

# INFLUENCIA DE LA ALTITUD EN PARAMETROS FISIOLÓGICOS GENERALES Y HEMÁTICOS DE BOVINOS HOLSTEIN.

NORA CECILIA ARANGO O.<sup>1</sup>  
RAMON OQUENDO LOPEZ<sup>1</sup>  
GLORIA LUCÍA AGUDELO F.<sup>2</sup>

## RESUMEN

*Con el objeto de evaluar el efecto de la altitud sobre algunos parámetros fisiológicos generales y hemáticos de los bovinos Holstein, ubicados en dos zonas de vida del departamento de Antioquia, se determinaron la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura rectal, hemoglobina, hematocrito, recuento total de glóbulos blancos, cantidad de glóbulos rojos, y recuento diferencial de glóbulos blancos, de 154 animales en dos estados fisiológicos: vacas adultas en el segundo tercio de la gestación y terneras de 6 a 12 meses de edad, distribuidos en: 78 animales ubicados a una altitud de 2.400 metros sobre el nivel del mar y 76 animales ubicados a una altitud promedio de 1.350 metros sobre el nivel del mar.*

*Los resultados indican que las frecuencias respiratoria y cardíaca, el hematocrito, la hemoglobina, la cantidad de glóbulos rojos y el recuento de linfocitos y neutrófilos presentaron diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) con respecto a la altitud.*

---

1 Zootecnistas. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín.

2 Profesora Asociada. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín. Apartado 568.

*El análisis del estado fisiológico indicó que las frecuencias cardíaca y respiratoria, la temperatura rectal, el hematocrito y la cantidad de glóbulos rojos presentaron diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre estados fisiológicos. Con base en la información obtenida en este estudio, se pudo demostrar que la altitud expresó un efecto significativo ( $p \leq 0,05$ ) sobre las frecuencias cardíaca y respiratoria, la hemoglobina, el hematocrito y la cantidad de glóbulos rojos de los animales evaluados.*

**Palabras Clave:** *Parámetros fisiológicos, hematología en bovinos, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura rectal.*

#### ABSTRACT

#### *EFFECT OF ALTITUDE ON HEMATIC AND GENERAL PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN HOLSTEIN BOVINES*

*To evaluate the effect of altitude on several hematic and general physiological parameters in Holstein bovines, located in two life zones of the department of Antioquia (Colombia), cardiac frequency, respiratory frequency, rectal temperature, hemoglobin, hematocrit, total recount of white blood cells and quantity red blood cells, and differential recount of white blood cells, were determined. 154 animals in two physiological states (adult cows in their second third of gestation and 6 to 12 month old female calves) were evaluated, distributed as follows: 78 animals located at 2.400 meters above sea level and 76 at an average altitude of 1.350 meters above sea level.*

*Results indicate that respiratory and cardiac frequencies, hematocrit, hemoglobin, and quantity of red blood cells, lymphocytes, and neutrophils showed significant differences ( $p \leq 0,05$ ) with altitude.*

*The analysis of the physiological states indicated that respiratory and cardiac frequencies, rectal temperature, hematocrit, and quantity of red blood cells showed significant differences ( $p \leq 0,05$ ) between them. With the data obtained, it was possible to demonstrate that altitude had a significant effect ( $p \leq 0,05$ ) on cardiac and respiratory frequencies, hemoglobin, hematocrit, and total quantity of red blood cells in the animals evaluated.*

**Key Words:** *Physiological parameters, bovine hematology, cardiac frequency, respiratory frequency, rectal temperature.*



## REVISION DE LITERATURA

Las investigaciones sobre el comportamiento fisiológico del ganado bovino 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).

Para Guyton (1976) y Health y Reid (1974), la causa principal de la hipoxia en la fisiología celular en las alturas, es la disminución en la presión de oxígeno atmosférico disponible para el transporte desde los pulmones hasta las mitocondrias celulares, lo cual implica que el animal recurra a esfuerzos propios para lograr la aclimatación a la nueva presión parcial de oxígeno.

La temperatura corporal depende del equilibrio entre los factores que le adicionan calor y los que tienden a sustraerle; varía en algunas décimas en animales de una misma especie y aún en un mismo animal en el transcurso del día (Malkmus, 1.9—?).

Según Witter y Bohmwald (1974), los valores leucocitarios descritos en varios países demostraron la existencia de variaciones causadas por diversos factores, principalmente: raza, edad y condiciones ambientales entre otros.

Otros factores tales como la hora del día, la ingestión de alimento, el ejercicio, la epinefrina (endógena o exógena) y además condiciones como la tensión debido al "stress" contribuyen a la leucocitosis fisiológica.

Algunos investigadores sostienen que el número de leucocitos es mayor en terneros que en adultos.

Otros autores mencionados por Rave (1980) afirman que en los bovinos, los márgenes de variación de leucocitos oscilan en términos globales entre los límites de 4.000 a 12.000 por ml de sangre. Para otros autores el número total de leucocitos se afecta por diferencias fisiológicas como: excitación del animal, actividad muscular, balance hídrico del individuo y edad promedio, además otros factores tales como momento de la toma de la muestra, temperatura ambiente, tipo y calidad de la nutrición.

De acuerdo con la función específica de cada tipo de célula leucocitaria y cumpliendo las características determinadas para la especie y la edad, se produce una reacción orgánica en mayor o menor grado a estímulos producidos por agentes tóxicos, virales, bacteriales, parasitarios, etc.

Con la presente investigación se pretende evaluar el comportamiento de algunos parámetros fisiológicos generales: frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura rectal; y parámetros hemáticos: hematocrito, hemoglobina, glóbulos rojos y blancos, y recuento diferencial de glóbulos blancos del ganado Holstein en dos zonas de vida del Departamento de Antioquia (Colombia).

## MATERIALES Y METODOS

La presente investigación fue realizada en dos zonas de vida del Departamento de Antioquia (Colombia): bosque húmedo montano bajo (bh-MB), convencionalmente "Alta Altitud", a una altura aproximada de 2.400 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura registrada en el momento de la toma de la muestra de 18-21°C, bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-ST), convencionalmente para el presente trabajo: "Baja Altitud", a una altura 1.350 metros sobre el nivel del mar y una temperatura ambiente de 25-35°C, registrada en el momento de la toma de la muestra.

Se utilizaron 154 bovinos Holstein en dos estados fisiológicos: 78 vacas en el segundo tercio de la gestación y 76 terneras de 6 a 12 meses de edad. Se recolectaron y registraron muestras de sangre, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura rectal en horas de la mañana. A la sangre se le realizó la biometría hemática siguiente : hematocrito, hemoglobina, cantidad de glóbulos rojos, recuento de glóbulos blancos y recuento diferencial de leucocitos.

Las informaciones obtenidas se analizaron por el método de los mínimos cuadrados de Harvey. Para cada parámetro se planteó un modelo fijo, así :

$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + E_{ijk}$  donde:

- Y = Parámetros fisiológicos vaca y / o ternera.
- $\mu$  = Efecto común, media general mínimos cuadrados.
- $A_i$  = Efecto de la altitud (i = 1,2).
- $B_j$  = Efecto del estado fisiológico (j = 1,2).
- $E_{ijk}$  = Error experimental.

## RESULTADOS

El análisis estadístico permitió inferir un aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria a medida que aumenta la altitud, con diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre altitudes (TABLA 1).

TABLA 1. Efecto de la altitud sobre parámetros fisiológicos generales de bovinos Holstein.

Altitud	(m.s.n.m) 2.400		
No. de animales	76		
	Intervalo	Promedio	D. Est.
Frec.Cardíaca (ciclos/min)	77,57-87,31	82,44 a	4,87
Frec.Respiratoria (resp./min)	39,32-41,78	40,55 a	1,23
Temperatura Rectal (°C)	38,66-39,56	39,11 a	0,95
Altitud ( m.s.n.m )	1.350		
No. de animales	78		
	Intervalo	Promedio	D. Est.
Frec.Cardíaca (ciclos/min)	71,14-81,23	76,19 b	5,04
Frec.Respiratoria (respi./min)	33,96-36,38	35,17 b	1,21
Temperatura Rectal °C	38,57-39,45	39,01 a	0,44

Diferente letra entre filas indica diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) m.s.n.m ( metros sobre el nivel del mar)

D.Est. (Desviación Estandar)

Igualmente, los valores del hematocrito, la hemoglobina y los glóbulos rojos son menores para la altitud baja y superiores para la altitud alta, con diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre altitudes (TABLA 2).

TABLA 2. Efecto de la altitud sobre parámetros hemáticos de bovinos Holstein.

Altitud (m.s.n.m)		2.400		
No. de animales		76		
	Intervalo	Promedio	D. Est.	
Hematocrito (%)	31,86-39,92	31,39 a	0,47	
Hemoglobina (g/dl)	10,45-10,69	10,57 a	0,12	
Glóbulos Rojos (millones/mm <sup>3</sup> )	3'092.859-3'186.087	3'139.473 a	46.614	
Glóbulos Blancos (miles/mm <sup>3</sup> )	9.345,68-10.151,68	9.748,6 a	403	
Linfocitos (%)	63,53-86,39	74,96 a	1,43	
Monocitos (%)	2,15-2,69	2,42 a	0,27	
Eosinófilos (%)	2,68-3,56	3,51 a	0,47	
Neutrófilos (%)	17,39-18,53	18,46 a	1,07	
Basófilos (%)	0,0	0,0	0,0	
Altitud (m.s.n.m)		1.350		
No. de animales		78		
	Intervalo	Promedio	D. Est.	
Hematocrito (%)	28,33-29,25	28,79 b	0,46	
Hemoglobina (g/dl)	9,65-9,89	9,77 b	0,12	
Glóbulos Rojos (millones/mm <sup>3</sup> )	2'836.025-2'928.065	2'882.045 b	46.020	
Glóbulos Blancos (miles/mm <sup>3</sup> )	10.144-10.930	10.522 a	408	
Linfocitos (%)	68,72-71,54	70,13 b	1,41	
Monocitos (%)	1,89 - 2,43	2,16 a	0,27	
Eosinófilos (%)	2,91 - 3,83	3,37 a	0,46	
Neutrófilos (%)	22,02-42,12	23,07 b	1,05	
Basófilos (%)	0,0	0,0	0,0	

Diferente letra entre filas indica diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ). m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar).

D.Est. (desviación Estandar).

Con respecto al estado fisiológico, los valores obtenidos para los parámetros fisiológicos generales indican que al aumentar la edad del animal se presenta una disminución de las frecuencias cardíaca y respiratoria, con diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre estados fisiológicos (TABLA 3).

TABLA 3. Efecto del estado fisiológico en parámetros fisiológicos generales de bovinos Holstein.

Estado Fisiológico		Vacas Adultas		
No. de animales		78		
	Intervalo	Promedio	D.Est	
Frec. Cardíaca (ciclos/min)	68,11-71,35	69,73 a	1,62	
Frec. respiratoria (resp./min)	29,23-31,65	30,44 a	1,21	
Temperatura Rectal (°C)	38,26-39,14	38,70 a	0,44	
Estado fisiológico		Terneas		
No. de animales		76		
	Intervalo	Promedio	D.Est	
Frec. Cardíaca (ciclo/min).	81,72-84,98	83,35 b	1,63	
Frec. Respiratoria (Resp./min)	44,05-46,51	45,28 b	1,23	
Temperatura Rectal (°C)	38,95-39,85	39,40 b	0,45	

Diferente letra entre filas indica diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ )

D. Est (Desviación Estándar).

En cuanto a los parámetros hemáticos, el hematócrito y los glóbulos rojos, presentan valores superiores para los animales de menor edad e inferiores para las vacas adultas, con diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre estados fisiológicos (TABLA 4).

TABLA 4. Efecto del estado fisiológico sobre parámetros hemáticos de bovinos Holstein.

Estado fisiológico	Vacas Adultas		
No. de animales	78		
	Intervalo	Promedio	D.Est
Hematocrito (%)	28,65-29,57	29,11 a	0,46
Hemoglobina (g/dl)	9,91-10,15	10,03 a	0,12
Glóbulos Rojos (millones/mm <sup>3</sup> )	2'864.972-2'957.012	2'910.992 a	46.020
Glóbulos Blancos (miles/mm <sup>3</sup> )	8.966,31-9.782,31	9.374,3 a	408
Linfocitos (%)	69,70-72,52	71,11 a	1,41
Monocitos (%)	1,96-2,50	2,23 a	0,27
Eosinófilos (%)	3,47-4,39	3,93 a	0,46
Neutrófilos (%)	20,68-22,78	21,73 a	1,05
Basófilos (%)	0,0	0,0	0,0
Estado fisiológico	Termeras		
No. de animales	76		
	Intervalo	Promedio	D.Est
Hematocrito (%)	30,60-31,54	31,07 b	0,47
Hemoglobina (9g/dl)	10,18-10,42	10,30 a	0,12
Glóbulos Rojos (millones/mm <sup>3</sup> )	3'063.907-3'157.145	3'110.526 b	46.619
Glóbulos Blancos (miles/mm <sup>3</sup> )	10.473,84-11.299,84	10.886,84 b	413
Linfocitos (%)	72,55-75,41	73,98 a	1,43
Monocitos (%)	2,08-2,62	2,35 a	0,27
Eosinófilos (%)	2,47-3,41	2,94 a	0,47
Neutrófilos (%)	18,73-20,87	19,80 a	1,07
Basófilos (%)	0,0	0,0	0,0.

Diferente letra entre filas indica diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ).

D.Est (Desviación Estandar).

## DISCUSION

Los valores obtenidos en el presente trabajo para los parámetros fisiológicos generales, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria, indican que éstas aumentan con la altitud, condición explicada porque la presión parcial de los gases ambientales, entre ellos el oxígeno que se presenta en las altitudes, origina una hipoxia sanguínea, la cual estimula los

quimiorreceptores periféricos en los cuerpos carótidos, lo que conlleva un aumento de la frecuencia respiratoria y un mayor trabajo cardíaco para suministrar el oxígeno a los tejidos (Health y Reid, 1974).

Las diferencias significativas entre estados fisiológicos indican que son muchos los factores que hacen variar estos parámetros, entre ellos la especie, condiciones físicas, tamaño y además su complejidad organizativa, como son las variaciones cuantitativas o cualitativas del metabolismo (Guyton, 1976)

Los resultados hallados para el hematócrito, la hemoglobina y los glóbulos en la alta altitud, se explica por el medio ambiente hipóxico característico de las alturas, el cual ejerce un efecto estimulante sobre la eritropoyetina renal, que actúa sobre la médula osea haciendo que se aumente la producción celular, manifestándose en el incremento del hematócrito (Gurtler et al. 1976, Guyton 1976 y Health y Reid 1974).

Para el estado fisiológico, se obtuvieron valores de hematócrito y glóbulos rojos superiores en los animales más jóvenes; lo anterior puede deberse a la influencia de una serie de factores, entre ellos variaciones climáticas, geográficas, nutricionales y a la edad, lo que ha sido corroborado por Rave y Trheebil (1.980) quienes obtuvieron valores similares a los hallados en la presente investigación.

## CONCLUSIONES

Los parámetros fisiológicos generales frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria, estuvieron afectados por la altitud, pues la frecuencia de éstos fue más alta en los animales localizados en las regiones de mayor altitud y más baja en aquéllos donde la presión parcial del oxígeno es superior, o sea, en las regiones bajas. El medio ambiente hipóxico característico de las altitudes también influye en los valores del hematocrito, hemoglobina y los eritrocitos. En el presente estudio se demostró que dichos valores aumentan con la altitud, presentándose cantidades inferiores en aquellos animales localizados en las zonas bajas.

## BIBLIOGRAFIA

- GURTLER, H. *et al.* Fisiología veterinaria. 3ed. Zaragoza: Acribia, 1976. 1115 p.: il.
- GUYTON, Arthur. Tratado de fisiología médica. 5ed. México: Interamericana, 1976. 1159 p.: il.

- HEATLTH, Donald and REID, David. Life height altitude. s.l: Edwaard Arnold, 1974. 60 p.
- HURTADO, Alberto. Aclimatación a la altura. *En: Ciencia Interamericana*. Vol. 14, No. 1/2 (1973); p. 2-11.
- McDOWEL, R.F. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Zaragoza: Acribia, 1975. 629 p.
- MALKMUS, B. Elementos físico-químicos de las enfermedades internas de los animales. 9ed. Barcelona: s.n., 19\_?. (Biblioteca de la Revista Veterinaria Española).
- RAVE, Gustavo y TRHEEBILCOCK, P. Valores hematológicos en bovinos del valle del Sinú. *En: Revista ICA*. Vol. 15, No. 2 (1980); p. 91-99.
- RUBIOS., Jorge. Influencia de algunos factores climáticos sobre parámetros fisiológicos de vacas F<sup>1</sup> 3/4 (Holstein x Indobrasil) en el trópico húmedo. México, 1987. 120 p. : il. Tesis (Médico Veterinario). Universidad Autónoma de México.
- WITTER, Fernando H. y BOHMWALD, T.M. Valores leucocitarios en suero negro europeo, clínicamente sanos a diferentes edades de la zona de Valdivia. *En: Archivos Medicina Veterinaria del Brasil*. Vol. 6, No. 1 (1974); p. 32-38.