

5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

VALORES HEMATOLOGICOS EN CAMELIDOS  
SUDAMERICANOS DEL GENERO *Lama* EN EL  
ZOOLOGICO DE SAN JUAN DE ARAGON.

T E S I S

PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

LAURA HAYDEE AVILES SERRANO

ASESORES: MVZ. MA. DE GUADALUPE RAMIREZ DIAZ

MVZ. GERARDO LOPEZ ISLAS

MVZ. ARACELI LIMA MELO

MVZ. PEDRO OCHOA GALVAN



MEXICO, D. F.

2002



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

Proyecta lo difícil

partiendo de donde aún es fácil.

Realiza lo grande

partiendo de donde es aún pequeño.

El árbol de ancho tronco

está ya en el pequeño brote.

Un gran edificio

se basa en una capa de tierra.

El viaje de tu vida

comienza ante tus pies.

*Lao-tse*

"La impresión que tu dejas en el mundo, en el corazón, y la mente de otros es tan distinta, exclusiva y tan única como tu propia huella digital"

## DEDICATORIA

A ese ser que me dio la vida y me apoyo mientras existió, a  
tu madre María Laura Serrano Aguilera.

A mi tía Silvia Aviles Muñoz por ser mi puerto seguro durante  
la tempestad.

A mis abuelos: Consuelo Aguilera, Francisco Serrano, Leonor  
Muñoz y Alfonso Aviles por brindarme su confianza y amor  
incondicional.

A mi hermana: María Yazmín Aviles Serrano por ser el más  
preciado tesoro que me heredaron mis padres.

A todos mis primos: Diego, Liliana, Diana, Christian, Adrián,  
Miriam, Brenda, Daniel, Sandra y Fernanda por ser mis mejores  
amigos.

A mis amigos que estuvieron de una u otra manera cerca de mi  
gracias.....

## AGRADECIMIENTOS

A la MVZ. María de Guadalupe Ramírez Díaz que con su experiencia condujo a la realización de este trabajo.

A la MVZ. Araceli Lima Melo que con su experiencia complemento esta tesis.

A el MVZ. Gerardo López Islas que con sus conocimientos se realizó esta tesis.

A el MVZ. Pedro Ochoa Galván que me asesoro y ayudó en la parte estadística de este trabajo.

Como también a mi jurado que con su tiempo y opiniones me ayudaron a mejorar y complementar este trabajo.

Así también a los trabajadores y amigos del Zoológico de San Juan de Aragón, que sin su ayuda no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

Y a la MVZ. Julieta Méndez, el MVZ. Pablo Luna y el MVZ. Homero Arroyo por su ayuda en el manejo de los animales durante el muestreo.

A Octavio Lara por su apoyo en la parte fotográfica de la tesis.

A Mario Adrián Serrano Merlos que me apoyo en la parte computacional de este trabajo.

A todas estas personas gracias.....

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVO E HIPÓTESIS	11
MATERIAL Y MÉTODOS	11
RESULTADOS	15
DISCUSIÓN	16
CONCLUSIÓN	18
LITERATURA CITADA	19
CUADROS	22
FIGURAS	25

## RESUMEN

Aviles Serrano, Laura Haydeé. Valores Hematológicos en Camélidos Sudamericanos del Género Lama en el Zoológico de San Juan de Aragón. Bajo la dirección de: MVZ. Ma. de Guadalupe Ramírez Díaz, MVZ. Gerardo López Islas, MVZ. Araceli Lima Melo y MVZ. Pedro Ochoa Galván. El determinar los valores hematológicos de la llama (Lama glama) y el guanaco (Lama guanicoe), en condiciones de cautiverio permiten conocer la importancia que tienen los componentes sanguíneos en estas condiciones. El presente estudio se realizó en las instalaciones del Zoológico de San Juan de Aragón ubicado en la Ciudad de México. Se utilizaron 60 animales adultos del género Lama entre los que se encuentran hembras y machos de llamas Lama glama, guanacos Lama guanicoe e híbridos de estos, de los cuales se obtuvieron muestras sanguíneas de vena yugular, con anticoagulante EDTA para la determinación de valores hematológicos, se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión en los datos obtenidos. El valor de hematócrito fue  $0.39 \pm 0.04$  L/L, hemoglobina  $170.55 \pm 17.77$  g/L y leucocitos  $9.29 \pm 3.05 \times 10^9/L$ . De los resultados se concluye que existen diferencias con respecto a los valores publicados en la literatura, puesto que los Lamoides utilizados en este estudio se encuentran adaptados a las condiciones climáticas y geográficas de la ciudad de México.

VALORES HEMATOLÓGICOS EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DEL GÉNERO  
*Lama* EN EL ZOOLOGICO DE SAN JUAN DE ARAGÓN

INTRODUCCIÓN

Dado a la poca información que se tiene sobre la familia Camelidae y la importancia que esto representa para los Médicos Veterinarios y Especialistas en Fauna Silvestre es conveniente hacer mención de algunas características anatómicas y fisiológicas particulares de estos animales, constituyendo de esta manera un trabajo integral.

La familia Camelidae, evolucionó y se diversificó en América del Norte en el Mioceno, hace aproximadamente 100 millones de años, donde existían grupos variados. En el Plioceno, cuando se instauró el puente entre las dos Américas, una población norteamericana de camélidos lo cruzó, al tiempo que por el istmo de Bering habían pasado camellos a Asia<sub>1,2,3,4</sub>.

Las poblaciones de camélidos que permanecieron en el continente Americano, en los Andes, constituyeron un nuevo foco de expansión y cubrieron prácticamente todo el continente, en tanto se extinguían los parientes del norte de los que habían surgido<sub>1,2,3,4</sub>.

Posteriormente y muchas veces a causa del hombre, el área de los camélidos neotropicales fue reduciéndose prácticamente a los Andes al igual que su variedad, la cual se redujo a cuatro especies.

De los cuatro camélidos que hoy pueblan Sudamérica, dos lo hacen como animales domésticos, la llama y la alpaca, aunque realmente no sean demasiado dóciles; y otros dos como animales silvestres, el guanaco y la vicuña.

Aún no está claro si las llamas, alpacas, guanacos y vicuñas deben agruparse en un solo género o en dos; uno Lama, incluyendo a los tres primeros y el género Vicugna para el último.

Los camélidos pertenecientes al suborden *Tylopoda* están separados del suborden *Ruminantia* por 40 a 50 millones de años de evolución, lo que resultó en una diferenciación clara de estos. Recibe el nombre tilópodos este suborden por la particular anatomía de sus patas las cuales muestran en la superficie plantar un tejido blando cornificado que a su vez cuenta con un recubrimiento de tejido fibroelástico similar al del caballo, no son digitigrados, tienen como apoyo a la falange 2 y 3 las cuales se encuentran en posición semihorizontal. Mostrando también una pequeña uña en el extremo distal de la tercer falange<sub>3,9</sub>.

Los camélidos americanos no son animales exclusivos de la montaña. El más adaptado en este sentido es el guanaco, que puede encontrar desde el nivel del mar hasta los cuatro mil metros de altitud, extendiéndose desde el norte del Perú hasta el límite meridional de la Patagonia y la Tierra del Fuego<sub>3</sub>.

El guanaco, independientemente de la altitud y la temperatura, vive perfectamente en lugares donde haya gran sequedad ambiental, ello explica que en latitudes tropicales o subtropicales sólo ocupe los altiplanos andinos<sup>2,3</sup>.

Las llamas por ser animales domésticos tienen una distribución desigual y no muy bien definida. El área de la llama que incluía parte de Paraguay y Ecuador se ha reducido paulatinamente, hoy en día se encuentra en el sur de Perú, oeste de Bolivia, noroeste de Argentina hasta Catamarca y Atacama en Chile habitando entre los 2300 a los 4200 metros de altitud<sup>3,5,6</sup>.

#### MORFOLOGÍA

Clasificación taxonómica:

Clase	Orden	Suborden	Familia	Género	Especie	
Mammalia	{ Artiodactyla	Suiformes				
		Ruminantia				
		Tylopoda	{ Camelidae	Camelus		
				Vucugna	{	pacos
	Lama	{	glama			
					guanicoe	
					(2,3,4,7,8)	

Los camélidos Sudamericanos son 100% herbívoros, consumiendo principalmente pastos y leguminosas, estos animales no son susceptibles a padecer timpanismo, puesto que no son consumidores de concentrados, sin embargo, también son incluidos dentro del grupo de los herbívoros intermedios ya que son una especie que escoge una dieta mixta evitando grandes cantidades de fibra, siendo estos los más adaptables con respecto al cambio de hábitat o de alimentación<sub>3,10</sub>.

Se informa que los lamoides, es decir las llamas y los guanacos pueden ser selectivos en su alimentación siendo esto determinado por sus requerimientos individuales<sub>3,10</sub>.

Cuando las plantas para pastoreo se lignifican, estas especies comienzan a ramonear, consumiendo follaje, semillas y frutos; finalmente cuando no pueden digerir el forraje fibroso, reducen la ingestión de alimento y su metabolismo<sub>3</sub>.

Con respecto al consumo de agua, los lamoides tienen una gran capacidad para absorberla de los alimentos frescos y una extraordinaria capacidad para disminuir la pérdida de líquidos en sus deyecciones. Así mismo, se ha observado que pueden permanecer sin ingerir agua por 24 h, cuando no tienen fácil acceso a este líquido. La cantidad de agua ingerida, esta determinada por las características del alimento que consumen y se ha determinado que el contenido de agua corporal en las llamas es del 67% en comparación con las cabras el cual corresponde al 60%<sub>3,10</sub>.

Las llamas presentan tres compartimentos gástricos, el primero denominado (C1), presenta tejido escamoso estratificado en la superficie y tejido glandular en las saculaciones, las cuales producen una cantidad significativa de bicarbonatos, entre otras sustancias.

Tiene un volumen de ingesta de 83% con un pH de 6.4 - 7.0 y su función es la degradación fermentativa de los alimentos.

En el segundo compartimiento (C2) predomina el tejido glandular en la superficie, mientras que el tejido escamoso estratificado es reducido a la porción de la curvatura menor, dando un porcentaje del 6% del volumen de la ingesta, un pH de 6.4 - 7.0 y su función es similar al del compartimiento 1.,.

Finalmente, en el tercer compartimiento (C3), el endotelio esta formado por tejido glandular dando una capacidad del 11% del volumen de ingesta a un pH de 3.0, llevándose acabo en este sitio el proceso de digestión de los alimentos. Los lamoides presentan una motilidad gástrica irregular observándose de 5 a 8 contracciones por minuto en el primer compartimiento.,.

El hígado no tiene vesícula biliar, presenta un sistema colector, al final del ducto biliar el cual se encuentra en la porción caudal del hígado, este ducto desemboca en el duodeno a 16 -20 cm del píloro.,.

El comprender la fisiología del sistema hematológico de estos animales es de suma importancia para establecer los patrones adaptativos de los componentes sanguíneos que estos desarrollaron para poder sobrevivir en grandes altitudes.

Las características adaptativas de esta especie para regular las demandas de oxígeno son determinadas por mecanismos de transporte como ventilación, difusión pulmonar y circulación. La distribución del oxígeno a los tejidos es regulado por estímulos neuronales y químicos.<sup>11</sup>

Los eritrocitos de los camélidos son anucleados y elípticos, puesto que estas células no son redondas, se especifica la anchura y la longitud aproximadas de 6.5 x 3.3  $\mu\text{m}$  de diámetro, carecen de forma bicóncava y de palidez central siendo una característica de la familia, única entre los mamíferos. Se informa que es común encontrar altas concentraciones de glóbulos rojos en circulación de estos animales<sup>12,13,14,15,16,17,18</sup>.

Los eritrocitos de los camélidos son resistentes a la hemólisis en presencia de soluciones hipotónicas, se ha informado que posiblemente es debido a la estructura de las membranas de las células rojas, las cuales contienen un alto porcentaje de proteínas y lípidos.<sup>17,12,15</sup>

A diferencia de eritrocitos de otras especies, presentan resistencia a la disminución de la osmolaridad sanguínea, tienen un bajo contenido de agua, una gran afinidad al oxígeno y un bajo nivel electrolítico ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ )<sup>17,12,15</sup>.

Por medio del microscopio electrónico, los eritrocitos presentan una apariencia delgada y en forma de hostia. La superficie generalmente es lisa y el contorno celular regular, estos hallazgos confirman, la capacidad de resistencia a la lisis osmótica<sup>17</sup>.

El volumen sanguíneo en los Camélidos Sudamericanos se ha calculado en un 6.5% - 8.6% de su peso vivo en un animal clínicamente sano<sup>12</sup>.

En las llamas y la especie bovina, hay generalmente ausencia de rouleaux (pilas de monedas) en animales sanos y enfermos<sup>13</sup>.

No existe reserva esplénica de eritrocitos, como en otras especies domésticas: gato, perro, caballos, vacas y borregos<sup>12</sup>.

Los Lamoides, presentan elevados niveles de hemoglobina, rebasando incluso a los de caballos de carreras. Se conoce un valor de 45% de hemoglobina corpuscular media, a diferencia de otros mamíferos que es del 33%.<sup>12,17</sup>; la hemoglobina de los Lamoides muestra una gran afinidad por el oxígeno siendo de mayor eficiencia su utilización por la mioglobina en los tejidos, lo que es un factor importantes para poder sobrevivir en altitudes elevadas<sup>19,20,15,11</sup>.

Se ha observado, un mecanismo de adaptación de estos animales para poder obtener oxígeno en lugares donde es escaso, los camélidos desarrollaron gran actividad de la enzima glucolítica lactato deshidrogenasa, lo cual incrementa la capacidad del catabolismo anaeróbico de los carbohidratos, como mecanismo compensatorio<sup>15,21</sup>.

Los leucocitos más abundantes en sangre periférica de los lamoides; así como, en la mayoría de las especies domésticas son los neutrófilos segmentados.

En los camélidos sudamericanos, los neutrófilos en banda al igual que los monocitos pueden estar presentes en cantidades reducidas en condiciones de salud. Los linfocitos son el segundo tipo celular más frecuente en sangre periférica, presentan gran cantidad de citoplasma con gránulos azurofílicos y las llamas se caracterizan por presentar gran proporción de linfocitos granulares.<sup>13,16,12,30</sup>

Los eosinófilos de las llamas a diferencia de otras especies; tienen gránulos pequeños redondos, ovales u oblongados en poca cantidad y no ocupan todo el citoplasma.<sup>13</sup>.

Los basófilos aparecen raramente en sangre periférica de todas las especies, incluyendo las llamas, también se asemejan mucho a los basófilos de vaca o caballo.<sup>13</sup>.

El incremento o disminución de leucocitos y la alteración en su morfología, son indicios importantes para determinar procesos inflamatorios, infecciosos y neoplásicos<sup>12,13,18,30</sup>.

Las plaquetas son morfológicamente similares en las distintas especies, sin embargo, en los lamoides son células pequeñas, anucleadas, redondas u ovales, de color azul claro con gránulos citoplasmáticos rosas o púrpuras<sup>13</sup>.

La concentración de proteínas totales es considerada de suma importancia para el mantenimiento del nivel hídrico sanguíneo<sup>20</sup>.

Con base en lo anterior y dada la importancia de conocer los valores hematológicos y a la poca información que existe en la literatura acerca de los parámetros hematológicos de esta especie, resulta necesario el determinar los valores hematológicos de animales sanos del género Lama a la altura de la ciudad de México, que pueden ser empleados en situaciones de enfermedad, así como para evaluaciones rutinarias de salud.

## OBJETIVO

Obtener los valores hematológicos y determinar si existen diferencias entre los valores de hembras y machos de Llamas, Guanacos e Híbridos que se alojan en el Zoológico de San Juan de Aragón el cual se encuentra a una altura de 2240 m.

## HIPÓTESIS

Los valores hematológicos de llamas y guanacos son diferentes a lo informado en la literatura y no existe diferencias relacionadas con el sexo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### MATERIAL BIOLÓGICO Y ALOJAMIENTO.

En el zoológico de San Juan de Aragón se tomaron muestras sanguíneas de 60 lamoides adultos, mayores de 6 años (30 hembras y 30 machos) que nacieron en este lugar.

El zoológico se encuentra en la Av. José Loreto Fabela s/n, Bosque San Juan de Aragón, Del. Gustavo A. Madero, México D.F., a una altitud promedio de 2240 m., con un clima de BS 1 K, de acuerdo al sistema de Köppen con la clasificación propuesta por Cardoso y García (1982), es un clima semiseco templado con precipitación pluvial promedio anual de 763.0 mm, una temperatura de promedio anual de 16 C a 18 C y un régimen de lluvias en verano y poca oscilación térmica<sub>22</sub>.

Los animales se encuentran albergados en seis corrales delimitados por mallas galvanizadas, de los cuales tres tienen la mitad de su superficie pavimentada y techada, los tres restantes solo presentan piso de tierra y una pequeña área techada donde se encuentran resguardados los comederos.

En el zoológico se les proporciona alfalfa achicalada, alimento balanceado para bovinos de engorda, avena rolada, zanahorias y agua a libre acceso.

#### OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS.

Se realizó la contención física de los animales (Figura 1); para lo cual se confinaron en un área pequeña del corral, mediante un arreo lento y valla humana. Posteriormente se capturaron uno por uno, sujetándolos por la cabeza, tomándolos firmemente por la base de las orejas, inmediatamente después se colocó un lienzo para cubrir los ojos y de esta forma disminuir la percepción visual para tranquilizarlos y permitir su contención de forma más eficaz. Para la punción de vena yugular, se elevó la cabeza del animal dirigiéndola ligeramente hacia atrás, lo que permite un mejor acceso a la canaladura yugular. Es importante enfatizar que fue difícil localizar la vena, debido a la conformación muscular del cuello lo grueso de la piel y lo espeso de la lana de las llamas; por lo tanto, se requiere, cortar la lana del área donde se va a extraer la muestra, a la altura de la segunda y tercera vértebra cervical.

Después se limpió la zona con una torunda con alcohol y ejerciendo presión a la altura de la sexta vértebra cervical para hacer más evidente la localización del vaso sanguíneo en cuestión se tomó la muestra insertando la aguja ligeramente medial a la proyección dirigida hacia el centro del cuello, inmediatamente se colocó un tubo al vacío con anticoagulante Sal dipotásica del ácido etilen diaminotetra acético (EDTA).

Después de colectar la muestra se mezcla perfectamente la sangre con el anticoagulante para evitar la coagulación y lisis de las células sanguíneas, por un mal manejo<sup>23</sup>.

Una vez atemperada la muestra fue introducida en una caja aislante para mantenerla a una temperatura de 4 C aproximadamente y ser transportada al Departamento de Patología (Sección de Patología Clínica) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

Cabe mencionar que en los ejemplares de color oscuro, se presentaba una mayor dificultad en el acceso a la vena yugular.

#### TÉCNICAS DE LABORATORIO UTILIZADAS.

En el laboratorio se realizaron las pruebas hematológicas: determinación de hematocrito, cuenta de eritrocitos, determinación de hemoglobina, proteínas plasmáticas, cuenta leucocitaria, conteo diferencial y estimación plaquetaria por medio de un frotis teñido con el colorante de Wright<sup>14, 24, 25</sup>.

Para el análisis estadístico, primero se procedió a determinar la forma de la distribución de los valores obtenidos para cada analito, lo que permitió determinar si la distribución se aproximaba o no a la distribución normal o Gaussiana. Posteriormente, se obtuvieron rangos de referencia para cada analito mediante la determinación del intervalo de confianza del 95%, de acuerdo a la metodología descrita por otros autores<sup>19,27</sup>.

Los análisis estadísticos se realizaron por medio del paquete estadístico Statistic Analysis System (SAS)<sup>26</sup>.

Se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión en los datos para obtener los valores mínimos y máximos de cada analito sanguíneo de los Lamoides empleados en este estudio.

Finalmente por medio de las pruebas estadísticas de  $t^2$  y  $t$  multivariada, se realizó la correlación de los valores hematológicos entre sexos.

## Resultados

Se evaluaron 12 parámetros hematológicos de llamas y guanacos e híbridos (cuadro 1), encontrándose los siguientes resultados hematocrito  $0.39 \pm 0.04$  L/L, leucocitos  $9.29 \pm 3.05$   $\times 10^9$ /L, neutrófilos  $6.94 \pm 2.35$   $\times 10^9$ /L, linfocitos  $1.41 \pm 0.76$   $\times 10^9$ /L, plaquetas  $275.33 \pm 70.29$   $\times 10^9$ /L, proteínas plasmáticas  $60.1 \pm 3.83$  g/L y fibrinógeno  $2.5 \pm 0.87$  <5g/L.

Se realizaron intervalos de confianza al 95% (cuadro 2) para todas las determinaciones hematológicas a partir del cual se establecieron valores mínimos y máximos de todos los lamoides, incluyendo hembras y machos.

Así mismo, se obtuvieron medidas de tendencia central y de dispersión para hembras (cuadro 3) y machos (cuadro 4), en donde se determinó que no existen diferencias significativas entre ambos sexos; excepto en valores de eritrocitos y linfocitos, en donde se observó  $P < 0.01$ ; se presentó un mayor número de eritrocitos en machos y una mayor cantidad de linfocitos en hembras.

Por otra parte, para hembras y machos se establecieron valores mínimos y máximos (cuadro 5), con una confianza del 95%.

Para todos los lamoides machos y hembras se determinó la relación proteínas-fibrinógeno, en donde se obtuvo un valor de  $29.6 \pm 6.38$  g/L.

## DISCUSIÓN

Los rangos de los valores hematológicos fueron más estrechos, al ser comparados con otros estudios, dado a que se utilizaron animales adaptados a las condiciones climáticas y geográficas que presenta el lugar en donde se realizó el estudio<sup>3,12,16,19,20</sup>. Los valores del hematócrito fueron menores en comparación con lo informado en la literatura<sup>12,16,19,20</sup>, esto puede estar asociado a la diferencia de altitud en la que se encuentra la Ciudad de México, se menciona que una de las características relevantes de los animales que se encuentran en grandes altitudes, es el incremento del hematócrito, debido a los trastornos que se produce al disminuir la disponibilidad de oxígeno<sup>28</sup>.

El rango de hemoglobina es más amplio en comparación con lo citado en la literatura<sup>12,16,19,20</sup>; por lo que cabe mencionar que la alta concentración de hemoglobina representa una particularidad importante en los camélidos para poder sobrevivir en grandes altitudes, puesto que se ha estudiado que la hemoglobina de los lamoides tienen una gran afinidad por el oxígeno<sup>20, 15, 11</sup>.

Se observó una disminución de los glóbulos rojos en el rango obtenido en este estudio al ser comparado con lo citado por otros autores<sup>3,12,16,19,20</sup>, esto se asoció al cambio de altitud, es importante mencionar que los lamoides presentan mayor cantidad de eritrocitos con respecto a otras especies domésticas, esto se da como parte de una característica adaptativa para facilitar el transporte de oxígeno a las células<sup>29,19,15</sup>. Puesto que se sabe que al incrementar la concentración de glóbulos rojos se ve incrementada la viscosidad sanguínea y la resistencia

vascular pulmonar, así como la disminución del trabajo cardíaco dando como resultado una disminución del flujo sanguíneo, reduciendo la oxigenación tisular a pesar de una saturación normal de oxígeno arterial<sup>20</sup>.

En el presente trabajo los valores leucocitarios son menores a lo informado en otros estudios<sup>12,16,19,20</sup>. Sin embargo, es importante recalcar que la concentración leucocitaria que presentan otras especies es mucho menor al encontrado en los Lamoides<sup>3,19</sup>. El incremento leucocitario que se observan en otros estudios posiblemente se deba a las diferentes condiciones de manejo y alimentación que presentan aquellos animales, algunos ejemplos de células leucocitarias se pueden observar en la (Figura 2)<sup>20,18,19,15,12</sup>.

El rango linfocitario determinado en este estudio es más estrecho que los rangos publicados por otros autores<sup>12,19,16,20</sup>; esto puede ser resultado de la adaptación de estos Lamoides a las condiciones climáticas y geográficas del lugar en donde se realizó este estudio.

En cuanto a los valores de proteínas plasmáticas y fibrinógeno no presentaron cambios significativos con lo informado por otros autores<sup>12,19</sup>.

La determinación de la relación entre proteínas plasmáticas y fibrinógeno es de importancia diagnóstica, ya que se utiliza para detectar procesos inflamatorios principalmente en equinos y ruminantes, cuando esta relación es menor con base al valor de referencia se sospecha de inflamación<sup>37</sup>. El resultado de la relación para los lamoides fue de 29 g/L mientras que para los equinos es de 20 g/L, sin embargo, aun no se ha estudiado si estos parámetros son de igual importancia para la detección de inflamaciones en los Camélidos Sudamericanos.

Los valores plaquetarios observados en este estudio se consideran normales para el grupo de Lamoides en cuestión, cabe mencionar que el volumen plaquetario de las llamas, en su gran mayoría es bajo comparada con la concentración de eritrocitos<sup>30, 31, 29</sup>.

Al realizar las correlaciones entre los valores obtenidos de machos y hembras se encontró que se presenta una diferencia significativa en eritrocitos y linfocitos.

En los machos se encontró mayor cantidad de eritrocitos que en las hembras, posiblemente esto se deba a estimulación eritropoyética por efecto de los andrógenos<sup>33, 34, 35, 36</sup>, efecto que las hembras no presentan.

El incremento linfocitario encontrado en las hembras al compararse con los valores de los machos pudiera estar relacionado por la liberación de catecolaminas durante el estrés ocasionado por el manejo durante el muestreo.

#### CONCLUSIONES

Los valores hematológicos determinados en este estudio presentan cambios con relación a lo informado por otros autores.

Se presentan diferencias significativas para eritrocitos y linfocitos entre los resultados obtenidos de machos y hembras, lo cual se opone a la hipótesis establecida.

Literatura Citada:

- 1.- Strahler A.N.: Introduction of physical Geography, 3rd ed. John Wiley and Sons, New York 1973.
- 2.- Webb S.D.: Pleistocene Mammals of Florida. Gainesville: Univ. Florida Press. USA 1974.
- 3.- Fowler M.E.: Medicine and Surgery of South American Camelids, 2nd, edit. Iowa State University, USA, 1998.
- 4.- Wheeler J.C.: Evolution and present situation of the South American Camelidae. Biol. J. Linn Soc. 1995; 54:271-295.
- 5.- Franklin W.L.: Biology, ecology, and relationship to man of South American camelids. In M. A. Mares and H. H. Genoways, eds. Mammalian Biology in South America. Linesville, Pa.: Pymatuning Laboratory of Ecology, Univ. Pittsburgh Spec. Publ. 1982.
- 6.- Novoa C. and Wheeler J.C.: Llama and alpaca. In I.L. Mason ed. Evolution of Domestic Animals. Longman. London 1984; 116-128.
- 7.- Miller G.S.: A second instance of the development of rodent-like incisors in an artiodactyl. Proc. U.S. Nat. Mus. 1924; 66, Arctic.8, No.2545.
- 8.- Grubb P.: Artiodactyla. In D. E. Wilson and D. A. Reeder, eds. Mammal Species of the World, 2nd ed. Smithsonian Institution Press. Washington D.C. 1993.
- 9.- Fowler M.E.: Zoo and Wild Animal Medicine, 2nd, edit. W.B. Sounder. London 1986.
- 10.- Gual S.F.: Fisiología Digestiva en Herbívoros Silvestres con Base en sus Hábitos Alimenticios; Cuarto ciclo Internacional de Conferencias sobre Alimentación de Fauna Silvestre, AMENA, México D. F. 1999; 105 -113.
- 11.- Lenfant C.: High Altitude Adaptation in Mammals, Amer. zool. 1973; 13:447-456.
- 12.- Jain N.C.: Essential of Veterinary Hematology. Lea & Febiger. Philadelphia 1993.
- 13.- William J. R.: Hematología Veterinaria Atlas de las Especies Domésticas Comunes. Harcourt Brace. España; 1999.

- 14.- Shalm O.W.: Veterinary Hematology. 4th ed. Lea and Febiger. USA 1986.
- 15.- Ellis J.: The hematology of South American Camelidae and their role in adaptation to altitude, *VM/SAC*. 1982; 77:1796-1802.
- 16.- Houten V.D., Weiser M.G. et al.: Reference hematologic value and morphologic features of blood cells in healthy adult llamas, *Am. J. Vet. Res.* 1992; 53: 1773-1775.
- 17.- Jain B.N.C., Keeton K.S.: Morphology of camel and llama erythrocytes as viewed with the scanning electron microscope, *Br. Vet. J.* 1974; 130:288-291.
- 18.- Campbell T.W.: Hematology of Exotic Animals, *The Compendium*. 1991; 13:950-956.
- 19.- Fowler M.E. and Zinkl J.G.: Reference ranges for hematologic and biochemical values in llamas (*Lama glama*), *Am. J. Vet. Res.* 1989; 50: 2049-2053.
- 20.- Al-Ani F.K., Al-Azzawi W., Jermukly M.S. and Razzaq K.: Studies on some hematological parameters of camel and llama in Iraq, *Bull. Anim. Prod. Afr.* 1992; 40: 103-106.
- 21.-Hochachka P.W., Fields J. and Mustafa T.: Animal life without oxygen: Basic biochemical Mecanismos, *Amer. Zool.* 1973; 13:543-555.
- 22.- Gobierno del Distrito Federal.: Manual Técnico para el establecimiento y manejo integral de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal, Tomo 1, edit. Impresora Deseret. México D. F. 2000.
- 23.- Mariscal Q. G. : Indicaciones en la Recolección y envío de Muestras, Primer curso de patología clínica aplicada a la practica de pequeñas especies, Asociación de Médicos Veterinarios de Oriente, A. C. México D. F. 2000.
- 24.- Coffin D. L.: Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria. La prensa Medica Mexicana, S. A. México 1986.
- 25.- Benjamin M. M.: Manual de Patología Clínica en Veterinaria. LIMUSA, México 1991.

- 26.- Copyright(c) 1989-1996 by SAS Institute Inc., Cary NC, USA.  
SAS(r) Proprietary Software Release 6.12 T5020 Licensed to University of Nebraska, site 0003599002.
- 27.- Kaneko J.J.: Clinical biochemistry of domestic animals. 3rd ed. Academic Press Inc. New York. 1980.
- 28.- Gentz E.J., Pearson E.g., Lassen E.D., Snyder S.P. and Sharpnack E.: Polycythemia in a llama, *JAVMA*. 1994; 204: 14901492.
- 29.- Weiser M.G., Fettman M.J., Houten D., Johnson L., Garry F. and Van H.: Characterization of erythrocytic indices and serum iron values in healthy llamas, *Am.J.Vet.Res.*, 1992; 53:1776 -1779.
- 30.- Martínez G. Ma. E.: Importancia del Hemograma en pequeñas especies, Primer curso de patología clínica aplicada a la practica de pequeñas especies, Asociación de Médicos Veterinarios de Oriente, A. C. México D.F. 2000.
- 31.- Semrad S.D.: Septicemic listeriosis, thrombocytopenia, blood parasitism, and hepatopathy in the llamas, *JAVMA* 1994; 2: 213-216.
- 32.- Andrews D.A., Reagar W. J. and De Nicola D.B.: Plasma Fibrinogen in Recognizing Equine Inflammatory Disease, *The Compendium*, 1994; 16:1349-1355.
- 33.- Bus B.M.: Interpretation of laboratory results for small animal clinicians. Blackwell scientific Publication. London 1991.
- 34.- Alba J.: Reproducción Animal. La prensa Medica Mexicana S.A. México 1985.
- 35.- Yen C.S.: Endocrinología de la reproducción. Panamericana. Buenos Aires 1996.
- 36.- Nalbandov A.V.: Fisiología de la Reproducción. Acribia. España 1969.

Cuadro 1. Promedio  $\pm$  DE de valores hematológicos de Lamoides adultos del Zoológico de San Juan de Aragón.

Analito	(n=60)	(n=60)
	Media $\pm$ DE	C V
Hematocrito*	0.39 $\pm$ 0.04	10.55
Hemoglobina**	170.55 $\pm$ 17.77	10.41
Eritrocitos***	11.20 $\pm$ 2.23	19.89
P.P.**	60.1 $\pm$ 3.83	6.38
Leucocitos°	9.29 $\pm$ 3.05	32.89
Neutrófilos°	6.94 $\pm$ 2.35	33.84
Linfocitos°	1.41 $\pm$ 0.76	53.93
Monocitos°	0.27 $\pm$ 0.24	89.68
Eosinófilos°	0.62 $\pm$ 0.58	93.42
Basófilos°	0.03 $\pm$ 0.05	164.18
Plaquetas°	275.33 $\pm$ 70.29	25.52
Fibrinógeno°°	2.5 $\pm$ 0.87	34.93

\*L/L \*\*g/L \*\*\* $\times 10^{12}$ /L ° $\times 10^9$ /L °°<5g/L, DE desviación estandar, CV Coeficiente de variación, P.P Proteínas plasmáticas.

Cuadro 2. Valores mínimos y máximos de valores hematológicos de lamoides del Zoológico de San Juan de Aragón.

Analito	Rango del Intervalo de confianza del 95%
Hematocrito°	0.21 - 0.45
Hemoglobina°°	93.79 - 197.05
Eritrocitos°°°	10.64 - 11.77
Proteínas Plasmáticas°°	48.07 - 66.05
Leucocitos*	2.83 - 15.55
Neutrófilos*	1.90 - 10.43
Linfocitos*	0.35 - 2.79
Monocitos*	0 - 0.74
Eosinófilos*	0 - 1.86
Basófilos*	0 - 0.13
Plaquetas*	180.3 - 402
Fibrinógeno**	2 - 4

°L/L °°g/L °°° $\times 10^{12}$ /L \* $\times 10^9$ /L \*\*< 5g/L (n=60)

Cuadro 3. Promedio  $\pm$  DE de Valores Hematológicos de Lamoides hembras adultas del Zoológico de San Juan de Aragón.

Analito	(n=30)	
	Media $\pm$ DE	C V
Hematocrito*	0.39 $\pm$ 0.05	12.67
Hemoglobina**	167.4 $\pm$ 21.08	12.59
Eritrocitos***	10.45 $\pm$ 2.54	24.29
P.P.**	61.06 $\pm$ 3.85	6.30
Leucocitos <sup>o</sup>	9.28 $\pm$ 3.44	37.06
Neutrófilos <sup>o</sup>	6.51 $\pm$ 2.30	35.39
Linfocitos <sup>o</sup>	1.63 $\pm$ 0.79	48.86
Monocitos <sup>o</sup>	0.31 $\pm$ 0.26	83.04
Eosinófilos <sup>o</sup>	0.78 $\pm$ 0.64	82.23
Basófilos <sup>o</sup>	0.03 $\pm$ 0.05	177.0
Plaquetas <sup>o</sup>	280 $\pm$ 68.88	24.60
Fibrinógeno <sup>oo</sup>	2.6 $\pm$ 0.93	35.85

\*L/L \*\*g/L \*\*\* $\times 10^{12}$ /L  $^o \times 10^9$ /L  $^{oo} < 5g/L$ , DE desviación estandar, CV Coeficiente de variación, P.P Proteínas plasmáticas.

Cuadro 4. Promedio  $\pm$  DE de valores hematológicos de Lamoides machos adultos del Zoológico de San Juan de Aragón.

Analito	(n=30)	
	Media $\pm$ DE	C V
Hematocrito*	0.40 $\pm$ 0.03	7.68
Hemoglobina**	173.7 $\pm$ 13.31	7.66
Eritrocitos***	11.94 $\pm$ 1.57	13.22
P.P.**	59.13 $\pm$ 3.62	6.13
Leucocitos <sup>o</sup>	9.29 $\pm$ 2.67	28.78
Neutrófilos <sup>o</sup>	7.37 $\pm$ 2.35	31.93
Linfocitos <sup>o</sup>	1.19 $\pm$ 0.66	55.79
Monocitos <sup>o</sup>	0.23 $\pm$ 0.22	96.71
Eosinófilos <sup>o</sup>	0.47 $\pm$ 0.48	102.60
Basófilos <sup>o</sup>	0.03 $\pm$ 0.04	147.02
Plaquetas <sup>o</sup>	270.66 $\pm$ 72.53	26.79
Fibrinógeno <sup>oo</sup>	2.4 $\pm$ 0.81	33.90

\*L/L \*\*g/L \*\*\* $\times 10^{12}$ /L  $^o \times 10^9$ /L  $^{oo} < 5g/L$ , DE desviación estandar, CV Coeficiente de variación, P.P Proteínas plasmáticas.

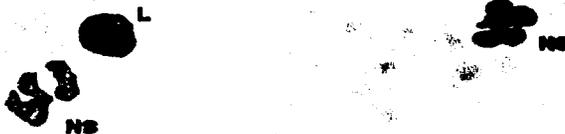
Cuadro 5. Valores mínimos y máximos de valores hematológicos de lamoides hembras y machos del Zoológico de San Juan de Aragón.

Analito	(HEMBRAS)	(MACHOS)
	Rango del Intervalo de confianza del 95%	Rango del Intervalo de confianza del 95%
Hematocrito°	0.32 - 0.45	0.33 - 0.45
Hemoglobina°°	93.75 - 197	146 - 149
Eritrocitos°°°	4.93 - 15.22	9.3 - 15.2
Proteínas Plasmáticas°°	48.12 - 64.1	52.01 - 64.0
Leucocitos*	2.83 - 14.09	6.51 - 17.01
Neutrófilos*	1.89 - 10.17	4.76 - 13.3
Linfocitos*	0.43 - 2.92	0.36 - 2.28
Monocitos*	0 - 0.8	0 - 0.67
Eosinófilos*	0 - 1.88	0 - 1.43
Basófilos*	0 - 0.17	0 - 0.09
Plaquetas*	200 - 402	180.3 - 401
Fibrinógeno**	2 - 4	2 - 4

°L/L°°g/L°°°X10<sup>12</sup>/L \*X10<sup>9</sup>/L \*\*< 5g/L (n=60)



FIGURA 1.- Manejo de Camélidos Sudamericanos para la obtención de muestras sanguíneas.



NS Neutrófilo Segmentado, L Linfocito  
FIGURA 2.- Células sanguíneas de Camélidos Sudamericanos,  
vista 1000x.