes	10	47,66 ^a	40,30	56,00
	Adulto	10	50,06 ^a	40,00	54,20
Sexo	Macho	10	50,03 ^a	44,70	54,20
	Hembra	10	47,69 ^a	40,00	56,00
Total		40	48,86	40,00	56,00

El hematocrito fue de 48,86%, para el efecto del factor clase los porcinos adultos (50,06 %) presentan igual concentración que los jóvenes (47,66 %), sin diferencia al análisis estadístico ($P > 0,05$); para el efecto del factor sexo el hematocrito fueron similares, al análisis estadístico sin diferencia ($P > 0,05$).

Los resultados están dentro de los valores reportados Shalm's (2000) quien refiere valores de 32 % a 53 %, el hematocrito es la fracción de volumen que los eritrocitos ocupan en un volumen de sangre tal como menciona Coby (2003); son ligeramente superiores a los reportados por Boffi (2007) quien cifra valores de 32 % a 47 % diferencia asumida por la altitud.

Los valores son superiores a los reportados por Pighm *et al.* (2016) en lechones destetados en dos establecimientos de producción intensiva en Argentina (21 días) cifrando valores de 21,08 % y 31,96 %, con diferencia estadística entre establecimiento, la diferencias reportadas respecto al presente trabajo sería debido probablemente al factor edad; como también a lechones al destete, de aproximadamente 34 días de edad en promedio, bajo las condiciones de la Granja Experimental Chapingo reportado por Gonzales *et al.* (2012), el valor promedio del hematocrito fue de 39.9%, con un rango de 24 a 45% para el máximo.

En estudios del perfil hematológico de los animales en la fase de ceba, de cerdos de la línea York x Landrace x Pietrain en Colombia reportados por Corredor (2012), cifran un valor de hematocrito de 41,4 % siendo los valores normales referido de 32 a 50 %, por lo tanto similares al presente estudio.

En estudios de indicadores hematológicos en porcinos reportados por Contino *et al.* (2008) establecen valores de hematocrito de 39 % y al estudiar los

valores hematológicos de cerdos machos castrados en crecimiento Colina *et al.* (2010) establecieron valores de hematocrito de 34,75%, resultados ligeramente inferiores al presente estudio.

En general los valores de hematocrito varían por efecto de especie, temperatura ambientales extremas, edad, tamaño, sexo tal como refiere Malcolm (1984); las variaciones numéricas respecto a sexo y clase se deberían a las mismas consideraciones expuestas para eritrocitos, por lo tanto en general los valores de hematocrito son mayores en machos que en hembras y respecto a clase los adultos presentan mayor proporción respecto a jóvenes tal como refieren Schalm *et al.* (1981).

En estudios de parámetros hematológicos para los cerdos nativos y cruzados, el hematocrito aumento gradualmente con la edad tal como refiere Copland (1976).

Comparado con para el efecto sexo los machos presentaron 30,83 % y las hembras 32,61% sin diferencia estadística y para el efecto edad a los 12 meses 32,30 % y 14 meses 31,14 %, tal como refiere Nunes da Silva *et al.* (2005), valores inferiores respecto al presente estudio, diferencias debidas a altitud y especie.

4.1.3. Efecto del factor clase y sexo en los valores de eritrocitos (millones por mm³)

En la tabla 9, se muestra en el efecto de la clase animal y sexo en los valores de eritrocitos (millones por mm³) en porcinos de altura.

Tabla 9. Efecto de la clase animal y sexo en los valores de eritrocitos en porcinos de altura (millones/mm³)

Factores	Niveles	n	Promedio ± DS	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Clase	Jóvenes	10	6,28 ± 0,86 ^b	4,98	7,93
	Adulto	10	8,42 ± 0,38 ^a	7,93	9,10
Sexo	Macho	10	7,65 ± 1,11 ^a	5,95	9,10
	Hembra	10	7,05 ± 1,37 ^b	4,98	8,69
Total		40	7,35 ± 1,27	4,98	9,10

El promedio general de los valores de glóbulos rojos fue de $7,35 \pm 1,27$ millones/mm³, para el efecto del factor clase los porcinos adultos ($8,42 \pm 0,38$ millones /mm³) presentan mayor número de glóbulos rojos que los jóvenes ($6,28 \pm 0,86$ millones /mm³), al análisis estadístico existe diferencia ($P \leq 0,05$); para el efecto del factor sexo los machos ($7,65 \pm 1,11$ millones/mm³), presentaron mayor numero que las hembras ($7,05 \pm 1,37$ millones/mm³), al análisis estadístico con diferencia significativa ($P \leq 0,05$).

Los valores son superiores a los reportados por Pighm *et al.* (2016) en lechones destetados en dos establecimientos de producción intensiva en Argentina (21 días) cifrando valores de $4,077 \pm 3,673$ y $5,896 \pm 3,389$ millones/mm³, con diferencia estadística entre establecimiento, la diferencias reportadas respecto al presente trabajo seria debido probablemente al factor edad. Así como a lechones al destete, de aproximadamente 34 días de edad en promedio, bajo las condiciones de la Granja Experimental Chapingo reportado por Gonzales *et al.* (2012), en el conteo de Glóbulos rojos se obtuvo un valor promedio de $5,81 \times 10^6$ con un rango de $2,84$ a $8,45 \times 10^6$ / mL.

La diferencia en el número de eritrocitos para el factor sexo se debe probablemente a que los machos por su mayor metabolismo basal y un mejor

paquete muscular poseen mayor número de eritrocitos como ocurre en todas las especies domesticas tal como refiere Dukes (1983); así como los machos al llegar a la pubertad presentan mayor secreción de andrógenos, estos estimulan la secreción de eritropoyetina, esta hormona estimula la eritropoyesis tal como refiere Guyton (2012); esta diferencias también son corroborados por Gurtler *et al.* (1975) quienes indican que por lo general los machos tienen una tasa de eritrocitos de un 5 a 10% superior a las hembras.

La diferencia del número de eritrocitos para el factor clase, se debe probablemente a que la edad se relaciona con una disminución del tamaño y diferente comportamiento metabólico de los eritrocitos en el periodo de crecimiento denominada anemia fisiológica de la infancia tal como refiere (Vásquez,2008; Guyton, 2012).

En estudios de parámetros hematológicos para los cerdos nativos y cruzados, el recuento de glóbulos rojos, aumentaron gradualmente con la edad tal como refiere Copland (1976), similares a lo reportado en el presente estudio.

Comparado con valores para el efecto sexo los machos presentaron 6,87 millones /mm³ y las hembras 7,31 millones /mm³ sin diferencia estadística y para el efecto edad a los 12 meses 7,20 millones /mm³y 14 meses 6,99 millones /mm³ tal como refiere Nunes da Silva *et al.* (2005), contrarios a los efectos de sexo y edad en porcinos, diferencias debido probablemente a la altitud y especie.

4.1.4. Efecto del factor clase y sexo en los valores de leucocitos (miles/mm³)

En la tabla 10, se muestra en el efecto de la clase animal y sexo en los valores de leucocitos en porcinos de altura.

Tabla 10. Efecto de la clase animal y sexo en los valores de leucocitos en porcinos de altura (miles/mm³)

Factores	Niveles	n	Promedio ± DS	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Clase	Jóvenes	10	17 221,00 ± 688.17 ^b	16 200	18 610
	Adulto	10	18 245,50 ± 412,60 ^a	17 500	18 980
Sexo	Macho	10	17 650,00 ± 811,96 ^a	16 200	18,980
	Hembra	10	17 816,50 ± 722,75 ^a	16 380	18 860
Total		40	17 733,25 ± 763,40	16 200	18 980

El promedio general de los valores de leucocitos fue de 17 733,25 ± 763,40 miles/mm³, para el efecto del factor clase los porcinos adultos (18 245,50 ± 412,60 miles/mm³) presentan mayor número de glóbulos rojos que los jóvenes (17 221,00 ± 688,17 miles/mm³), al análisis estadístico con diferencia significativa ($P \leq 0,05$); para el efecto del factor sexo los machos (17 650,00 ± 811,96 miles/mm³), presentaron igual número de leucocitos que las hembras (17 816,50 ± 722,75 miles/mm³), sin diferencia estadística ($P > 0,05$).

Los resultados están dentro de los parámetros reportados en lechones al destete, de aproximadamente 34 días de edad en promedio, bajo las condiciones de la Granja Experimental Chapingo mencionados por Gonzales *et al.* (2012), quienes reportan valores de 2,55 a 20,00 10³/mm³

En estudios del perfil hematológico de los animales en la fase de ceba, de cerdos de la línea York x Landrace x Pietrain en Colombia reportados por Corredor (2012), cifran un valor de leucocitos totales de 5,160 mm³ siendo los valores normales referido de 7 000 a 20 000 mm³

Para el efecto del factor sexo Gurtler *et al.* (1976) reporta que el sexo no modifica los valores de leucocitos, similares a los resultados obtenidos en el presente estudio.

Para el factor clase las variaciones encontradas estarían corroboradas por las mismas consideraciones expuestas para los valores de eritrocitos, en general los recuentos leucocitarios son inferiores en jóvenes que adultos en las especies domesticas tal como refiere Schalm *et al.* (1981).

4.1.5. Formula leucocitaria (neutrófilo, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos) de porcinos en altura, según clase

La tabla 11, muestra la formula leucocitaria (neutrófilo, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos), de porcinos en altura, según clase.

Tabla 11. Formula leucocitaria (neutrófilo, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos) de porcinos en altura, según clase.

Parámetros	Jóvenes			Adulto		
	%	Mín.	Máx.	%	Mín.	Máx.
Neutrófilo	56,40 ^a	49,00	62,00	53,00 ^b	47,00	61,00
Linfocitos	25,40 ^b	23,00	28,00	27,40 ^a	24,00	30,00
Monocitos	5,30 ^b	4,00	7,00	6,65 ^a	5,00	8,00
Eosinófilos	12,15 ^b	10,00	14,00	13,05 ^a	10,00	16,00
Basófilos	0,30 ^a	0,00	1,00	0,45 ^a	0,00	1,00

En la fórmula leucocitaria la proporción de neutrófilo fue en jóvenes de 56,40 % y en adultos 53,00 %, con diferencia estadística ($P \leq 0,05$); linfocitos en jóvenes de 25,40 % y adultos 27,40 %, con diferencia estadística ($P \leq 0,05$); monocitos en jóvenes de 5,30 % y adultos de 6,65 %, con diferencia estadística ($P \leq 0,05$); eosinófilos en jóvenes de 12,15 % y adultos de 13,05 %, con diferencia estadística ($P \leq 0,05$) y basófilos en jóvenes de 0,30 % y adultos de 0,45 %, sin diferencia estadística ($P > 0,05$).

En estudios del perfil hematológico de los animales en la fase de ceba, de cerdos de la línea York x Landrace x Pietrain en Colombia reportados por Corredor (2012), cifran un valor de neutrófilos de 22,4 % siendo los valores normales referido de 35 a 75 %; de linfocitos de 67,8 % siendo los valores normales referido de 35 a 75 %; de eosinófilos de 3,2 % siendo los valores normales referido de 0 a 15 %; de monocitos de 6,6 % siendo los valores normales referido de 0 a 10 %.

Las diferencias encontradas para el factor clase se debería probablemente a los factores ambientales y otros no controlados que hacen variar las constantes hemáticas en especies domésticas tal como refiere Schalm *et al.* (1981).

En estudios de indicadores hematológicos en porcinos reportados por Contino *et al.* (2008) refieren valores de linfocitos 73%, neutrófilos 25%, eosinófilos 2% y monocitos de 1%, valores diferentes al presente estudio, diferencias probablemente debido a raza, altitud y latitud.

4.1.6. Formula leucocitaria (neutrófilo, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos), de porcinos en altura, según sexo

La tabla 12, muestra la formula leucocitaria (neutrófilo, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos), de porcinos en altura, según sexo.

Tabla 12. Formula leucocitaria (neutrófilo, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos), de porcinos en altura, según sexo.

Parámetros	Machos			Hembras		
	%	Mín.	Máx.	%	Mín.	Máx.
Neutrófilo	54,70 ^a	47,00	61,00	54,70 ^a	49,00	62,00
Linfocitos	25,50 ^a	23,00	30,00	26,30 ^a	23,00	30,00
Monocitos	6,50 ^a	5,00	8,00	5,45 ^b	4,00	7,00
Eosinófilos	12,15 ^b	10,00	14,00	13,05 ^a	11,00	16,00
Basófilos	0,35 ^a	0,00	1,00	0,40 ^a	0,00	1,00

En la formula leucocitaria la proporción de neutrófilo fue en machos de 54, 70 % y en hembras 54,70 %, sin diferencia estadística ($P > 0,05$); linfocitos en machos de 25,50 % y hembras 26,30 %, sin diferencia estadística ($P > 0,05$); monocitos en machos de 6,50 % y hembras de 5,45 %, con diferencia estadística ($P \leq 0,05$); eosinófilos en machos de 12,15 % y hembras de 13,05 % con diferencia estadística ($P \leq 0,05$); y basófilos en machos de 0,35 % y hembras de 0,40 % sin diferencia estadística ($P > 0,05$).

En lechones al destete, de aproximadamente 34 días de edad en promedio, bajo las condiciones de la Granja Experimental Chapingo reportado por Gonzales *et al.* (2012) el porcentaje de neutrófilos fue de 14.07% con un rango de 0-48%, para basófilos el promedio fue de 1.54%, con un rango de 0-4%, eosinófilos se obtuvo un porcentaje de 6.32% con un rango de 1-27%, monocitos fue de 4.83% con un rango de 0 a 16% y

linfocitos de 73.21% con un rango de 35-95%, contrariamente Gregg (2003) señala que los linfocitos son los leucocitos más frecuentemente encontrados en la sangre.

Las similitudes encontradas para el factor sexo (neutrófilo, linfocitos, basófilos) se debería probablemente a los factores ambientales y de manejo que fueron similares para ambos sexos y correspondían a animales aparentemente sanos.

4.1.7. Parámetros hematimétricos

En las siguientes tablas se muestra el volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular medio y concentración de hemoglobina corpuscular medio en porcinos en altura, según clase y sexo.

a. Volumen corpuscular medio (fL).

En la tabla 13, se muestra el efecto de la clase animal y sexo en los valores del volumen corpuscular medio (fL) en porcinos de altura.

Tabla 13. Efecto de la clase animal y sexo en los valores del volumen corpuscular medio (fL) en porcinos de altura.

Factores	Niveles	n	Promedio \pm DS	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Clase	Jóvenes	10	76,95 \pm 11,65 ^a	60,37	96,50
	Adulto	10	59,60 \pm 5,55 ^b	46,08	66,58
Sexo	Macho	10	66,64 \pm 9,78 ^a	50,22	83,70
	Hembra	10	69,92 \pm 14,95 ^a	46,08	96,50
Total		40	68,28 \pm 12,58	46,08	96,50

El promedio general del volumen corpuscular medio fue de 68,28 \pm 12,58 fL, para el efecto del factor clase los porcinos adultos (59,60 \pm 5,55 fL) presentaron

valores mayores que los jóvenes ($76,95 \pm 11,65$ fL), al análisis estadístico con diferencia significativa ($P \leq 0,05$); para el efecto del factor sexo, en machos fue de $66,64 \pm 9,78$ fL y en hembras de $69,92 \pm 14,95$ fL, sin diferencia estadística en el parámetro evaluado ($P > 0,05$)

Los resultados son similares a lechones al destete de aproximadamente 34 días de edad en promedio, bajo las condiciones de la Granja Experimental Chapingo reportado por Gonzales *et al.* (2012), los resultados de VCM reportados fue de 70.97 fL (46,87 a 144,36 fL), sugiriendo macrocitos, lo que estaría indicando un mayor tamaño de eritrocitos en comparación con lo que se reporta como valor normal de 63 fL y un rango de 50 a 68 fL por Bentinck (1973); Benjamín (1991).

Los valores son superiores a los reportados por Pighm *et al.* (2016) en lechones destetados en dos establecimientos de producción intensiva en Argentina (21 días) cifrando valores de $52,994 \pm 7,878$ y $54,273 \pm 3,157$ fL, diferencias debido probablemente al factor edad que es influyente en esta característica tal como se muestra en la tabla.

Sobre el particular, la alimentación, el estrés, la preñez, el parto, la lactación, la edad, la raza, el sistema de cría y factores climáticos influyen los valores sanguíneos tal como refiere Mbassa and Poulsen (1992) y Jain (1993). El VCM refleja el volumen medio de los eritrocitos circulantes, siendo sus valores normales de 80 a 100 fL, es un parámetro universalmente disponible, que permite clasificar las anemias en microcíticas, normocíticas o macrocíticas tal como refieren Diez y Muñoz (2011).

Comparado con valores para el efecto sexo los machos presentaron 45,12 fL y las hembras 44,85 fL sin diferencia estadística y para el efecto edad a los 12 meses 45,09 fL y 14 meses 44,88 fL, cuyo comportamiento es similar a porcinos en variación tanto por efecto sexo y edad tal como refiere Nunes da Silva *et al.* (2005); en cambio en ovinos de la raza Doper en hembras fue de $30,4 \pm 0,8$ fL y machos $28,3 \pm 1,1$ fL, similares al estudio y para el efecto edad a los 12 meses $28,7 \pm 6,3$ fL y a los 60 meses $33,6 \pm 7,8$ mg/dL contrarios a los reportes en porcinos de altura tal como refieren Madureira *et al.* (2013).

Al estudiar los valores hematológicos de cerdos machos castrados en crecimiento Colina *et al.* (2010) establecieron valores del volumen corpuscular medio de 60,04 fL, valor inferior al presente estudio debido a factores como raza, altitud, etc.

b. Hemoglobina corpuscular medio (pg)

En la tabla 14, se muestra el efecto de la clase animal y sexo en los valores de hemoglobina corpuscular medio (fpg) en porcinos de altura.

Tabla 14. Efecto de la clase animal y sexo en los valores de hemoglobina corpuscular medio (pg) en porcinos de altura.

Factores	Niveles	n	Promedio \pm DS	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Clase	Jóvenes	10	$25,86 \pm 3,25^a$	20,30	30,52
	Adulto	10	$20,27 \pm 1,57^b$	15,36	22,62
Sexo	Macho	10	$22,38 \pm 2,27^a$	18,48	27,56
	Hembra	10	$23,75 \pm 4,56^a$	15,36	30,52
Total		40	$23,06 \pm 3,79$	15,36	30,52

El promedio general de la hemoglobina corpuscular medio fue de $23,06 \pm 3,79$ pg, para el efecto del factor clase los porcinos adultos ($20,27 \pm 1,15$ pg) tienen menor valor que los jóvenes ($25,86 \pm 3,25$ pg), al análisis estadístico con diferencia significativa ($P \leq 0,05$); para el efecto del factor sexo, en machos fue de $22,38 \pm 2,27$ pg y en hembras de $23,75 \pm 4,56$ pg sin diferencia estadística ($P > 0,05$).

Los resultados son similares a lechones al destete de aproximadamente 34 días de edad en promedio, bajo las condiciones de la Granja Experimental Chapingo reportado por Gonzales *et al.* (2012), el peso medio de la hemoglobina (HCM) fue de 26.04 pg (17,60 a 53,55 pg); así como a los reportes de Bentinck (1973); Benjamín (1991) quienes reportan valores extremos de 16.6 a 22 pg a los reportes de Nelson y Henry (1995) quienes refieren valores de 17 a 23 pg.

Los valores se encuentran dentro de los establecidos para la especie por Diez y Muñoz (2011) y refleja la cantidad media de hemoglobina en los eritrocitos circulantes, siendo sus valores normales de 20 a 35 pg, es un parámetro no costoso y universalmente disponible tal como refieren Diez y Muñoz (2011).

Comparado con valores para el efecto sexo los machos presentaron $15,36 \mu\text{g}$ y las hembras $15,83 \mu\text{g}$ sin diferencia estadística y para el efecto edad a los 12 meses $15,25 \mu\text{g}$ y 14 meses $15,92 \mu\text{g}$ cuyo comportamiento es similar a porcinos en variación tanto por efecto sexo y edad tal como refiere Nunes da Silva *et al.* (2005); en cambio en ovinos de la raza Doper en hembras fue de $10,0 \pm 1,4$ pg machos $9,3 \pm 1,0$ pg, similares al estudio y para el efecto edad a

los 12 meses $9,6 \pm 1,6$ pg y a los 60 meses $10,2 \pm 1,2$ pg contrarios a los reportes en porcinos de altura tal como refieren Madureira *et al.* (2013).

c. Concentración de hemoglobina corpuscular medio (g/dL)

En la tabla 15, se muestra el efecto de la clase animal y sexo en los valores de la concentración de la hemoglobina corpuscular medio (g/dL) en porcinos de altura.

Tabla 15. Efecto de la clase animal y sexo en los valores de concentración de hemoglobina corpuscular medio (g/dL) en porcinos de altura.

Factores	Niveles	n	Promedio \pm DS	Valores extremos	
				Mínimo	Máximo
Clase	Jóvenes	10	$33,81 \pm 2,51^a$	28,31	38,90
	Adulto	10	$34,14 \pm 2,57^a$	31,00	41,41
Sexo	Macho	10	$33,79 \pm 2,70^a$	28,31	41,41
	Hembra	10	$34,15 \pm 2,37^a$	31,30	38,90
Total		40	$33,97 \pm 2,51$	28,31	41,41

El promedio general de la hemoglobina corpuscular medio fue de $33,97 \pm 2,51$ g/dL, para el efecto del factor clase los porcinos adultos ($34,14 \pm 2,57$ g/dL) y los jóvenes ($33,81 \pm 2,52$ g/dL) presentaron similares valores, al análisis estadístico sin diferencia ($P > 0,05$), para el efecto del factor sexo, en machos fue de $33,79 \pm 2,70$ g/dL y en hembras de $34,15 \pm 2,37$ g/dL, sin diferencia estadística para el parámetro evaluado ($P > 0,05$).

Los valores son superiores a los reportados por Pighm *et al.* (2016) en lechones destetados en dos establecimientos de producción intensiva en Argentina (21 días) cifrando valores de $28,985 \pm 9,645$ y $29,895 \pm 4,710$ g/dL, diferencias debido probablemente al factor edad.

Los resultados son ligeramente inferiores a lechones al destete de aproximadamente 34 días de edad en promedio, bajo las condiciones de la Granja Experimental Chapingo reportado por Gonzales *et al.* (2012), la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) fue de 36.73 g/dL (35,65 a 38,47 g/dL) y similar a la reportada en el rango de normalidad para esta especie por Bentinck (1973), Benjamín (1991) y Nelson y Henry (1995).

Al estudiar los valores hematológicos de cerdos machos castrados en crecimiento por Colina *et al.* (2010) establecieron valores concentración de hemoglobina corpuscular medio de 34,49 g/dL, valores ligeramente diferentes al presente estudio.

Comparado con valores para el efecto sexo los machos presentaron 32,22 g/dL y las hembras 35,31 g/dL y para el efecto edad a los 12 meses 33,82 g/dL y 14 meses 35,71 g/dL cuyo comportamiento es similar a porcinos en variación tanto por efecto sexo y edad tal como refiere Nunes da Silva *et al.* (2005); en cambio en ovinos de la raza Doper en hembras fue de $33,2 \pm 3,1$ g/dL machos $33,4 \pm 2,6$ g/dL, similares al estudio y para el efecto edad a los 12 meses $34,0 \pm 2,3$ g/dL y a los 60 meses $31,1 \pm 3,7$ g/dL contrarios a los reportes en porcinos de altura tal como refieren Madureira *et al.* (2013).

V. CONCLUSIONES

PRIMERA: El promedio general de la concentración de hemoglobina fue de $16,52 \pm 1,25$ g/dL, los porcinos adultos ($17,03 \pm 1,10$ g/dL) presentan mayor concentración que los jóvenes ($16,03 \pm 1,22$ g/dL) ($P \leq 0,05$); para el factor sexo las concentraciones fueron similares ($P > 0,05$); el hematocrito fue de 48,86%, los porcinos adultos (50,06 %) presentan igual concentración que los jóvenes (47,66 %) ($P > 0,05$); para el efecto del factor sexo el hematocrito fueron similares ($P > 0,05$).

SEGUNDA: El promedio general de los valores de glóbulos rojos fue de $7,35 \pm 1,27$ millones/mm³, los porcinos adultos ($8,42 \pm 0,38$ millones /mm³) presentan mayor número de glóbulos rojos que los jóvenes ($6,28 \pm 0,86$ millones /mm³) ($P \leq 0,05$); los machos ($7,65 \pm 1,11$ millones/mm³), presentaron mayor número que las hembras ($7,05 \pm 1,37$ millones/mm³) ($P \leq 0,05$); el promedio general de los valores de leucocitos fue de $17\ 733,25 \pm 763,40$ miles/mm³, porcinos adultos ($18\ 245,50 \pm 412,60$ miles/mm³) presentan mayor número de glóbulos rojos que los jóvenes ($17\ 221,00 \pm 688,17$ miles/mm³) ($P \leq 0,05$); sin diferencia para el efecto del factor sexo ($P > 0,05$).

TERCERA: El promedio general del volumen corpuscular medio fue de $68,28 \pm 12,58$ fL, los porcinos adultos ($59,60 \pm 5,55$ fL) presentaron valores mayores que los jóvenes ($76,95 \pm 11,65$ fL) ($P \leq 0,05$); no hubo efecto del factor sexo ($P > 0,05$); el promedio general de la hemoglobina corpuscular medio fue de $23,06 \pm 3,79$ pg, los adultos ($20,27 \pm 1,15$ pg) tienen menor valor que los jóvenes ($25,86 \pm 3,25$ pg) ($P \leq 0,05$), no hubo efecto del factor sexo ($P > 0,05$); el promedio general de la concentración de hemoglobina corpuscular medio fue

de $33,97 \pm 2,51$ g/dL, no hubo efecto del factor clase y sexo para esta variable ($P > 0,05$).

VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar investigaciones tomando en cuenta factores como raza, alimentación, condición corporal, estado de salud, estado reproductivo, estaciones del año.

SEGUNDA: Utilizar los resultados como fuente de información de las constantes hematológicas clínicas en porcinos de altura para evaluaciones de diagnóstico clínico.

VII. REFERENCIAS

- Arce, B., Alegre, J., Escudero, D., Prain, G. y Saenz, J. 2007. Crianza de cerdos en zonas urbanas: diagnóstico y propuesta municipal de sistema de manejo en el distrito de Lurigancho Chosica, Lima-Perú. En: Castro G. (compilador) Porcicultura Urbana y Periurbana en Ciudades de América Latina y el Caribe. IPES Promoción del Desarrollo Sostenible. Lima-Perú. Cuaderno de Agricultura Urbana N°1. 59 p.
- Azab, M. E., Hussein, A., Maksoud, A. 1999. Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Baladi goats. Benha University, Egypt. *Small Rumin. Res.* 34, 77-85.
- Benjamín, M. 1990. Manual de Patología Clínica en Veterinaria. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Segunda reimpresión. Pp. 7, 33, 61-74.
- Bernard, J. 1984. Diagnóstico y Tratamiento Clínico por el Laboratorio. Tomo I, 7º edición, Salvat editores. Barcelona.
- Bernard, J. y Bessis, M. 1965. Hematología fundamental, 6ª edición. Editorial Toray Masson, Barcelona España.
- Boffi, F. M. 2007. Fisiología del ejercicio equino, ed. Intermédica, Buenos Aires, República Argentina.
- Carmona-Fonseca, J. 2003. Valores de referencia de hemoglobina y hematocrito en una población laboral colombiana. *Acta Med Colombia*; 28:63-70.

- CENAGRO. 2012. IV Censo Nacional Agropecuario. Instituto nacional de estadística e información.
- Coby, B. 2003. Centro de nutrición equina - horse 1, análisis de sangre para el caballo de deporte. REV, Ecuestre. España. <http://www.horse1.es/>.
- Coffin, D. 1977. Laboratorio clínico en medicina veterinaria. México: Prensa Médica Mexicana, 3ª Ed.
- Coles, E. 1968. Diagnóstico y patología en veterinaria, 4ª Ed. México: Editorial Interamericana.
- Colina, J., Rico, D., Araque, H., Rueda, E., León, M., Tovar, C., y Rossini, M. 2010. Hematology, Blood Metabolites and Organ Weights of Growing Pigs Fed Peach-Palm Meal (*Bactris gasipaes* H.B.K.) and Lysine Rev. Fac. Cs. Vets. UCV. 51(1):51-62. 2010.
- Contino, Y., Ojeda, F., Herrera, R., Altunaga, N., Pérez, G., Moliner, J. 2008. Productive performance of sows fed with fresh *Morus alba* foliage. I Hematological and structural indicators REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504 2008 Volumen IX Número 8.
- Copland, J. W. 1976. Normal haemalogical parameters of pigs in Papua a New Guiea trop. anim. hlth prod. (1976) 8, 63-69.
- Corredor, R., 2012. Perfil hemático de cerdos alimentados con follaje de morera *Morus alba*. Revista CITECSA Vol 2. Num 3.
- Diez, M. y Muñoz, M. 2011. Parámetros hematimétricos y bioquímicos para valorar el status férrico. En <http://www.deficitdehierro.com/>.

- Dukes, H y Swenson, J. 1983. Fisiología de los Animales Domésticos. 4^{ta} edición. Editorial Aguilar. Madrid, España.
- Fernández, A. 1979. Técnicas de hematología. Editorial. Toray, Barcelona.
- Fowler, M. y Zinkl, J. 1989. Reference ranges for hematologic and serum biochemical values in llamas. *Am J. Vet. Res.* Dec:50(12)2049-53.
- Gallardo, A. 2010. Relación hemoglobina-hematocrito. ¿Mito o realidad? Disponible en:<http://bioanalisaldia.net>.
- García, A. 1996. Fisiología veterinaria, New York: Mc Graw Hill Interamericana. México.
- Gonzales, G. 1998. Contribución peruana a la hematología en poblaciones nativas de altura. En: Acta Andina. Instituto de Investigaciones de la Altura y Departamento de Ciencias Fisiológicas Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- González, J. G., Pérez G., M D. Butrón R., A. 2012. Contribución al estudio de parámetros hemáticos de cerdos al destete bajo las condiciones de la granja experimental Chapingo. <http://zootecnia.chapingo.mx/assets/11gonzalez.pdf>
- Greer, J.P., Foerster, J, Lukens, J. N. 2003. Wintrobe's Clinical Hematology, 11 ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins Publishers.
- Gregg, L. 2003. Conceptos y técnicas Hematológicas para técnicos Veterinarios. Ed. Acribia. Pp. 5-20, 27-70, 85-90, 107-124.

- Guerrero-Mayares, P. y Halabe-Cherem, J. 2004. Diagnóstico de las anemias. *Med Int Mex* 2004; 20:124-9.
- Gurtler, H. 1976. Fisiología veterinaria. 3ed. Zaragoza: Acribia, 1976. 1115 p.
- Guyton, A. 2012. Tratado de Fisiología Médica. 11^{na} Edición. Editorial. Mc. Graw Hill Interamericana. México
- Hurtado, A. 1973. Aclimatación a la altura. *En: Ciencia Interamericana*. Vol. 14, No. 1/2 (1973); p. 2-11.
- Jain, N.C. 1993. Essentials of Veterinary Hematology, Comparative Hematology of Common Domestic Animals. Lea and Febiger, Philadelphia, PA, pp. 44-46.
- Jubb, K., Kennedy, P. C., Palmer, N. 1991. Patología de los animales domésticos. 3^a edición. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo Uruguay.
- Kolb, E. 1979. Fisiología Veterinaria. Segunda reimpresión. Editorial ACRIBIA. Zaragoza España.
- Kraft, H. 1998. Métodos de laboratorio clínico en Medicina Veterinaria de mamíferos domésticos. Editorial Acribia S.A. España.
- Lynch, M. 1972. Métodos de Laboratorio. 2da Edic. Interamericana. México.
- Madureira, K., Gomez, V., Barcelo, B., Henrique, B., Shecaira, C., Costa, C., Benes, F. 2013. Hematological and biochemical parameters of Doper ewes. *Ciencias agra, Londrina*. V 34, n 2 p 811-816.
- Mbassa, G. K. and Poulsen, J. S. D. 1992 .Reference ranges for hematological values in landrace goats. *Small Rumin. Res.* 9, 367-376.

- McCurnin, D. 1987. Técnicas Veterinarias. Primera Edición. Editorial El Manual Moderno S.A. México.
- McDowL, R.F. 1975. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Zaragoza: Acribia, 1975. 629 p.
- Merck. 2000. Manual Merck de Veterinaria - Editorial Mereck - Madrid España.
- Meyer, D. 1998. Veterinary laboratory medicine, WB Saunders Company, Second edition, Philadelphia, Pennsylvania.
- MINAG. OIA. 2010-2011. Dirección de información agraria del Ministerio.
- Mutis, A. y Ramírez, E. 2003. Determinación y análisis de valores fisiológicos pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá. Colombia. Universidad de la Salle. Facultad de Medicina Veterinaria, Bogotá, Colombia.
- Pighin, F., Manni, C., Bellezze, J. 2016. Caracterización del perfil hematológico en dos categorías de cerdas con líneas genéticas distintas en producción intensiva de granjas del litoral Argentino. XX Encuentro de Jóvenes Investigadores de la Universidad Nacional del Litoral.
- PROYECTO SIERRA SUR. 2012. Proyecto de desarrollo Sierra Sur II en: www.sierrasur.gob.pe/
- Ramírez, L. 2006. Los eritrocitos en producción animal. Mundo Pecuario, Vol. II, Nº 2, 35-36. Universidad de Los Andes – Trujillo. Venezuela.
- SAS. 2007. Procedures in SAS/STAT. The GLM Procedure. Chapter 12. Guide for Personal Computers, (Versión 9.1.3) Edition.

- Schalm, O. 2006. Veterinary hematology; 6a Ed, Blackwell publishing Ltd- editorial Office USA; 843-851.
- Schalm, O., Jain, N. y Carrol. E. 1981. Hematología Veterinaria. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- SENAMHI. 2015. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Pronóstico climático. Disponible en: <http://www.senamhipuno.org/>
- Shalm's, B., Feldman, F., Joseph, G., Nemi, C. 2000. Veterinary Hematology, 5a ed., Lippincott Williams and wilkink, Philadelphia, USA.
- Sjaastad, Ø and Aass, R. 2000. Bleeding and intravenous techniques in pigs Norwegian School of Veterinary Science and *Norwegian Independent Meat Association, Oslo
[Inhttp://oslovet.norecopa.no/teaching/pig/pigbleed](http://oslovet.norecopa.no/teaching/pig/pigbleed) (Accesed Mayo 20, 2013)
- Sturkie, P. 1968. Fisiología aviar. Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza– España.
- Thrall, D. 2004. Manual de diagnóstico radiológico veterinario, 4ta ed. Editorial Elseiv saunder.
- Voigt, G. L., 2003. Conceptos y técnicas hematológicas para veterinarios, ed. Acribia S.A., Zaragoza, España.
- Wintrobe, M. 2000. Clínica de hematología. 5ta Edic. Edit. Ley. Filadelfia. En::www.veterinaryworld.org.

ANEXOS

Anexo A. Valores de hematocrito (%) en porcinos según sexo y clase.

SEXO	HEMBRA		MACHO	
	JOVENES	ADULTOS	JOVENES	ADULTOS
1	56.00	40.00	46.65	44.70
2	52.40	47.90	53.70	46.10
3	41.90	51.80	48.10	51.50
4	40.30	50.50	49.80	51.00
5	56.00	42.00	46.65	52.60
6	52.40	52.10	53.70	53.00
7	41.90	52.80	48.10	54.00
8	40.30	51.00	49.80	54.20
9	41.90	51.80	46.65	51.00
10	40.30	50.50	46.65	52.60
PROMEDIO	46.34	49.04	48.98	51.07
DS	6.90	4.46	2.77	3.20
CV	14.89	9.10	5.66	6.27
MAX	56.00	52.80	53.70	54.20
MIN	40.30	40.00	46.65	44.70

Anexo B. Valores de hemoglobina (g/dL) en porcinos según sexo y clase.

SEXO	HEMBRA		MACHO	
	JOVENES	ADULTOS	JOVENES	ADULTOS
1	18.00	13.33	14.80	18.51
2	16.50	15.90	17.80	17.90
3	16.20	17.20	16.10	17.00
4	13.50	16.80	16.40	17.10
5	18.10	16.20	16.20	18.55
6	16.40	17.30	15.20	17.30
7	16.30	17.90	16.20	17.90
8	14.50	16.80	16.30	16.80
9	15.20	16.30	16.00	17.20
10	14.10	17.40	16.60	17.20
PROMEDIO	15.88	16.513	16.16	17.546
DS	1.55	1.27	0.80	0.63
CV	9.75	7.72	4.95	3.58
MAX	18.10	17.90	17.80	18.55
MIN	13.50	13.33	14.80	16.80

Anexo C. Valores de glóbulos rojos (millones/mm³) en porcinos según sexo y clase.

SEXO	HEMBRA		MACHO	
	JOVENES	ADULTOS	JOVENES	ADULTOS
1	6.25	8.68	6.25	8.90
2	5.43	7.94	6.90	9.10
3	6.94	8.20	7.93	8.48
4	4.98	8.10	5.95	7.95
5	6.26	8.20	6.24	8.20
6	5.44	8.69	6.91	8.34
7	6.93	7.93	7.93	8.91
8	4.99	8.20	5.96	9.09
9	4.98	8.67	6.24	8.48
10	6.23	7.95	6.90	8.34
PROMEDIO	5.843	8.256	6.721	8.579
DS	0.78	0.31	0.74	0.40
CV	13.29	3.77	10.96	4.63
MAX	6.94	8.69	7.93	9.10
MIN	4.98	7.93	5.95	7.95

Anexo D. Valores de glóbulos blancos (miles/mm³) en porcinos según sexo y clase.

SEXO	HEMBRA		MACHO	
	JOVENES	ADULTOS	JOVENES	ADULTOS
1	18600	18840	17500	18200
2	17420	17730	16920	18980
3	17240	18380	17620	17930
4	16390	18200	16200	17980
5	18610	18860	17510	17820
6	17410	17900	16930	18900
7	17230	18400	17620	18240
8	16490	18100	16220	18460
9	17420	17500	17600	17900
10	17260	18350	16230	18240
PROMEDIO	17407.00	18226.00	17035.00	18265.00
DS	732.33	440.23	621.76	405.88
CV	4.21	2.42	3.65	2.22
MAX	18610.00	18860.00	17620.00	18980.00
MIN	16390.00	17500.00	16200.00	17820.00

Anexo E. Valores de monocitos (%) en porcinos según sexo y clase.

SEXO	HEMBRA		MACHO	
CLASE	JOVENES	ADULTOS	JOVENES	ADULTOS
1	5	8	5	7
2	7	7	5	6
3	6	6	4	6
4	6	6	4	5
5	7	7	5	5
6	5	8	5	7
7	6	7	6	6
8	7	8	4	7
9	5	7	4	7
10	5	7	5	6
PROMEDIO	5.90	7.10	4.70	6.20
DS	1.96	2.25	1.56	2.01
CV	33.28	31.72	33.09	32.48
MAX	7.00	8.00	6.00	7.00
MIN	5.00	6.00	4.00	5.00

Anexo F. Valores de linfocitos (%) en porcinos según sexo y clase.

SEXO	HEMBRA		MACHO	
CLASE	JOVENES	ADULTOS	JOVENES	ADULTOS
1	27	24	25	28
2	24	24	26	27
3	27	25	24	28
4	26	26	25	25
5	28	30	24	28
6	25	29	26	30
7	24	29	23	29
8	27	30	27	27
9	23	26	26	25
10	26	30	25	28
PROMEDIO	25.70	27.30	25.10	27.50
DS	1.64	2.54	1.20	1.58
CV	6.37	9.31	4.77	5.75
MAX	28.00	30.00	27.00	30.00
MIN	23.00	24.00	23.00	25.00

Anexo G. Valores de neutrofilos (%) en porcinos según sexo y clase.

SEXO	HEMBRA		MACHO	
CLASE	JOVENES	ADULTOS	JOVENES	ADULTOS
1	57	61	58	55
2	58	60	59	57
3	54	59	60	56
4	55	59	57	57
5	56	47	56	49
6	58	51	59	50
7	55	50	61	49
8	56	49	62	51
9	49	51	49	49
10	59	50	50	50
PROMEDIO	55.70	53.70	57.10	52.30
DS	2.83	5.36	4.38	3.50
CV	5.08	9.97	7.68	6.69
MAX	59.00	61.00	62.00	57.00
MIN	49.00	47.00	49.00	49.00

Anexo H. Valores de eosinofilos (%) en porcinos según sexo y clase.

SEXO	HEMBRA		MACHO	
CLASE	JOVENES	ADULTOS	JOVENES	ADULTOS
1	10.00	12.00	11.00	14.00
2	13.00	11.00	11.00	12.00
3	13.00	10.00	12.00	11.00
4	12.00	12.00	13.00	13.00
5	13.00	13.00	12.00	16.00
6	12.00	13.00	11.00	14.00
7	11.00	14.00	14.00	15.00
8	13.00	13.00	13.00	14.00
9	12.00	12.00	13.00	15.00
10	11.00	13.00	13.00	14.00
PROMEDIO	12.00	12.30	12.30	13.80
DS	1.05	1.16	1.06	1.48
CV	8.78	9.43	8.61	10.69
MAX	13.00	14.00	14.00	16.00
MIN	10.00	10.00	11.00	11.00

Anexo I. Valores de basofilos (%) en porcinos según sexo y clase.

SEXO	HEMBRA		MACHO	
	JOVENES	ADULTOS	JOVENES	ADULTOS
1	1	0	1	1
2	0	1	0	0
3	0	0	0	0
4	1	0	0	1
5	0	1	1	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	1
8	0	0	0	1
9	1	1	0	1
10	0	1	1	0
PROMEDIO	0.3	0.4	0.3	0.5
DS	0.48	0.52	0.48	0.53
CV	161.02	129.10	161.02	105.41
MAX	1.00	1.00	1.00	1.00
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00

Anexo J. The SAS System Glóbulos rojos.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	49.97966750	16.65988917	47.61	<.0001
Error	36	12.59703000	0.34991750		
Corrected Total	39	62.57669750			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.798695	8.048413	0.591538	7.349750

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	3.60600250	3.60600250	10.31	0.0028
CLASE	1	45.60360250	45.60360250	130.33	<.0001
SEXO*CLASE	1	0.77006250	0.77006250	2.20	0.1467

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	7.6500	20	2
B	7.0495	20	1

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	8.4175	20	2
B	6.2820	20	1

Anexo K. The SAS System Hematocrito.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	112.8127500	37.6042500	1.76	0.1724
Error	36	769.5150000	21.3754167		
Corrected Total	39	882.3277500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.127858	9.462939	4.623356	48.85750

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	54.52225000	54.52225000	2.55	0.1190
CLASE	1	57.36025000	57.36025000	2.68	0.1101
SEXO*CLASE	1	0.93025000	0.93025000	0.04	0.8359

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	50.025	20	2
A	47.690	20	1

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	50.055	20	2
A	47.660	20	1

Anexo L. The SAS System Hemoglobina.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	15.91834750	5.30611583	4.20	0.0120
Error	36	45.47865000	1.26329583		
Corrected Total	39	61.39699750			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.259269	6.801703	1.123964	16.52475

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	4.30992250	4.30992250	3.41	0.0730
CLASE	1	10.19090250	10.19090250	8.07	0.0074
SEXO*CLASE	1	1.41752250	1.41752250	1.12	0.2965

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	16.8530	20	2
A	16.1965	20	1

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	17.0295	20	2
B	16.0200	20	1

Anexo M. The SAS System CMH.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	15.2650100	5.0883367	0.79	0.5060
Error	36	231.0863800	6.4190661		
Corrected Total	39	246.3513900			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.061964	7.457321	2.533588	33.97450

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	1.30321000	1.30321000	0.20	0.6550
CLASE	1	1.10224000	1.10224000	0.17	0.6811
SEXO*CLASE	1	12.85956000	12.85956000	2.00	0.1655

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	34.1550	20	1
A	33.7940	20	2

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	34.1405	20	2
A	33.8085	20	1

Anexo N. The SAS System VCM.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3237.913888	1079.304629	13.24	<.0001
Error	36	2934.088590	81.502461		
Corrected Total	39	6172.002478			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.524613	13.22198	9.027871	68.27925

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	107.485623	107.485623	1.32	0.2584
CLASE	1	3011.092563	3011.092563	36.94	<.0001
SEXO*CLASE	1	119.335703	119.335703	1.46	0.2341

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	69.919	20	1
A	66.640	20	2

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	76.956	20	1
B	59.603	20	2

Anexo Ñ. The SAS System HCM.

Dependent Variable: HEMA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	363.6163800	121.2054600	22.17	<.0001
Error	36	196.8206200	5.4672394		
Corrected Total	39	560.4370000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.648809	10.13749	2.338213	23.06500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	18.6595600	18.6595600	3.41	0.0729
CLASE	1	312.5928100	312.5928100	57.18	<.0001
SEXO*CLASE	1	32.3640100	32.3640100	5.92	0.0201

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	23.7480	20	1
A	22.3820	20	2

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	25.8605	20	1
B	20.2695	20	2

Anexo O. The SAS System Eosinófilo.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	19.80000000	6.60000000	4.59	0.0081
Error	36	51.80000000	1.43888889		
Corrected Total	39	71.60000000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.276536	9.520135	1.199537	12.60000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	8.10000000	8.10000000	5.63	0.0231
CLASE	1	8.10000000	8.10000000	5.63	0.0231
SEXO*CLASE	1	3.60000000	3.60000000	2.50	0.1225

The SAS System

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	13.0500	20	2
B	12.1500	20	1

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	13.0500	20	2
B	12.1500	20	1

Anexo P. The SAS System basófilo.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.04622750	0.01540917	0.36	0.7803
Error	36	1.52971000	0.04249194		
Corrected Total	39	1.57593750			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.029333	17.86659	0.206136	1.153750

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.00420250	0.00420250	0.10	0.7550
CLASE	1	0.03782250	0.03782250	0.89	0.3517
SEXO*CLASE	1	0.00420250	0.00420250	0.10	0.7550

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	1.16400	20	2
A	1.14350	20	1

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	1.18450	20	2
A	1.12300	20	1

Anexo Q. The SAS System monocito.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	29.47500000	9.82500000	16.45	<.0001
Error	36	21.50000000	0.59722222		
Corrected Total	39	50.97500000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.578225	12.93392	0.772802	5.975000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	11.02500000	11.02500000	18.46	0.0001
CLASE	1	18.22500000	18.22500000	30.52	<.0001
SEXO*CLASE	1	0.22500000	0.22500000	0.38	0.5432

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	6.5000	20	1
B	5.4500	20	2

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	6.6500	20	2
B	5.3000	20	1

Anexo R. The SAS System linfocito.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	42.0000000	14.0000000	4.29	0.0110
Error	36	117.6000000	3.2666667		
Corrected Total	39	159.6000000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.263158	6.846183	1.807392	26.40000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.40000000	0.40000000	0.12	0.7284
CLASE	1	40.00000000	40.00000000	12.24	0.0013
SEXO*CLASE	1	1.60000000	1.60000000	0.49	0.4885

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	26.5000	20	1
A	26.3000	20	2

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	27.4000	20	2
B	25.4000	20	1

Anexo S. The SAS System neutrófilo.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	135.2000000	45.0666667	2.65	0.0638
Error	36	613.2000000	17.0333333		
Corrected Total	39	748.4000000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.180652	7.545057	4.127146	54.70000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	0.0000000	0.0000000	0.00	1.0000
CLASE	1	115.6000000	115.6000000	6.79	0.0133
SEXO*CLASE	1	19.6000000	19.6000000	1.15	0.2905

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	54.700	20	1
A	54.700	20	2

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	56.400	20	1
B	53.000	20	2

Anexo T. The SAS System glóbulo blanco.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	11195527.50	3731842.50	11.65	<.0001
Error	36	11532950.00	320359.72		
Corrected Total	39	22728477.50			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	HEMA Mean
0.492577	3.191763	566.0033	17733.25

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
SEXO	1	277222.50	277222.50	0.87	0.3584
CLASE	1	10496002.50	10496002.50	32.76	<.0001
SEXO*CLASE	1	422302.50	422302.50	1.32	0.2585

Duncan Grouping	Mean	N	SEXO
A	17816.5	20	1
A	17650.0	20	2

Duncan Grouping	Mean	N	CLASE
A	18245.5	20	2
B	17221.0	20	1