



DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE REFERENCIA EN EL HEMOGRAMA DE CABALLOS NACIDOS O CRIADOS ENTRE 0 Y 500 M.S.N.M. EN LA REGIÓN LITORAL DEL ECUADOR

DETERMINATION OF THE REFERENCE VALUES IN THE BLOOD COUNT OF
HORSES BORN OR REARED BETWEEN 0 AND 500 M.A.S.L. IN THE COASTAL
REGION OF ECUADOR

Diego Fernando Luna Narváez*, Karen Elizabeth Hernández Toro,
Sergio Rolando Chacha Vega y Yolanda Mercedes Cedeño Prócel

Universidad Central del Ecuador, Jerónimo Leiton s/n y Gatto Sobral, Quito, Ecuador. Teléfono 593(02) 256 6160.

*Autor para correspondencia: dluna@doctor.com

Manuscrito recibido el 19 de julio de 2017. Aceptado, tras revisión el 17 de agosto de 2018. Publicado el 1 de septiembre de 2018.

Resumen

El presente trabajo se realizó en la región litoral del Ecuador (provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, Los Ríos y Esmeraldas), se analizó los hemogramas de 100 caballos criollos clínicamente sanos, mayores a dos años de edad y criados entre los 0 y 500 m.s.n.m los objetivos fueron determinar los valores hematológicos de referencia y comparar los resultados obtenidos con los valores de un estudio previo realizado a más de 3000 m.s.n.m en la sierra centro norte ecuatoriana. Se obtuvieron muestras sanguíneas de animales en reposo, se realizaron análisis de laboratorio con el equipo de auto-hematología Mindray® BC2800Vet, posteriormente se obtuvieron los valores de referencia utilizando el complemento de Microsoft Excel® "Reference Value Advisor" y la "Prueba Z de la normalidad" para la inferencia estadística. Se prefirió tomar la muestra de caballos criollos ecuatorianos para tener una muestra con parámetros sanguíneos homogéneos y una referencia de esta variedad antes solamente estudiada sobre los 3000 m.s.n.m. Se encontraron los siguientes valores; eritrocitos: $4,90-9,38 \times 10^6 / \mu\text{L}$, hematocrito: 24,83-45,10%, hemoglobina: 8,59-14,87g/dL, VCM: 42,35-55,19fL, HCM: 14,25-18,20pg, CHCM: 32,10-36,70g/dL, glóbulos blancos: $5,64-12,81 \times 10^3 / \mu\text{L}$, linfocitos: $1,04-5,85 \times 10^3 / \mu\text{L}$, monocitos: $0,20-0,90 \times 10^3 / \mu\text{L}$, granulocitos: $2,90-8,26 \times 10^3 / \mu\text{L}$ y plaquetas: $78,10-314,90 \times 10^3 / \mu\text{L}$. Al comparar los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el conteo eritrocitos, concentración de hemoglobina, hematocrito y conteo de plaquetas debido a la influencia de la altitud; también se encontró diferencias significativas ($P < 0,05$) en la serie blanca (leucocitos, linfocitos, monocitos y granulocitos) pero esto debido a influencias fisiológicas o patológicas, mas no al efecto altitudinal.

Palabras claves: altura, caballos, hemograma, hipoxia.

Abstract

The present study was carried out in the littoral region of Ecuador, analyzing the hemograms of 100 horses clinically healthy, over two years of age and reared between 0 and 500 masl, in order to determinate hematological reference values and compare the results obtained with the reference values of a previous study performed to more than 3000 masl, in the Ecuadorian north central sierra. Therefore, blood samples were taken from animals at rest and were submitted to laboratory analysis with the Mindray® auto-hematology equipment BC2800Vet, and with this information the statistical study was made using Microsoft Excel® "Reference Value Advisor" to identify possible references values and to eliminate outlier data. These blood samples were taken from Ecuadorian creole horses in order to maintain a statistical sample with homogeneous blood parameters and a reference of this variety, which has only been studied before over 3000 masl. The following values were identified: erythrocytes: $4.90-9.38 \times 10^6 / \mu\text{L}$, hematocrit: 24.83-45.10%, hemoglobin: 8.59-14.87g/dL, mean corpuscular volume: 42.35-55.19fL, mean corpuscular hemoglobin: 14.25-18.20pg, concentration of mean corpuscular hemoglobin: 32.10-36.70g/dL, white blood cells: $5.64-12.81 \times 10^3 / \mu\text{L}$, lymphocytes: $1.04-5.85 \times 10^3 / \mu\text{L}$, monocytes: $0.20-0.90 \times 10^3 / \mu\text{L}$, granulocytes: $2.90-8.26 \times 10^3 / \mu\text{L}$, and blood platelets between: $78.10-314.90 \times 10^3 / \mu\text{L}$. In the comparison with the obtained results, significant differences were found ($P < 0.05$) in the erythrocytes, hemoglobin, hematocrit and platelets reference values due to the height influence; while significant differences ($P < 0.05$) were also found in the white series (leukocytes, lymphocytes, monocytes and granulocytes) but this due to physiological or pathological influence and not thanks to the altitudinal effect.

Keywords: altitude, hemogram, hypoxia, horses.

Forma sugerida de citar: Luna Narváez, D. F., Hernández Toro, K. E., Chacha Vega, S. R., y Cedeño Prócel, Y. M. 2018. Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. en la región litoral del Ecuador. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 28(2):92-102. <http://doi.org/10.17163/lgr.n28.2018.07>.

1 Introducción

Los caballos criollos son animales desarrollados en América con una gran fortaleza física; esta raza de caballos ha sabido adaptarse desde tiempos de la conquista, hace 500 años, a los diversos terrenos de América, desde los altos páramos hasta las playas, incluso la exuberante Amazonía y los bosques escarpados. El estudio e interés sobre el caballo criollo disminuyó hace muchos años atrás debido a la implementación de nuevas razas equinas introducidas al país.

Estas nuevas y distintas razas resultaron ser más grandes y más rápidas; sin embargo, con el pasar de los años se fueron realizando cruces entre estas razas y los caballos criollos, los cuales posteriormente dieron como resultado el mejoramiento de las características de interés para el hombre junto con una mejor adaptabilidad al medio (Almeida Sosa, 2012; Bravo Intriago, 2013). El caballo Criollo Ecuatoriano se describe como un animal de poca talla, entre 1,35 y 1,45 metros, robusto, con gran resistencia, ideal para páramo ya que soporta grandes esfuerzos físicos y variaciones de altura (Bravo Intriago, 2013).

La medicina a diferentes altitudes, tiene gran importancia en medicina veterinaria así como en la medicina humana, ya que es importante conocer cómo influye la variación de la presión atmosférica a diferentes altitudes sobre el nivel del mar, y sobre el organismo de los animales, en este caso los equinos (Suarez, 2001). Varios aspectos del medio ambiente varían a medida que la altitud aumenta o disminuye, como la presión barométrica (PB) o también conocida como la presión atmosférica (PA), la presión parcial de oxígeno (PO_2), la temperatura (T°), alimentación, entre otras (Cárdenas, 20003; Uscamayta Quispe, 2007).

En el país, un estudio previo relacionado con este tema (Izurieta Barzola *et al.*, 2017), por lo que se considera de suma importancia complementarlo con un estudio realizado a nivel del mar, bajo los mismos parámetros, tomando en cuenta que el sistema cardiovascular sufre ajustes compensatorios fisiológicos a distintas alturas y en el caso de los equinos una descompensación se ve reflejada en la aparición de severas alteraciones fisiológicas (Quintela, 1985; Izurieta Barzola *et al.*, 2017).

El hemograma es una de las pruebas básicas más utilizadas en la clínica médica equina, pues es un indicador de alteraciones que no siempre pueden ser percibidas en la realización del examen clínico; por

lo que la evaluación de los elementos celulares de la sangre, tanto cuantitativamente como cualitativamente, podría servir como método diagnóstico para una enfermedad concreta, pero la mayoría de las veces se utiliza para conocer la condición general de salud de un individuo y ofrecer información indispensable al control evolutivo de las enfermedades (Cuenca Valera y Pastor Milán, 2006; Kazuko *et al.*, 2009).

También para el perfil pre anestésico en caballos se incluye el hemograma (Mejía, 2014). Los resultados de un hemograma se deben interpretar siempre tomando en cuenta el estado general del paciente (edad, raza, sexo, aptitud, tratamientos médicos previos, medio ambiente en el que habita, exploración clínica física, manejo, estado de excitación, forma de recolección de la muestra, metodología de análisis aplicada, etc.), ya que cualquier alteración en alguno de estas variantes puede modificar significativamente los resultados e interpretación del hemograma (Arias Gutiérrez y Pérez Jaramillo, 2006; Cuenca Valera y Pastor Milán, 2006).

El hemograma comprende la cuantificación de los componentes de la sangre, incluye un recuento eritrocitario, valor de hematocrito, concentración de hemoglobina, volumen corpuscular medio (VCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), recuento total y diferencial de leucocitos y recuento plaquetario (Arias Gutiérrez y Pérez Jaramillo, 2006). Los objetivos de este trabajo fueron determinar los valores de parámetros hematológicos normales de caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. en la Región Litoral del Ecuador y compararlos con los valores de referencia de un estudio previo, realizado a más de 3 000 m.s.n.m. en la sierra centro norte ecuatoriana del mismo tipo de caballos. Si bien es cierto, existen parámetros hematológicos establecidos para la especie equina, sin embargo, estos no han considerado la raza o las distintas variaciones de altura en las que estos animales se encuentran, además, los valores reportados han sido establecidos en otros países, razón por la cual es necesario determinar los parámetros referenciales en el hemograma de caballos criollos ecuatorianos a nivel del mar en la región litoral del Ecuador para de esa manera tener una base en el control fisiológico de estos animales; esto permitirá encontrar diferencias en los valores de referencia del hemograma por efecto de la variación de la altitud, lo que facilitará una mejor apreciación del estado de salud para los futuros pacientes según la zona.

2 Materiales y métodos

El estudio se realizó en la región Litoral del Ecuador, en ocho zonas entre 0,88 y 466 metros sobre el nivel del mar donde se tomaron un total de 100 muestras que se detallan a continuación: Santo Domingo de los Tsachilas: Santo Domingo 9. Esmeraldas: Sua 22, Quininde 13, La Unión 16. Los Ríos: Quevedo 10. Manabí: Tosagua 14, Briceño 6 y San Isidro 10. La mayoría de los equinos muestreados pertenecieron a pequeñas comunidades, donde los animales eran utilizados como medio de trabajo y transporte; también fueron parte del muestreo pequeñas fincas en donde los animales cumplían con la misma función.

2.1 Factores de estudio

En el presente estudio el factor fue la altura entre 0 y 500 metros sobre el nivel del mar, ya que se buscó determinar si los valores normales en el hemograma de caballos criollos nacidos o criados a esta altitud varían en comparación con caballos criollos nacidos o criados a más de 3 000 metros sobre el nivel del mar. El estudio consistió en tomar muestras de sangre venosa yugular externa de caballos criollos (machos y hembras) clínicamente sanos y mayores de 2 años, para posteriormente ser procesadas en el laboratorio.

Se realizaron hemogramas de todas las muestras utilizando el equipo de auto-hematología Mindray® BC-2800Vet y de esta forma determinar los valores de referencia de cada parámetro hematológico. Para cumplir con el segundo objetivo específico de la presente investigación se compararon los resultados de los valores de referencia en el hemograma de caballos entre 0 y 500 m.s.n.m. obtenidos en el presente estudio, frente a los valores de referencia en el hemograma de caballos a más de 3 000 m.s.n.m. de un estudio anterior realizado en el Ecuador; esto a través de un análisis estadístico.

La muestra de animales en esta investigación, corresponden a los caballos utilizados para la toma de muestras sanguíneas, los cuales fueron seleccionados bajo los siguientes criterios de inclusión: caballos nacidos o que hayan sido criados en una altitud entre 0 y 500 m.s.n.m. en la Región Litoral del Ecuador, estos fueron entre machos y hembras mayores a 2 años de edad, en buen estado de salud, fueron animales utilizados para trabajo y se prefirió caballos criollos ecuatorianos para evitar variaciones en sus parámetros de composición sanguínea por efecto de la raza.

2.2 Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico del presente estudio se utilizó un programa que permitió determinar los límites de referencia o intervalos de referencia (IR) de la muestra y eliminar valores anómalos a través del análisis de Dixon-Reed y Test de Tukey. El método utilizado fue paramétrico con un método robusto y un nivel de confianza del 90% (Gefré *et al.*, 2011; Friedrichs *et al.*, 2012). A través de esto, se comprobó que la distribución de la muestra fue normal de acuerdo al test de normalidad de Anderson-Darling, con histogramas y Q-Q Plots. Se extrajeron las medidas de tendencia central (media, mediana, desviación estándar), valor máximo y mínimo y gráficos de distribución. Se utilizó el método estadístico para prueba de hipótesis para comparar los resultados encontrados en este estudio con los valores de referencia en el hemograma de caballos a más de 3 000 m.s.n.m. realizados en un estudio anterior en la Sierra centro norte del Ecuador; de igual forma, se utilizó la "Prueba Z de la normalidad" para medias de dos muestras, por tratarse de una muestra mayor a 30 individuos y con distribución normal (Rodríguez, Gutiérrez y Pozo, 2007). Se fijó un nivel de confianza del 95% y un punto crítico Z de 1,96 para aceptar o rechazar la hipótesis del estudio (Dawson-Saunders y Trapp, 2005).

2.3 Métodos específicos de manejo del experimento

Es muy importante mantener un protocolo correcto para que los resultados de los análisis de sangre sean válidos (Bolger, 2010). Las muestras de sangre se recogieron con los animales en descanso, antes de realizar cualquier tipo de actividad física y bajo condiciones que disminuyan al máximo cualquier probabilidad de causarles temor o excitación; con ello se minimizó el efecto de la contracción esplénica (lo cual elevaría los valores del hematocrito, recuento de eritrocitos y la concentración de hemoglobina), y la liberación de adrenalina o corticosteroides (lo cual provocaría modificaciones en el leucograma) (Cuenca Valera y Pastor Milán, 2006). Previo al muestreo, se mantuvo a los caballos amarrados en reposo, en un lugar tranquilo y sin perturbaciones, durante aproximadamente 30 minutos, con el objetivo de descartar posibles alteraciones en su composición sanguínea causadas por actividad física o estrés (Castillo, 2011). Las muestras fueron

transportadas al laboratorio en un lapso de máximo de tiempo de 24 horas posteriores a la extracción y permanecieron refrigeradas a 4 °C Nuñez y Bouda (2007). Previo a ser analizadas las muestras de sangre deben ser homogenizadas por el equipo de auto-hematología Mindray® BC2800V (Mindray, 2012).

2.3.1 Universo y marco del muestreo

(INEC, 2012) manifiesta que en el Ecuador existen 338 000 cabezas de ganado caballar, ocupando la Región Sierra el primer lugar con 47,66%, seguida de la Región Costa con un 36,69%, en la Región Amazónica con un 15,28% y la Región Insular con un 0,37%. En cuanto a las provincias de la Región Costa, Manabí lidera con 46 218, seguida por Guayas con 31 942, Esmeraldas con 22 782, Los Ríos con 12 493, El Oro con 6 459 y Santa Elena con 4 104 cabezas de ganado caballar. De este número se sabe que la gran mayoría pertenece a caballos con una raza no específica, es decir, caballos criollos. Sin embargo, actualmente no se dispone de un censo real de la población de ganado caballar en el país. Al no existir cifras oficiales actuales sobre la población caballar en el Ecuador, se decide establecer el marco de muestreo en base a las directrices dictadas por la

“Asociación Americana de Patólogos Clínicos Veterinarios” (ASVCP), donde indica que se puede utilizar un tamaño de muestra de $40 \leq x < 120$ con un método Robusto-Paramétrico y un nivel de confianza de los límites de referencia del 90% (Friedrichs *et al.*, 2012).

3 Resultados y discusión

De las 100 muestras tomadas y procesadas se reportó un total de 19 muestras como potenciales valores anómalos para cada analito, de los cuales se decidió eliminar 13 ya que los mismos correspondieron a datos muy aberrantes para el estudio de cada analito (ver Tabla 1). Las edades de los caballos que fueron parte del estudio presentaron un rango mínimo y máximo de 2 y 20 años, con una media de 7,6 años y una desviación estándar de 4,4 +/- (Figura 1). Se presentan los resultados obtenidos de los valores hematológicos de los caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. en la región Litoral del Ecuador, con sus respectivas medidas de tendencia central (Tabla 2) y se muestran los gráficos de distribución de los valores hematológicos, representados como una línea recta, la cual expresa la normalidad de los datos obtenidos (Figura 2).

Tabla 1. Valores anómalos para cada analito en estudio.

Analito	# de Anómalos	# Final de muestras utilizadas para determinar los valores de hematológicos.
Eritrocitos	1	100
Hemoglobina	3*	97
Hematocrito	0	100
VCM	0	100
HCM	0	100
CHCM	2	100
Leucocitos	2*	98
Lym#	2*	98
Mon#	3	100
Gran#	6*	94
Plaquetas	0	100

VCM: Volumen corpuscular medio

HCM: Hemoglobina corpuscular media

CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media

* Valores excluidos del estudio

Tabla 2. Valores hematológicos de caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. en la región Litoral del Ecuador.

Parámetro	Unidad	Media	Mediana	SD	Mínimo	Máximo
Eritrocitos	10 ⁶ /μL	6,96	6,84	1,07	4,9	9,38
Hemoglobina	g/dL	11,46	11,3	1,58	8,59	14,87
Hematocrito	%	33,86	33,15	4,97	24,83	45,1
VCM	fL	48,86	48,55	3,15	42,35	55,19
HCM	pg	16,52	16,6	0,98	14,25	18,2
CHCM	g/dL	33,95	33,9	1,17	32,1	36,7
Leucocitos	10 ³ /μL	9,16	9	1,84	5,64	12,81
Lym#	10 ³ /μL	3,24	3,1	1,19	1,04	5,85
Mon#	10 ³ /μL	0,51	0,5	0,17	0,2	0,9
Gran#	10 ³ /μL	5,12	5,05	1,44	2,9	8,26
Plaquetas	10 ³ /μL	198,75	201	56,02	78,1	314,9

SD: Desviación estándar

VCM: Volumen corpuscular medio

HCM: Hemoglobina corpuscular media

CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media

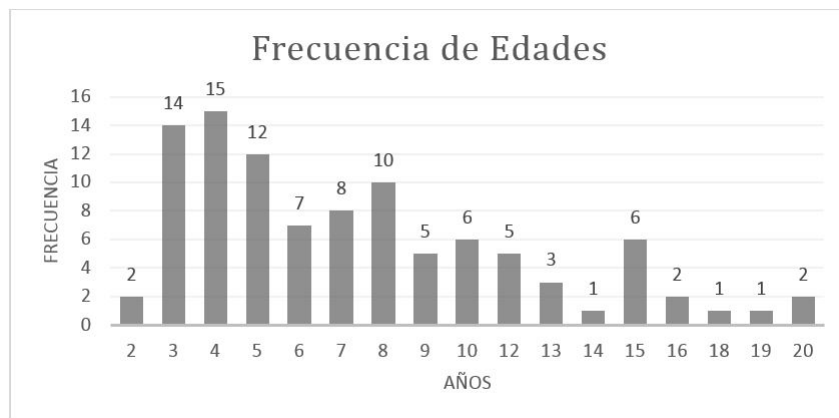


Figura 1. Número de Outliers eliminados y Muestras utilizadas para determinar los rangos hematológicos de referencia.

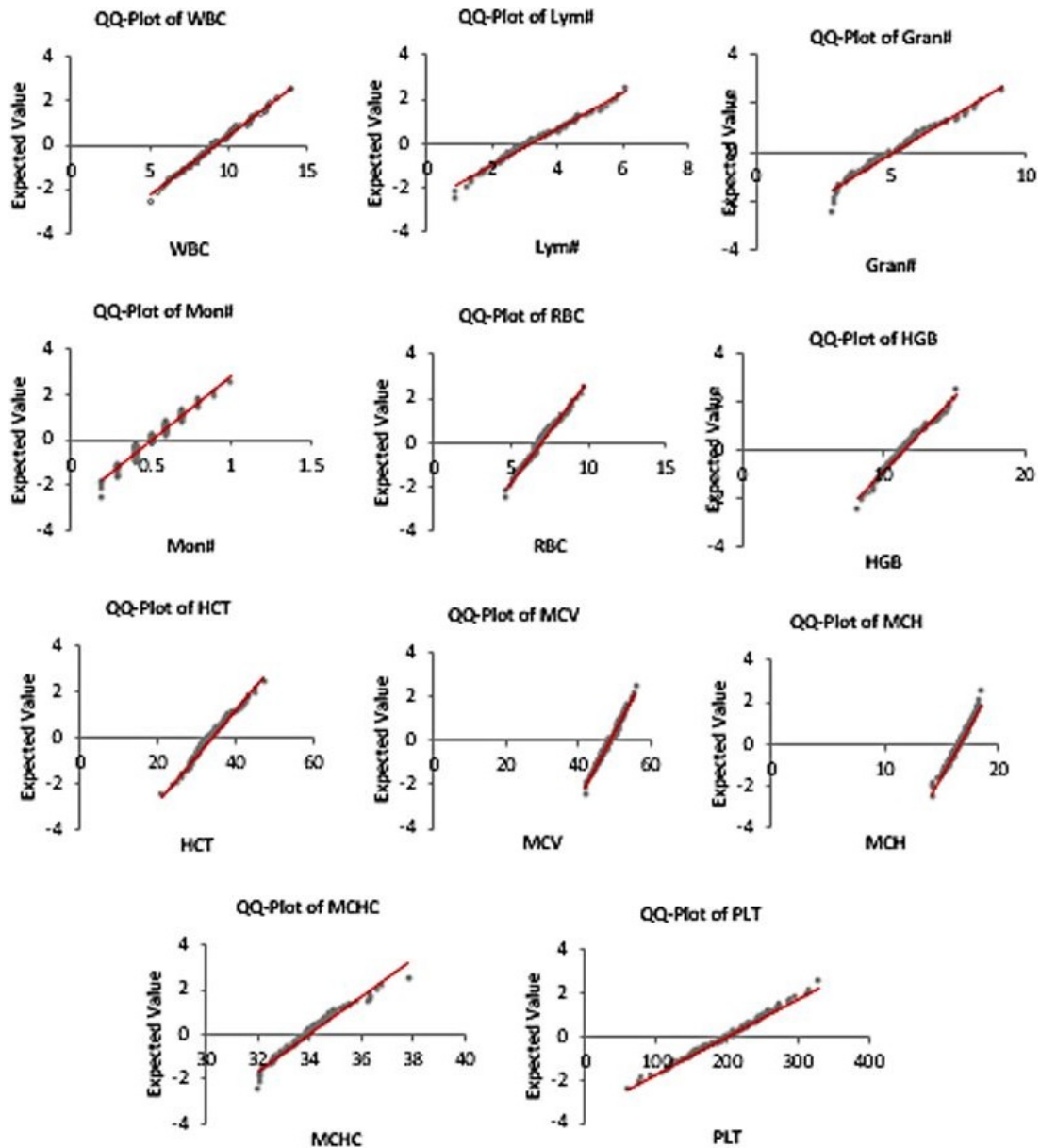


Figura 2. QQ- Plot de distribución de cada parámetro sanguíneo. ■: valores. ■: normalidad.

3.1 Comparación con los resultados reportados.

Se compararon los resultados obtenidos en este estudio con los resultados del estudio previo realizado por Izurieta et al. (2017) (ver Tabla 3).

Al analizar la Tabla 3, donde se comparan los resultados con los obtenidos por Izurieta Barzola *et al.*

(2017) en la sierra centro norte ecuatoriana, los valores de referencia de los eritrocitos, hemoglobina y hematocrito encontrados en los caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. presentaron valores inferiores en relación con los valores de referencia en caballos a más de 3 000 m.s.n.m., mostrando una diferencia significativa, lo cual se podría atribuir a la variación en la altitud.

Tabla 3. Valores referenciales y prueba Z del hemograma de caballos criollos entre 0 y 500 m.s.n.m. en comparación con la referencia de caballos criollos a más de 3 000 m.s.n.m. de Izurieta Barzola *et al.* (2017).

Parámetro	Caballos criollos entre 0 y 500 m.s.n.m.			Caballos criollos a más de 3000 m.s.n.m.			Prueba Z
	Media	Min-Max	SD	Media	Min-Max	SD	
Eritrocitos	6,96	4,90-9,38	1,07	8,3	6,23-10,84	1	-8,71
Hemoglobina	11,46	8,59-14,87	1,58	14,1	11,4-18,4	1,6	-11,06
Hematocrito	33,86	24,83-45,10	4,97	41	32,3-52,2	4,4	-10,27
VCM	48,86	42,35-55,19	3,15	49,6	40,2-57	3,4	-1,51
HCM	16,52	14,25-18,20	0,98	16,9	14-20,3	1,1	-2,43
CHCM	33,95	32,10-36,70	1,17	34,3	32-37	1	-2,18
Leucocitos	9,16	5,64-12,81	1,84	8,3	4,8-12	1,7	3,26
Lym#	3,24	1,04-5,85	1,19	3,6	1,4-7,5	1,2	-2,01
Mon#	0,51	0,20-0,90	0,17	0,4	0,2-0,7	0,1	5,43
Gran#	5,12	2,90-8,26	1,44	4,3	2,2-8,8	1,4	3,82
Plaquetas	198,75	78,10-314,90	56,02	239	101-401	68,2	-4,29

SD: Desviación estándar

VCM: Volumen corpuscular medio

HCM: Hemoglobina corpuscular media

CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media

El estudio de Izurieta Barzola *et al.* (2017), también tuvo diferencias significativas con los valores del conteo de Eritrocitos en caballos mestizos chilenos, realizado en la región de Valdivia, siendo de $6,98 \times 10^6/\mu\text{L}$ DS 0,80 Böhmwald, Wegmann y Witter (1986); también con los valores de hemoglobina en la investigación de Valores Hematológicos, bilirrubina y actividad enzimática sérica en caballos peruanos de paso del valle de Lurín siendo el valor de 13,90 g/dL DS 1,50 (Díaz *et al.*, 2011) y con el valor del hematocrito en un artículo realizado en Italia, con un valor de 37,45% DS 4,97 (Giordano *et al.*, 2008). Los resultados obtenidos en los tres estudios anteriormente citados se realizaron a nivel del mar y con razas de caballos de sangre caliente de similares características al caballo criollo ecuatoriano.

Para que un organismo logre adaptarse a distintos pisos altitudinales, éste debe desarrollar ciertos cambios homeostáticos, principalmente en los sistemas cardiovascular, respiratorio y hematológico. Los mecanismos mediante los cuales se produce la adaptación a una mayor altura son: aumento de la frecuencia respiratoria, aumento de la tasa ventilación pulmonar, aumento de la capacidad de difusión pulmonar, aumento de la vascularización de los tejidos periféricos, aumento en el número de eritrocitos y aumento de la capacidad de las células tisulares para utilizar el oxígeno disponible a pe-

sar de la baja presión de oxígeno; todo esto con el fin de que el organismo aumente su capacidad de captación y movilización de aire y oxígeno atmosférico a pesar de las distintas condiciones ambientales (González Rengifo, 2001; Cárdenas, 20003; Hall, 2016).

La vida en los distintos ambientes de altura se traduce como una situación de mayor demanda energética para el organismo, por lo cual los animales que viven en grandes alturas, donde la presión atmosférica disminuye y la cantidad de oxígeno es muy reducida, se enfrentan a una hipoxia tisular la cual favorece la secreción de eritropoyetina, que es una glicoproteína que estimula la formación de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito (Suarez, 2001; Barranco *et al.*, 2002; Uscamayta Quispe, 2007). Cabe recalcar que ambos grupos de muestreo tienen características raciales similares, ya que pertenecen al mismo tipo de caballo criollo ecuatoriano con un origen común, pero criado a diferentes pisos altitudinales.

El valor de referencia del Volumen Corpuscular Medio encontrado en los caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. presentó valores similares a los valores de referencia en caballos a más de 3 000 m.s.n.m. siendo así el único valor que no presentó diferencia significativa alguna. Esto se debe a que el volumen de los hematíes del caballo se man-

tiene siempre dentro de límites rígidos, a pesar de la presencia de enfermedades, de tal forma que un aumento en el hematocrito corresponde a un incremento del número de hematíes y no al aumento del volumen de estos (Cuenca Valera y Pastor Milán, 2006).

En cuanto a los valores de referencia de la serie blanca (leucocitos, linfocitos, monocitos y granulocitos) determinados en los caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m., en algunos casos presentaron valores ligeramente mayores y en otros ligeramente menores en relación con los valores de referencia en caballos a más de 3000 m.s.n.m., mostrando así una diferencia significativa. Esto puede deberse a diferentes estímulos fisiológicos, patológicos, esfuerzo físico, parasitosis, entre otras; mas no a una relación directa al efecto con los diferentes pisos altitudinales a los que pueden ser sometidos los animales (Navia *et al.*, 2004; Monroy, 2009).

En el valor de referencia determinado para las plaquetas en los caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. con respecto al valor de referencia en caballos a más de 3 000 m.s.n.m., si se encontró diferencia significativa ya que el valor de animales a nivel del mar es inferior al de individuos que viven en grandes alturas. Algunos autores como Barbany (2002) señala que esto se puede atribuir al hecho de que los animales originarios de lugares altos realizan un mayor esfuerzo físico semejante al ejercicio intenso debido a la poca cantidad de oxígeno disponible, lo que ocasiona un aumento en el valor de las plaquetas. Los rangos normales de las plaquetas en los caballos son muy amplios (Cowell y Tyler, 2002). Puede existir un incremento transitorio en el conteo de plaquetas que son liberadas desde sus fuentes de almacenamiento durante un a moderada actividad muscular excitación (Weiss y Wardrop, 2010).

4 Conclusiones

Los datos del presente estudio tienen una distribución normal, lo que permitió establecer los valores de referencia para caballos criollos clínicamente sanos nacidos o criados entre 0 – 500 m.s.n.m en el litoral del Ecuador, los mismos que servirán para ser usados en futuros estudios y principalmente en la clínica equina. Al comparar los resultados obtenidos en el presente estudio con los valores de referencia de un estudio previo realizado a más de 3 000 m.s.n.m. en la sierra centro norte ecuatoriana se

determinó que existe una diferencia significativa en el aumento en los valores de: eritrocitos, hemoglobina y hematocrito, lo cual se debe específicamente al efecto de la variación en la altitud y no debido al tipo de caballo, ya que en las dos investigaciones se muestrearon animales denominados criollos, los cuales se originaron en animales introducidos durante la conquista Española. Se encontraron diferencias significativas al comparar los valores de la serie blanca obtenidos en el presente estudio con los obtenidos a más de 3 000 m.s.n.m., arrojando tanto valores superiores como inferiores; por lo que se establece que dicha diferencia no se debe al efecto altitudinal, sino a otras causas que pueden ser influencias fisiológicas o patológicas. Las plaquetas expresan valores inferiores en comparación a los resultados encontrados a 3 000 m.s.n.m., atribuyéndose esto a la poca cantidad de oxígeno disponible en las grandes altitudes.

Referencias

- Almeida Sosa, Marco Ruben. 2012. Caracterización Zoométrica y Diagnostico de los Sistemas de Producción de Caballos Mestizos de Vaquería en el Cantón Rumiñahui. B.S. thesis.
- Arias Gutiérrez, María Patricia y Piedad Cristina Pérez Jaramillo. 2006. "Comparación de los valores del Hemoleucograma entre caballos de carreras Pura Sangre Inglés velocistas y fondistas del hipódromo Los Comuneros de Guarne, Antioquia." *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 1(1).
- Barbany, Joan Ramón. 2002. *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. Vol. 24 Editorial Paidotribo.
- Barranco, F, J Blasco, A Mérida, M Muñoz, A Jareño, J Cozar, R Guerrero, J Gil, C Martín y J Rodríguez. 2002. "Principios de urgencias, emergencias y cuidados críticos. SAMIUC [Versión de Uninet]. Andalucía."
- Böhmwald, H, E Wegmann y F. Witter. 1986. "Valores hematológicos en caballos mestizos chilenos de silla." *Monografías de Medicina Veterinaria* 8(1).
- Bolger, C. 2010. "El Análisis de Sangre para el Caballo de Deporte." *Horse 1 Centro de Nutrición Equina*.

- Bravo Intriago, Marco Antonio. 2013. Caracterización fenotípica, zootécnica y evaluación económica de una manada de caballos en la comunidad de atillo provincia de chimborazo. B.S. thesis.
- Cárdenas, G. 20003. "Coordinador Medico SAME." *Napay Sunqu* .
- Castillo, C., Tobón M. Cano C. Mira J. Suárez A. & Vásquez E. 2011. Valores hematológicos en caballos criollos colombianos del Valle de Aburrá. *Revista Lasallista de Investigación*. In *Perspectivas y Avances de Investigación de la serie Lasallista Investigación y Ciencia*. Corporación Universitaria Lasallista.
- Cowell, R y R. Tyler. 2002. *Cytology and Hematology of the Horse*. St.Louis: Mosby.
- Cuenca Valera, Rafaela y Josep Pastor Milán. 2006. "Utilidad del hemograma en la clínica equina." *Equinus: publicación de información y práctica veterinaria equina* (14):11-27.
- Dawson-Saunders, Beth y Robert G. Trapp. 2005. *Bioestadística médica*. El Manual Moderno.
- Díaz, H, C Gavidia, O Li y A. Tío. 2011. "Valores Hematológicos, bilirrubina y actividad enzimática sérica en caballos peruanos de paso del valle de Lurín." *Rev. Inv Vet Perú* 22(3):213-222.
- Friedrichs, Kristen R, Kendal E Harr, Kathy P Freeman, Balazs Szladovits, Raquel M Walton, Kirstin F Barnhart y Julia Blanco-Chavez. 2012. "ASVCP reference interval guidelines: determination of de novo reference intervals in veterinary species and other related topics." *Veterinary Clinical Pathology* 41(4):441-453.
- Geffré, Anne, Didier Concordet, Jean-Pierre Braun y Catherine Trumel. 2011. "Reference Value Advisor: a new freeware set of macroinstructions to calculate reference intervals with Microsoft Excel." *Veterinary Clinical Pathology* 40(1):107-112.
- Giordano, A, G Rossi, C Pieralisi y S. Paltrinieri. 2008. "Evaluation of Equine Hemograms Using the ADVIA 120 as Compared with an Impedance Counter and Manual Differential Count." *Veterinary Clinical Pathology* 37(1):21- 30(1):21-30.
- González Rengifo, Gustavo Francisco. 2001. "Metabolismo en las grandes alturas." *Acta andin* 9(1/2):31-45.
- Hall, JE. 2016. "Red blood cells, anemia, and polycythemia. Guyton and Hall textbook of medical physiology."
- INEC. 2012. "Resumen censo Ecuador 2012." Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Izurieta Barzola, José Luis, Diego Fernando Luna Narváez, Yolanda Mercedes Cedeño Prócel, Chacha Vega y Sergio Rolando. 2017. "Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados a más de 3000 msnm en la sierra centro norte ecuatoriana."
- Kazuko, R, M Dias, J Emídio, B de Azevedo y A. da Fonseca. 2009. Avaliação hematológica de equinos (*Equus caballus*) criados a pasto na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Seropédica. In *XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação*. Online: <https://goo.gl/5WQaus>.
- Mejía, L. 2014. *Evaluación de alteraciones físicas y constantes fisiológicas en equinos adultos clínicamente sanos premedicados con tres diferentes sedantes agonistas Alfa2 adrenérgicos en combinación con butorfanol en el cantón Rumiñahui-Ecuador en el año 2013*. Bachelor's Thesis. Universidad de las Américas. Online: <https://goo.gl/6W2CDZ>.
- Mindray. 2012. "Analizador automático para hematología BC-2800Vet." Online: <https://goo.gl/Snnr1G>.
- Monroy, A. 2009. "Los Glóbulos Blancos en la Altura." *Medicina y Altitud: Consejos y Experiencias Médicas* .
- Navia, M, C Pereira, C Freddy, C Rios y Y. Odi. 2004. "Fórmula Leucocitaria y Plaquetas en la Eritrocitosis de Altura, Comunicación Preliminar." *Cuaderno del Hospital de Clínicas* 49(1):63-68. Online: <https://goo.gl/eFGHCo>.
- Núñez, O. L y J. Bouda. 2007. *Patología Clínica Veterinaria. Obtención y manejo de muestras para análisis en el laboratorio*. Comité editorial FMVZ-UNAM. Mexico. Online: <https://goo.gl/SuZ41A>.
- Quintela, A., Ergueta J. & Quijarro A. 1985. "Determinaciones hematológicas de ganado equino en la altura (3600 m)." *Instituto Bolivariano de Biología de Altura* .

- Rodríguez, C, J Gutiérrez y T. Pozo. 2007. *Fundamentos Conceptuales de las Principales Pruebas de Significación Estadística en el ámbito educativo*. Grupo Editorial Universitario. Online: <https://goo.gl/oBJUuD>.
- Suarez, E. 2001. "Introducción, fisiología respiratoria, cardiovascular." *Fisiología del Habitante de Altura* .
- Uscamayta Quispe, Nano Fernando. 2007. "Eritrocitosis de altura patológico." *Revista SCientífica* 5:50.
- Weiss, Douglas J y K. Jane. Wardrop. 2010. *Schalm's Veterinary Hematology, 6th Edition*. Wiley-Blackwell.