



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**"PARAMETROS HEMATOLOGICOS EN EL CABALLO  
PURA SANGRE INGLES DE CARRERAS"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A :

**ROSA MARIA PADILLA SORIANO**

ASESOR: M.V.Z. EUGENIO BRAVO QUINTANAR

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITILAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITILAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Parámetros hematológicos en el Caballo Pura Sangre Inglés de carreras".

que presenta la pasante: Rosa María Padilla Soriano.  
con número de cuenta: 8857910-2 para obtener el TITULO de:  
Médica Veterinaria Zootecnista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlan Izcalli, Edo. de Méx., a 4 de Febrero de 1997

<b>PRESIDENTE</b>	M. en C. Rita del Castillo Rodríguez
<b>VOCAL</b>	MVZ. Luis Arozamena Monfort
<b>SECRETARIO</b>	MVZ. Eugenio Bravo Quintanar
<b>PRIMER SUPLENTE</b>	MVZ. Blanca Rosa Moreno Cardenti
<b>SEGUNDO SUPLENTE</b>	MVZ. Juan Carlos del Río García

*Rita del Castillo Rodríguez*  
*Luis Arozamena Monfort*  
*Eugenio Bravo Quintanar*  
*Blanca Rosa Moreno Cardenti*  
*Juan Carlos del Río García*

<b>INDICE.</b>	1
<b>I.OBJETIVOS.</b>	4
<b>II.RESUMEN.</b>	5
<b>III.INTRODUCCION.</b>	6
<b>IV.DESCRIPCION DE LOS PARAMETROS HEMATOLOGICOS.</b>	7
<b>A.ASPECTOS GENERALES DE LA HEMATOLOGIA DEL CABALLO DE CARRERAS.</b>	7
<b>a. La Sangre.</b>	7
1. Elementos figurados de la sangre.	8
1.1 Eritrocitos.	9
1.2 Leucocitos.	10
1.2.1. Descripción de neutrófilos.	10
1.2.2. Descripción de eosinófilos.	11
1.2.3. Descripción de basófilos.	11
1.2.4. Descripción de linfocitos.	12
1.2.5. Descripción de monocitos.	13
1.3 Plaquetas.	13
2. Descripción del plasma	14
<b>B.BIOMETRIA HEMATICA DEL CABALLO DE CARRERAS.</b>	15
<b>a Hemoglobinometría.</b>	15
<b>b Hematocrito.</b>	15
<b>c Recuento eritrocitario.</b>	16
1. Conteo Manual.	16
2. Conteo electrónico.	16
<b>d Indices Hematimétricos.</b>	17
1. Hemoglobina corpuscular media.	17
2. Concentración de hemoglobina corpuscular media.	17
3. Volumen corpuscular medio.	17
<b>e Demostración de reticulocitos.</b>	18

<b>f</b> Velocidad de sedimentación.	18
<b>g</b> Recuento leucocitario diferencial.	19
<b>h</b> Preparación y tinción de extendidos sanguíneos.	19
<b>i</b> Recuento leucocitario por medios electrónicos.	20
<b>j</b> Recuento de plaquetas.	21
<b>k</b> Investigación de fibrinógeno.	21
<b>l</b> Viscosidad del plasma.	22
<b>C. ERITROGRAMA DEL CABALLO DE CARRERAS.</b>	23
<b>a</b> Eritrograma y rendimiento.	23
<b>b</b> Influencia de la excitación y otros factores sobre el eritrograma del caballo de carreras.	24
1. Influencia sobre el hematocrito.	25
2. Efectos del desplazamiento de fluidos.	26
<b>c</b> Eritrograma y entrenamiento.	27
<b>d</b> Eritrosedimentación y entrenamiento.	28
<b>e</b> Policitemia y sobrentrenamiento.	28
<b>f</b> Clasificación y descripción de anemias y relación con el eritrograma.	29
1. Hemorragias como causa de anemia.	30
2. Anemia hemolítica.	30
3. Anemia depresiva.	31
<b>g</b> Secuelas de medicaciones especiales sobre el hemograma.	32
<b>D. LEUCOGRAMA DEL CABALLO DE CARRERAS.</b>	35
<b>a</b> Efectos del momento del día en que se toma la muestra respecto del recuento leucocitario.	35
<b>b</b> Influencia de las hormonas y el ejercicio sobre el recuento leucocitario.	36

<b>g</b> Influencia de las enfermedades sobre el recuento leucocitario.	37
<b>d</b> Conclusión.	39
<b>E. LAS PLAQUETAS EN EL CABALLO DE CARRERAS.</b>	42
<b>a</b> Variaciones normales del recuento plaquetario.	42
<b>b</b> Efectos del ejercicio en el recuento plaquetario.	42
<b>c</b> Efecto de las enfermedades sobre el recuento plaquetario.	42
<b>d</b> Cuadros.	44
<b>V. CONCLUSIONES.</b>	46
<b>VI. BIBLIOGRAFIA.</b>	47

## **I. OBJETIVOS**

**Actualización de los valores hemáticos en los caballos de carrera para enriquecer la literatura de consulta a los alumnos estudiantes de medicina veterinaria y médicos veterinarios en el ejercicio de la profesión.**

**Proporcionar información resumida de los valores hemáticos normales y patológicos para la elaboración de diagnósticos fidedignos.**

## II. RESUMEN.

En este trabajo se describe amplia y minuciosamente información sobre cada uno de los parámetros hemáticos del caballo Pura Sangre Inglés de carreras así como la formación, desarrollo, función y anomalías de los elementos figurados de la sangre. Se menciona también algo sobre el plasma, pero el punto más importante son las tablas de valores en rango y promedio de los diferentes autores con resultados propios desarrollados en la práctica, lo que nos permite un cuadro comparativo muy amplio para forjarnos un criterio real sobre los análisis de los hemogramas evaluados.



### III. INTRODUCCION.

La realización de un hemograma al caballo es muy importante como arma de diagnóstico o simple monitoreo ya que nos permite corroborar através las anomalías fisiológicas sospechadas. Cuando se toma esta decisión, ya sea por parte del médico clínico o a solicitud del caballista, de nada sirve la obtención de datos fidedignos si no se le da la interpretación correcta por lo que se requiere del conocimiento de los componentes sanguíneos como son los elementos figurados, sustancias químicas y líquidos así como su función en el organismo. La interpretación de la biometría hemática en el caballo de carreras requiere de capacitación profesional ya que los rangos que se manejan actualmente dan mucho que desear por la variedad de factores que influyen en los valores arrojados y esto nos lleva a equivocarnos nuestros diagnósticos o evaluaciones en el desarrollo de una actividad, por ejemplo; si un caballo ha tenido un entrenamiento forzado, previamente sufrió un sobre estímulo eritropoyético lo cual va a dar un resultado excelente o rangos normales altos y puede estar coincidiendo al mismo tiempo con deficiencias nutricionales por agotamiento de reservas utilizadas y en muy corto tiempo va a padecer una caída drástica de sus valores. Puede darse el caso contrario cuando un caballo está en reposo o entrenamiento ligero, la demanda de oxígeno y glóbulos rojos son menores, la eritropoyesis se ve disminuida por falta de estímulos y el caballo arrojará valores en rangos normales bajos y nos puede confundir con una anemia o un estado cercano a esta, aún cuando el caballo esté en buen estado de carnes y con suficientes reservas. El PVC ( vol. del paquete celular) ayuda a diagnosticar deshidratación y anemia pero se debe ser cuidadoso ya que un caballo con ambos (deshidratación y anemia) puede tener un PVC ( vol. del paquete celular) normal ya que el PVC ( vol. del paquete celular) depende en gran parte del estado de la contracción del bazo el cual tiene una gran reserva de eritrocitos (arriba de 30% de la masa de células rojas). En caballos excitados o que corrieron recientemente, la contracción del bazo eleva el PVC. Es por eso que debemos obtener una historia clínica lo más completa posible así como los rangos hemáticos normales específicos del caballo de carreras. (1, 10, 11, 21, 25, 29, 62, 68, 81, 96). Se han tomado datos de caballos de carreras ganadores de clásicos en sus mejores momentos y estados de salud; considerando factores como el estado de carnes, la actitud animada ( por ejemplo disposición al ejercicio), que sean pelifinos, la edad entre 3 y 4 años, la altura sobre el nivel del mar, grado de excitación al momento de la toma y muchos otros que influyen en la determinación de los valores reales para evaluar si un caballo se está empleando al 100% de su capacidad fisiológica. Si el caballo arroja valores normales en su hemograma y su aspecto físico es excelente pero no gana carreras entonces debemos analizar otro tipo de factores ya sea internos como la capacidad metabólica del gasto de energía (en el caso de los genéticos) o externos como el medio, los mandos del jinete, posición durante la carrera, tipo de pista o la capacidad de sus competidores. (1, 8, 10, 11, 21, 22, 25, 29, 35, 59, 62, 68, 81, 96, 106, Cdo. 1, Cdo. 2)

#### **IV. DESCRIPCION DE LOS PARAMETROS HEMATOLOGICOS.**

##### **A. ASPECTOS GENERALES DE LA HEMATOLOGIA DEL CABALLO DE CARRERAS.**

###### **a. La sangre.**

La sangre es un fluido extremadamente complejo que contiene varios tipos celulares y químicos en suspensión, circula a través de los vasos sanguíneos participando de las funciones de todos los órganos del cuerpo. Es un tejido conectivo altamente adaptado para funcionar como medio de transporte de oxígeno a todos los tejidos a través de los eritrocitos, también transporta variados nutrientes, desperdicios orgánicos, y hormonas a través del plasma, mismo que sirve como vehículo a las células de defensa del sitio de formación a sus destinos. En el caballo adulto los eritrocitos, granulocitos (neutrófilos, basófilos y eosinófilos) y plaquetas son producidos en la médula ósea de los huesos largos y planos especialmente las costillas. La mayoría de la médula en los huesos largos en animales viejos es grasosa e inactiva pero responde con algo de actividad hematopoyética cuando es estimulada. (14, 17, 21, 22, 25, 32, 41, 50, 99, 101).

Otras funciones importantes son: la regulación térmica al llevar calor desde los órganos profundos hasta la superficie del cuerpo y el equilibrio del agua. Además posee amortiguadores como bicarbonatos que son necesarios para conservar un pH constante en los tejidos y líquidos orgánicos. Tiene la facultad de coagularse para evitar pérdidas en exceso después de una herida. Transporta inmunoglobulinas inespecíficas y anticuerpos específicos. (32,71).

Los componentes celulares figurados de la sangre están representados por los eritrocitos (glóbulos rojos), cinco tipos diferentes de leucocitos (glóbulos blancos) y plaquetas. La capacidad del tejido hematopoyético para producir glóbulos rojos descansa en una gran variedad de micro elementos, enzimas, hormonas, hierro, vitaminas y aminoácidos esenciales. La función principal de los eritrocitos es proveer oxigenación, mientras que los leucocitos tienen el control de la defensa. Las plaquetas ayudan a la prevención de hemorragias espontáneas. (22, 32, 50, 71, 100).

Los reticulocitos en los equinos salen de la médula ósea en estado maduro, es decir, que a diferencia de otras especies, la médula no libera eritrocitos en

estado inmaduro cuando existe soredemanda de estos y por lo tanto no se encuentran en la sangre periférica en animales sanos y solo en pequeño grado después de hemorragia intensa, por esto, la policromatofilia y la reticulocitosis no son características como reacción a la pérdida sanguínea o anemia hemolítica de los equinos. (17, 45, 48, 49, 62, 72, 80, 91, 111).

A veces se observan algunos eritrocitos nucleados en caballos de magníficas condiciones para la carrera ( esto implica aumento de producción), sin embargo no se han observado relaciones entre el número total de eritrocitos y las condiciones físicas de este. (21, 64, 106). Una probable explicación de la resistencia y velocidad del caballo puede encontrarse en el menor tamaño y mayor número de eritrocitos por unidad de volumen de sangre, el tamaño menor permite mayor superficie de la masa eritrocítica total, que a su vez favorece el rápido intercambio de los gases respiratorios en los pulmones y tejidos del organismo. El modo de vida del caballo es un factor que influye sobre el número de eritrocitos, el menor volumen de glóbulos rojos aglomerados en los caballos inactivos en comparación con los caballos de trabajo pesado o ejercicio forzado, puede servir de ejemplo en este caso. (8, 74, 86, 107).

## 1.- Elementos figurados de la sangre.

### 1.1. Eritrocitos.

Los glóbulos rojos o eritrocitos (del griego eritro - rojo y cito - célula) son células de .5 micrómetros de diámetro promedio en el caballo, especializadas en el transporte de oxígeno, con forma de disco bicóncavo con bordes relativamente gruesos alrededor de un centro mas delgado, presentan un área superficial relativamente grande para el intercambio de oxígeno a través de la membrana celular explicado por la presencia de Hb, misma que da el color rojo a estos elementos. Los eritrocitos del caballo son relativamente pequeños comparados con los de otros animales pero son comparables en forma y color tanto en salud y enfermedad. La vida media es de 140 a 155 días. (6, 33, 34, 41, 42, 47, 75, 99, 114).

La hemoglobina es el componente mas importante de los glóbulos rojos, es una molécula esférica que representa aproximadamente un tercio de su masa. Utilizando técnicas electroforéticas se ha demostrado la existencia en el caballo de dos hemoglobinas distintas en dos cadenas, el hierro y la globina, las que se sintetizan por separado. El grupo hemo es la parte que contiene el hierro y a la cual se le une el oxígeno. Químicamente la hemoglobina es un complejo orgánico

compuesto formado por cuatro pigmentos, cada uno de los cuales contiene un átomo de Fe unido a una molécula de globina constituida por cuatro cadenas de aminoácidos. El compuesto contenido en el aire de los pulmones con el que el eritrocito puede ceder su oxígeno a los tejidos, es el oxígeno de la hemoglobina puede transportar 1.34 ml de oxígeno por gramo de hemoglobina en el adulto cuando la presión parcial de oxígeno en los tejidos es de 40 mmHg y la presión parcial de oxígeno en los pulmones es de 100 mmHg.

La hemoglobina es un pigmento rojo que se encuentra en los eritrocitos de los animales superiores. Está formada por cuatro cadenas de aminoácidos unidas por puentes de hidrógeno y puentes disulfuro. Cada cadena contiene un átomo de hierro unido a una molécula de globina.

La hemoglobina es un pigmento rojo que se encuentra en los eritrocitos de los animales superiores. Está formada por cuatro cadenas de aminoácidos unidas por puentes de hidrógeno y puentes disulfuro. Cada cadena contiene un átomo de hierro unido a una molécula de globina.

La hemoglobina es un pigmento rojo que se encuentra en los eritrocitos de los animales superiores. Está formada por cuatro cadenas de aminoácidos unidas por puentes de hidrógeno y puentes disulfuro. Cada cadena contiene un átomo de hierro unido a una molécula de globina.

La hemoglobina es un pigmento rojo que se encuentra en los eritrocitos de los animales superiores. Está formada por cuatro cadenas de aminoácidos unidas por puentes de hidrógeno y puentes disulfuro. Cada cadena contiene un átomo de hierro unido a una molécula de globina.

los monocitos y a los linfocitos grandes y pequeños. A su vez los linfocitos pueden subdividirse en dos grupos denominados bursa derivados (o células B) y timoderivados (o células T) estos controlan la inmunidad humoral y la inmunidad mediada por células respectivamente. Los leucocitos observados en la circulación representan solo una parte pequeña de todos los del organismo, los restantes se encuentran repartidos en la mayoría de los órganos y tejidos. El número total de leucocitos por milímetro cúbico de sangre periférica refleja la necesidad que tienen los diferentes tejidos orgánicos de la función de estos, por ejemplo, la actividad muscular con aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria aumenta el número de leucocitos en la circulación, esto se denomina leucocitosis fisiológica por la redistribución de estas células que habían quedado secuestradas en los lechos capilares colapsados durante periodos de relativa inactividad (14, 32, 91, 99, 112). El tiempo de vida de los leucocitos varía de horas (granulocitos) a meses (monocitos) o años (linfocitos). El caballo tiene una reserva leucocítica modesta comparada con otros animales. La cifra normal de leucocitos es de 8 a 15 mil por milímetro cúbico. (26, 50, 61, 67, 100, 104, 109, 116, Cdo. 1).

### 1.2.1. Descripción de neutrófilos.

El neutrófilo muestra grandes variaciones entre las especies y se le ha denominado heterófilo en todas las especies. Los neutrófilos contienen gránulos que se tiñen sin predominio de rojo o azul, los núcleos pueden presentar hasta 5-6 lobulaciones en los caballos sanos, en las hembras rápidamente puede identificarse el apéndice en forma de pañillo de tambor. Son activos en las primeras fases de la inflamación, destruyendo las bacterias por fagocitosis y en las infecciones graves aparecen formas inmaduras pero que no pueden fagocitar ya que son menos maduras que los metamielocitos. Forman la primera línea de defensa contra las infecciones por su facultad de trasladarse activamente a las zonas invadidas por las bacterias incluso a través de las paredes vasculares y de englobar los agentes bacterianos para destruirlos. Su número en la sangre aumenta con rapidez en todo caso de infección, por lo mismo, el recuento de estos elementos es útil en el diagnóstico de las infecciones bacterianas. Las sustancias quimiotácticas liberadas en el lugar de la inflamación por el fenómeno inflamatorio hace que los neutrófilos migren desde la sangre hacia los tejidos, las infecciones se asocian a una desviación a la izquierda (aparición en la sangre de neutrófilos en banda y, en caso de inflamaciones severas, de metamielocitos o formas juveniles) En los caballos con inflamaciones agudas es bastante raro observar granulación tóxica (intensa coloración púrpura del citoplasma) salvo en caso de algunas infecciones severas. La cifra normal de neutrófilos segmentados es de 45-60% y en banda de 0-2%. (17, 28, 38, 40, 50, 61, 67, 70, 105, 115, Cdo. 1).

### 1.2.2. Descripción de eosinófilos.

Los eosinófilos conocidos como acidófilos presentan en el citoplasma gránulos eosinofílicos fácilmente reconocibles por ser grandes ya sea esféricos u ovales los que en general rellenan por completo el citoplasma a veces son tan largos que aconcanan el filo de la célula empujando la membrana celular con ellos. (17, 22, 28, 38, 49, 50).

Los eosinófilos combaten sustancias tóxicas, se piensa que inactivan la histamina y similares, se encuentran en los tejidos en la puerta de acceso de sustancias tóxicas (pared intestinal y tejido subcutáneo, mucosa respiratoria), son atraídos a los lugares de reacción antígeno anticuerpo, aunque las sustancias antigénicas no producen el aumento de eosinófilos en general sino una ligera acumulación local, estas células que en condiciones normales son escasas, aumentan en ciertas afecciones crónicas como infecciones parasitarias, se presentan durante la convalecencia y cuando hay descomposición de sustancias orgánicas, desaparecen en estres, son también amiboides y algo fagocíticos, su función principal puede ser detoxificar proteínas extrañas introducidas en el cuerpo por los pulmones o por el tejido gastrointestinal o toxinas producidas por parásitos. Su número también aumenta en reacciones alérgicas.(22, 38, 50,).

Solo unos pocos de los eosinófilos del cuerpo se encuentran en la sangre. La mayoría de ellos migran dentro de los tejidos particularmente a la piel, mucosa bronquial y tracto gastrointestinal. Son atraídos por un factor quimiotáctico eosinofílico producido por los mastocitos y basófilos, las reacciones alérgicas producen liberación de histamina que origina un incremento del número de eosinófilos en la sangre circulante y en la médula ósea. Parecen estar muy activos en la destrucción de parásitos, si bien la eosinofilia del parasitismo solo se produce si el organismo reacciona alérgicamente contra el antígeno parasitario. La eosinopenia (baja en la cuenta de eosinófilos) se da en situaciones de estres agudo donde se libera ACTH (hormona adenocorticotrífica) y, através de esta, cortisol. La cifra normal de eosinófilos es de 0-15%. ( 22, 38, 40, 50, 61, 67, 70, 115, Cdo.1).

### 1.2.3. Descripción de basófilos.

Las células llamadas basófilos contienen gránulos que se tiñen de azul por los colorantes básicos. La función de estos granulocitos es difícil de precisar,

podrían compartir sus funciones con las células cebadas (labrocitos) con gránulos de heparina que sugieren actividad anticoagulante, se nombran a este y al labrocito como heparinocitos que evitan la coagulación y éstasis de sangre y linfa en zonas inflamadas. Hay un delicado equilibrio con eosinófilos posiblemente precursores de las células cebadas. Existen relativamente pocos basófilos en la sangre en razón de que tienden a migrar rápidamente hacia los tejidos después de su producción en la médula ósea. Los basófilos son muy raros en las cuentas sanguíneas. (17, 26, 38, 40, 49, 50, 61, 67, 70, 104, 115, Cdo. 1).

#### 1.2.4. Descripción de linfocitos.

Los linfocitos son de tamaño y aspecto variables y tienen un núcleo relativamente grande rodeado por una cantidad pequeña de citoplasma basófilo. Se forman en timo, bazo, linfonodos y otros tejidos linfoides en todo el organismo. Disminuyen en forma absoluta o relativa en la fase inicial de las infecciones y regresan en el periodo de convalecencia tienen un papel junto con las células plasmáticas en la formación de anticuerpos. Reaccionan a los antígenos formando anticuerpos desarrollando inmunidad celular. A diferencia de los otros leucocitos, los linfocitos circulan por la sangre y los tejidos en forma repetida. (17, 36, 40, 50).

Los tipos funcionales son: la serie de células B que producen anticuerpos y la serie de células T que son las responsables de la inmunidad celular, en general se estima que el 69% de los linfocitos sanguíneos del caballo corresponden a células T y el 29% son células B. Luego de la administración de corticoides se produce una caída inmediata de los linfocitos sanguíneos, por eso se presume que las modificaciones en el recuento leucocitario que se producen luego del estrés y del ejercicio, pueden estar muy bien relacionadas a las modificaciones de los niveles de cortisol sanguíneo. El número de linfocitos sanguíneos varía marcadamente con la edad produciéndose una declinación gradual en el recuento absoluto entre las edades de 2-4 años. En los caballos Pura Sangre de carrera, el recuento linfocitario está afectado también por el momento de día en que se toma la muestra, el ejercicio, los viajes y el estrés por infecciones. La linfocitosis se produce en la leucocitosis fisiológica y a veces en las infecciones parasitarias. La cifra normal de linfocitos es de 35-60%. (17, 38, 40, 49, 50, 61, 67, 70, 104, Cdo 1).

### 1.2.5. Descripción de monocitos.

Los monocitos poseen un citoplasma azul grisáceo y de aspecto espumoso que a veces presenta gránulos rosados azurófilos, algunas células pueden presentar grandes vacuolas, su núcleo es de forma variable, a veces ovoide y otras en forma de banda y en su aspecto mas tradicional, en forma de riñón, es producido en la médula ósea , pasa a la sangre y madura en los tejidos para convertirse en un macrófago tisular. El monocito tiene origen indefinido, talvés en sistema reticuloendotelial o es una célula especial de la serie linfocítica. Los monocitos son los macrófagos y su sistema especial de enzimas se enfrenta a los agentes patógenos mas peligrosos llamados macrófagos cuando entran en la sangre, al igual que el neutrófilo los monocitos permanecen unas pocas horas de su vida en la sangre en relación al tiempo que permanecen en los tejidos. Durante la transformación del monocito hacia macrófago, la célula se hace grande con gránulos y se incrementa el número de enzimas citoplásmicas. El monocito macrófago posee varias funciones incluyendo la defensa contra microorganismos y virus, la degradación de células dañadas, detritos y la interacción con el sistema inmunitario. La monocitosis puede asociarse a varios estados, no necesariamente es indicadora de un proceso crónico, se produce en situaciones asociadas con infecciones bacterianas y virales al igual que ante el daño muscular y articular. La cifra normal de monocitos se de 1-8% (17, 38, 40, 43, 49, 50, 61, 67, 70 .Cdo, 1).

### 1.3. Plaquetas.

Las plaquetas o trombocitos, son fragmentos de megacariocitos grandes de células formadas en la médula ósea, miden de 2-4 micras están rodeados por una membrana, presentan microtúbulos y vesículas de Golgi pero no núcleo, en los frotis aparecen como discos estrellados o incluso en cúmulos de configuraciones irregulares, su función es principalmente reducir la pérdida de sangre en caso de hemorragia jugando un papel preponderante en la secuencia de eventos que suceden a la lesión de un vaso sanguíneo contribuyendo a la vasoconstricción coagulación y la agregación para formar un tapón hemostático. También son esenciales para mantener la integridad de paredes de los pequeños vasos sanguíneos que depende de su capacidad de taponear las pequeñas soluciones de continuidad del endotelio vascular. La falta de este proceso deriva en el desarrollo de púrpuras espontáneas ( hemorragias). A medida que envejecen, las plaquetas se hacen mas pequeñas y menos activas. La retracción del coágulo puede ser lenta en la sangre de los caballos de Pura Sangre de carrera presumiblemente como consecuencia del bajo número de plaquetas y de su tamaño pequeño. El número normal en la cuenta es de 100-600 mil (17, 22, 28, 40, 49, 50, 61, 67, 105 ).



## 2. Descripción del plasma.

El plasma es la parte líquida de la sangre y corresponde a algo más de la mitad de el volumen de esta en los caballos de trabajo sanos, es un fluido complejo constituido por varias proteínas y sales suspendidas en una solución. En los caballos Pura Sangre de carrera y los Standardbreds la osmolaridad es de  $282 \pm 6$  en Osm/kg., esta es una indicación de la presión osmótica del plasma y es dependiente de la cantidad de soluto (principalmente iones de sodio y cloruro) y solvente (agua). Las proteínas plasmáticas ayudan a la regulación del volumen sanguíneo y del balance fluido y contribuyen a la viscosidad de la sangre. (22, 56, 61, 67).

La interrelación entre los eritrocitos y las proteínas determina la velocidad de sedimentación de la sangre la que es invariablemente rápida en la mayoría de las razas equinas. Se dice, aunque existen pocas evidencias científicas que lo sustenten, que la velocidad de sedimentación globular (VSG), puede emplearse para determinar el grado de finalización del caballo de carreras ( cuando el caballo se encuentra en estado óptimo para la carrera), como prueba rápida para saber las alteraciones de las proteínas plasmáticas, también puede ser particularmente útil para detectar modificaciones en los niveles de globulinas y/o fibrinógeno los resultados de la VSG (velocidad de sedimentación globular) pueden ser difíciles de interpretar debido al efecto variable que tiene el número, el tamaño, y la forma de los glóbulos rojos sobre la misma. Los hematocritos bajos producen valores VSG (vel. de sedimentación globular) falsamente altos, mientras que los hematocritos elevados tienden a retardar la formación de pilas de monedas, la viscosidad del plasma no es afectada por los eritrocitos dado que estas células son eliminadas por centrifugación antes de realizar la prueba. En los caballos sanos en general el plasma es un líquido claro de color pajizo, la existencia de un color amarillo intenso indica una ictericia que puede estar asociada con una gran cantidad de trastornos incluyendo enfermedades hepáticas y anemia hemolítica. (2, 22, 32, 49, 51, 56, 61, 67, 96).

## B. BIOMETRIA HEMATICA DEL CABALLO DE CARRERAS.

### a. Hemoglobinometría.

Es el cálculo de la concentración de hemoglobina, debería expresarse en forma de concentración de una masa en gramos por litro o en gramos por decilitro aunque esta expresión puede ser expresada como concentración de la sustancia utilizando la unidad mol. Se puede medir con fotómetro como el hemoglobímetro Coulter. Los otros métodos están pasados de moda. (14, 17, 44, 67). Existen niveles siempre elevados de hemoglobina y de eritrocitos en los caballos Pura Sangre y se consideran las diferencias como de origen genético. La HGM (hemoglobina globular media) es menor en estas razas debido al tamaño menor de los eritrocitos, pero la concentración de hemoglobina por unidad de volumen de sangre es mayor debido al número superior de hematíes. Se ha encontrado valor medio de Hb de 11.4g por 100 ml. en caballos de carreras de tres años o mas y entrenados. Los grupos de mayor rendimiento han dado hemoglobina mas alta. Se dice que la mayor saturación de eritrocitos con Hb CMHG (concentración de hemoglobina globular media) se observa en los caballos mas veloces. (7, 14, 17, 33, 54, 57, 59, 61, 62, 83, 109, Cdo. 1).

### b. Hematocrito.

El hematocrito es un instrumento de laboratorio útil para estimar la cantidad de células eritrocíticas en la sangre circulante de un animal se expresa como eritrocitos por litro que expresa la medida de volumen de eritrocitos en un litro de sangre total. Existen tres métodos básicos para medir el hematocrito. Las técnicas de centrifugación son el hematocrito en tubo de Wintrobe y el microhematocrito, la tercera es la impedancia eléctrica. Las técnicas de centrifugación dependen de centrifugar la sangre ya sea en el tubo de Wintrobe (de 2.55 mm. de calibre) a 2.500 rpm durante 30 a 45 minutos o en tubos capilares a 2.000 rpm durante 5-10 min., la técnica de Wintrobe arroja resultados un 3% mas altos que los obtenidos con la técnica de microhematocrito presumiblemente como consecuencia del incremento de el plasma atrapado por la baja velocidad de centrifugación. La técnica de la impedancia eléctrica requiere una computadora o contador Coulter. Cuando los eritrocitos pasan a través del orificio de Coulter, la magnitud de los impulsos eléctricos varía directamente con el volumen de las células individuales, el aditamento computarizado promedia electrónicamente y registra el tamaño de sus impulsos y corrige por el posible pesaje simultáneo de dos eritrocitos. La cifra normal del hematocrito es de 35-58 mm. (6, 11, 17, 48, 56, 58, 61, 85, 103, 109, 112, 115, Cdo. 1)

## **g. Recuento eritrocitario.**

### **1. Conteo manual.**

Se lleva a cabo diluyendo la sangre con solución salina o líquido de Hayem en una pipeta especial primero absorbiendo la sangre hasta la primera marca y después el diluyente. Se pasa a la cámara de Neubauer y se hace el conteo con microscopio. (47, 61, 79).

### **2. Conteo electrónico.**

Existen varios tipos de contadores de partículas algunos de los cuales son instrumentos semiautomáticos o completamente automatizados, los sistemas de recuentos se basan en principios diferentes, pero todos utilizan la técnica de flujo, donde las células en suspensión son contadas como impulsos luminosos cuando pasan por un condensador o como impulsos eléctricos cuando cambia la conductividad de una solución electrolítica o como dispersión a la luz cuando interrumpen un haz láser. No todos estos sistemas son adecuados para el recuento y la determinación de las células sanguíneas de los animales, los resultados obtenidos a partir de sangre equina analizada por un instrumento de dispersión de un haz láser son distintos de los obtenidos a partir de la misma muestra en un equino con equipo Coulter siendo las principales discrepancias en el Hto, (hematocrito) VCM (vol. corpuscular medio) y CHCM (concentración de Hb corpuscular media). Sin embargo los eritrocitos del caballo pueden contarse de forma adecuada con un Coulter FN, siempre que la selección del umbral del contador se ajuste en forma adecuada. También se encontró que el Coulter modelo S con un umbral fijo útil para el recuento de eritrocitos humanos, podría excluir automáticamente algunos de los eritrocitos mas pequeños presentes en las muestras sanguíneas de los animales, esto resultaría en un recuento falsamente bajo y en una sobre estimación del valor del VCM (vol. corpuscular medio). Los sistemas de recuento electrónico han transformado la precisión del recuento eritrocitario. Mientras que los coeficientes de variación mejor logrados con los hemocitómetros manuales están en el orden del 12% es posible reducirlo con los sistemas semiautomáticos a 5% y a menos de 3% con los instrumentos completamente automáticos siempre que se proceda a una calibración correcta y control de calidad. (7, 10, 12, 33, 47, 61, Cdo. 1).

#### d. Índices Hematimétricos.

Los índices hematimétricos derivan por cálculo a partir de las mediciones primarias, que suelen ser la Hb (hemoglobina) , Ht (hematocrito) y el recuento eritrocitario, a continuación se tratarán estos índices.

##### 1. Hemoglobina corpuscular o globular media (HCM) (HGM).

Es el promedio del contenido de hemoglobina en cada eritrocito, es decir, la proporción real de hemoglobina que corresponde, por término medio, a cada hematíe expresado en picogramos y se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{HCM} = \text{Hb}/\text{conteo gl. rojos} \times 10 = \text{pg } \acute{o} \text{ } 10^{-9}$$

##### 2. Concentración de hemoglobina corpuscular media.

La concentración de Hb por eritrocito en porcentaje o sea la llamada concentración de Hb corpuscular media (CHCM), o concentración de Hb globular media (CHGM) es la concentración de Hb en relación a los otros componentes de la célula expresada como gramos por litro de eritrocitos, se obtiene así:

$$\text{CHCM} = \text{Hb}/\text{Hto} \times 10$$

##### 3. Volumen corpuscular medio.

El volumen corpuscular o globular medio (VGM) (VCM), es el tamaño de un eritrocito expresado en femtolitros, para conocer las dimensiones en el espacio de los eritrocitos. La formula empleada es la siguiente:

$$\text{VCM} = \text{Hto.}/ \text{Conteo glóbulos rojos} \times 10$$

Los instrumentos electrónicos no miden directamente el Hto sino que calculan directamente del VCM (vol. corpuscular medio) otros instrumentos dan simultáneamente el Ht (hematocrito) y el recuento eritrocitario, estos deben ser multiplicados para obtener el VCM (vol. corpuscular medio), es muy importante la calibración, ajuste y el uso de un diluyente adecuado. La exactitud de los índices de los glóbulos rojos es dependiente enteramente de la exactitud de las mediciones primarias de las cuales fueron obtenidos. (33, 47, 58, 61, 68, 76, 85, 92, 93, 117, Cdo. 1).

#### **g. Demostración de reticulocitos.**

Los reticulocitos se demuestran con coloraciones supravitales ya sea con azul brillante de etilo o azul de metileno nuevo. Alternativamente puede utilizarse el método de la dilución en tubo con azul de metileno nuevo. Si bien invariablemente ausentes de la sangre periférica de los caballos adultos los reticulocitos pueden ser demostrados en los aspirados de médula ósea. ( 61, 99).

#### **f. Velocidad de sedimentación.**

La sedimentación es la medida de la cantidad de glóbulos rojos en la sangre, separados del plasma sobrenadante, que se depositan en el fondo de un tubo durante un tiempo determinado tomado como una unidad generalmente 30 min. a 1 hora. Los tubos modelo del hematócrito se llenan de sangre y se colocan en posición estrictamente vertical. La eritrosedimentación se ha estudiado intensamente en el caballo. En el presente no existe alguna técnica estándar disponible para medirla en el caballo. La determinación de la eritrosedimentación por la técnica de Witrobe se realiza en tubos de vidrio de 110 mm. x 2.8 mm. con sangre total y EDTA a temperatura constante (20 centígrados) por una hora. La técnica Werstergen se realiza en tubos de vidrio de 300 x 2.8 mm. con sangre y EDTA diluida 4:1 con citrato trisódico al 3.8% durante una hora a 20 centígrados. ( 15, 41, 80).

Existen tres fases diferentes en la eritrosedimentación: la fase inicial en la cual los glóbulos rojos se agregan formando pilas de monedas, la segunda fase entre el plasma y los glóbulos rojos rápidamente y una tercera y final cuando los cúmulos se apilan unos con otros. En la lectura de la eritrosedimentación al final de 1 hora, las características de las tres fases se encuentran combinadas.

El método más útil en el caballo puede ser los 20 min. y para mayor exactitud se pueden realizar lecturas a los 30 min. y a la hora. Es generalmente aceptado que cuanto más bajo es el hematócrito, más rápido caen las células a través del plasma. (7, 33, 75, 76, 81, 85, Cdro. 1 ).

#### g. Recuento leucocitario diferencial.

El método mas común para el recuento diferencial de leucocitos es la identificación morfológica de un número de células observadas microscópicamente a partir de un extendido sanguíneo coloreado. En general se expresa un porcentaje de los distintos tipos de leucocitos, este es multiplicado por el total del recuento leucocitario, lo ideal sería hacer el conteo de todos los leucocitos del extendido pero como esto es poco práctico, se han propuesto métodos de recuento, incluyendo entre 100 y 200 leucocitos de áreas representativas del extendido contando en guarda griega en diagonal o longitudinal. ( 61, 64, 70, 101 ).

Las células deben contarse usando una lente seca de 4 mm. o una de 3,7 de inmersión en aceite. La distribución de los leucocitos aún en un buen extendido hecho a mano, no es uniforme debido a las variaciones en la adherencia, tamaño y densidad entre las distintas variedades de células. Así puede orientarse el recuento hacia un tipo particular de célula dependiendo de cuál zona del preparado se examine. La introducción de varios contadores de leucocitos automatizados, ha eliminado la mayoría de los problemas encontrados en las técnicas manuales, dichos instrumentos no sufren la influencia del sesgo distribucional de los leucocitos o el error estadístico dado que en general se cuentan 1000 000 células, como en el caso del Channelyzer que permite hacer el recuento absoluto de neutrófilos, linfocitos y eosinófilos usando la diferencia en el tamaño relativo entre estas células. Los recuentos totales indican la cantidad de células por mm. cúbico de la sangre total, tanto de glóbulos rojos como blancos. (12, 38, 52, 61, 62, 64, 89, 111, Cdro. 1 ).

#### h. Preparación y tinción de extendidos sanguíneos.

Los extendidos sanguíneos pueden hacerse a mano o con un instrumento que produce mono capas de sangre por medio de un procedimiento de centrifugación, en los extendidos hechos a mano, los neutrófilos y los monocitos tienden a concentrarse sobre los bordes y en la cola del preparado, mientras que en las preparaciones por centrifugación las células se distribuyen ampliamente( 9, 50, 61 ).

Los extendidos hechos a mano en general es preferible realizarlos sobre los portaobjetos. Para proceder a un extendido manual, se coloca sobre un

portaobjeto liso y químicamente limpio una gota de sangre casi en uno de los extremos y en el centro respecto a ambos bordes. El portaobjetos con que se hará la extensión se apoya sobre el otro en un ángulo de 45 grados respecto de la horizontal desplazándolo hasta que toque la gota de sangre, se realizan pequeños movimientos para que la gota se extienda a lo largo de la línea de contacto de los dos portaobjetos, el extendido se logra por un movimiento suave y rápido del portaobjetos que se mantiene a 45 grados, es esencial que este último sea mas angosto que el portaobjetos que mantendrá el extendido si el portaobjetos que es destinado a efectuar la extensión no es perfectamente liso, se obtendrá un extendido con cola dentada que contendrá gran cantidad de leucocitos. Idealmente el extendido debe tener unos 3-4 cm. de longitud y unos 1.5 cm. de ancho. El grosor ideal es tal que los glóbulos rojos se observan sobrepuestos en toda la longitud del extendido pero que en la cola del mismo aparezcan separados y sin distorsión. El método rotatorio utilizando un rotador con una velocidad fija, 2 ml de sangre con 1 ml. de solución isotónica. Esta forma es mas recomendada para utilizar en el caballo puesto que, leucocitos y monocitos tienden a acumularse en los márgenes de los preparados hechos a mano. Para la coloración de los extendidos se puede utilizar gran variedad de coloraciones tipo incluyendo la de Romanowsky Leishman Jenner, Giemsa y Wrights. (5, 9, 40, 50, 61).

#### i. Recuento leucocitario por medios electrónicos.

Es el método mas utilizado en la actualidad, la etapa inicial es la dilución de la sangre en proporción 1: 500 en un líquido isotónico adecuado. Para el recuento esta solución se separa por medio de un agente lítico adecuado que debe destruir por completo los eritrocitos eliminando su estructura, pero no debe destruir los leucocitos o provocar su retracción excesiva esencial. Debe determinarse la meseta ("palteau") leucocitaria y el umbral mínimo del contador utilizando muestras sanguíneas de equinos normales y frescas. Los materiales de control comerciales deben evitarse puesto que contienen pseudo células blancas, tal el caso de los glóbulos blancos de pollo fijados en glutaraldehído o las partículas de látex, puesto que ambas poseen márgenes de tamaños diferentes a los leucocitos frescos, si entre la lisis de los glóbulos rojos y el recuento de leucocitos ha pasado mucho tiempo, se producen discrepancias en el recuento, ello se debe a la contracción de los leucocitos en presencia del agente lítico haciendo que las células caigan por debajo del umbral inferior de selección. (3, 4, 48, 61).

#### **j. Recuento de plaquetas.**

Se utiliza la cámara de recuento, debe ser del tipo Neubauer con una exactitud de volumen de  $\pm 1\%$ . Se prepara una dilución con la sangre 1:20 con oxalato de amonio filtrado (como agente lítico para los eritrocitos), dejando en reposo por 10 min. Se llena entonces cuidadosamente la cámara de recuento y se le deja en reposo en una atmósfera húmeda durante 29 min. deben contarse por lo menos 400 plaquetas utilizando microscopio óptico con una magnificación de 40 X, alternativamente puede utilizarse un líquido de dilución que consiste en una solución de 1% de secuestro disódico en una solución fisiológica, que no lisa los eritrocitos, con este líquido la sangre se diluye 1: 200 y se procede al recuento de las plaquetas con una cámara de Neubauer de preferencia en el microscopio de contraste de fase, las plaquetas pueden también contarse electrónicamente utilizando un contador Coulter siempre que primero se las separe de otras células por medio de centrifugación isotónica. La calibración del contador Coulter necesita atención especial ya que las plaquetas de equino poseen un VCM (volumen corpuscular medio) alrededor de 4.5-5 fl comparadas con las plaquetas humanas que están entre 8.5-9 fl. Idealmente las muestras sanguíneas deben examinarse dentro de las ocho horas posteriores a la recolección dado que de otra forma se produce una pérdida de plaquetas presumiblemente como resultado de autólisis, en presencia de un acúmulo plaquetario excesivo se produce un recuento errático. (13, 15, 20, 24, Cdro. 1).

#### **k. Investigación de fibrinógeno.**

La determinación de la concentración de fibrinógeno se lleva a cabo a través de la conversión del mismo a fibrina insoluble o empleando técnicas de precipitación basadas en soluciones concentradas de sales o por el calor. Se recomienda el método de Millar por simple y relativamente adecuado para el uso rutinario en el laboratorio clínico. Para este método en los tubos para hematócrito se coloca sangre con EDTA que se centrifuga a 12000 rpm durante 5 min. Ambos tubos se sumergen en agua a 56 centígrados por tres minutos y se centrifugan como antes para compactar el fibrinógeno encima de la cubierta flogística. La altura de la columna de fibrinógeno se mide en relación a la columna original de plasma empleando un microscopio equipado con una escala vernier y un ocular micrométrico estandar, la relación de la longitud de la columna de fibrinógeno - plasma se multiplica por 100 para obtener la concentración de fibrinógeno en ml por dl de muestra, se considera el valor real del promedio de la lectura de ambas muestras. Para convertir ml/dl a mg/dl se multiplica el resultado por 100. ( 14, 37, 46, 61 ).



En el caballo el fibrinógeno puede medirse por una modificación del método del peso del coágulo como describiera Ingram para el hombre. Para esta técnica se colocan 9.8 ml de sangre en un recipiente con .2 ml de citrato de sodio al 19% y volúmenes iguales de plasma citratado y  $\text{Cl}_2\text{Ca M/40}$  (es conveniente una cantidad de 2 ml), se mezclan e incuban a baño María a 37 centígrados durante 30 min. colocando dentro del tubo de vidrio una varilla de madera. Cuando se ha formado un coágulo firme se comprime con la varilla para eliminar la mayor cantidad de plasma diluido. En este punto es importante asegurarse que la coagulación del plasma es completa y que se ha recogido toda la fibrina. Se despega entonces el coágulo de la varilla, se lava en agua, se comprime dentro del papel filtro para secarlo y se lo transfiere a acetona durante 30 min para endurecerlo para eliminar toda la humedad puede ser necesario calentar el coágulo a 100 centígrados por una hora. De otra manera la acetona puede ser evaporada al aire, cuando está frío, se pesa el coágulo (aproximado a .5 mg.). El peso del coágulo se divide por el volumen del plasma utilizado y el valor obtenido se multiplica por 100 para expresarlo en mg/ml. La ventaja principal de este método es que no requiere un laboratorio muy equipado para reactivos y soluciones estándar, es posible utilizar el plasma citratado, si se requieren resultados inmediatos puede agregarse trombicina diluida a la mezcla de incubación con el objeto de promover la formación del coágulo. La precisión de esta técnica es similar a la del método de precipitación del microhematócrito. (14, 35, 37, 50, 56, 61, 62, 66, 67, Cdro. 1).

#### 1. Viscosidad del plasma.

La viscosidad del plasma puede medirse convenientemente utilizando el viscosímetro capilar Coulter Harkness. La viscosidad se determina por el tiempo que toma el plasma en fluir a través de un tubo capilar de .38 mm. a temperatura controlada. Esta última debe mantenerse constante dado que la viscosidad es altamente dependiente de la temperatura. En general las determinaciones se realizan a 25 grados centígrados con plasma con EDTA o heparinizado, el instrumento es fácil de usar, rápido, confiable y preciso siempre que la temperatura permanezca estable y que ningún bloqueo del tubo capilar sea pasado por alto. (12, 39, 44, 55, 61, 97).

## C. ERITROGRAMA DEL CABALLO DE CARRERAS.

Se ha investigado hace 50 años el eritrograma de caballos de carrera sanos. Con el advenimiento de los métodos de recuento electrónicos estandarizados, los resultados que se obtienen en la actualidad son probablemente mas confiables que los logrados por métodos de recuento manuales ya que se ha detectado que el recuento eritrocitario es significativamente mas bajo en los standerbreds en relación a los de Sangre Pura de carrera. También se ha observado que existe una leve diferencia en el eritrograma de los Pura Sangre de carrera entrenados para cacería comparados con un grupo similar de animales que corren, esto podría deberse a un mayor volumen plasmático en el primer grupo. La Hb y el Hto tienden a ser mas bajos en los caballos de 1 y 2 años en comparación con los de 3 y 4 años. En la medida que avanza la edad, especialmente desde 1 a 4 años, existe un incremento gradual en el VCM (volumen corpuscular medio) junto a la HCM (hemoglobina corpuscular media). Como la Hb (hemoglobina) y el Ht (hematocrito) se mantienen constantes en los caballos de 3 y 4 años, este incremento en el tamaño celular se acompaña de una leve caída del recuento eritrocitario. (1, 23, 61, 69, 86, 88, 96, 113).

### a. Eritrograma y rendimiento.

La correlación entre el eritrograma y el rendimiento en competencia presenta puntos de vista conflictivos. Se sugiere que los caballos con los mejores rendimientos presentan valores de Hb, numero de eritrocitos y Ht mas altos que las cifras promedio. (11, 33, 62, 107, Cdro. 2).

Sin embargo se han observado valores de Ht por debajo de estas cifras en algunos caballos de el mejor rendimiento concluyendo que no existe interrelación entre el Ht en reposo y el rendimiento en carrera. ( 33, 63, 82, 96, 109 ).

En ganadores de carreras de mas de 2 Km., hemoglobina y hematocrito fueron significativamente mas altos que en ganadores de carreras mas cortas ( 2 ).

También es característica en ganadores la presencia de valores mas altos de **CHCM** (concentración de hemoglobina corpuscular media), aunque se ha señalado contradictoriamente que valores mas bajos del VCM ( vol. corpuscular medio) pueden ser una ventaja debido al incremento de áreas de la superficie permitiendo un mejor intercambio gaseoso, ya que los caballos con recuentos eritrocitarios

relativamente altos y valores bajos de VCM ( vol. corpuscular medio ) tienden a presentar mejores performances que aquellos con recuentos eritrocitarios bajos y valores altos de VCM ( vol. corpuscular medio ). Utilizando muestras sanguíneas recolectadas en el hipódromo 1 a 3 horas antes de la carrera no encontraron relación entre el hemograma y el posterior rendimiento en carrera. ( 18, 19, 65, 68, 82, 96, 109, 112).

#### **b. Influencia de la excitación y otros factores sobre el eritrograma del caballo de carreras.**

Los valores hematológicos observados son comparados con valores de referencia o distribuciones de referencia (rango o gama). Aquellos obtenidos en un grupo de caballos aparentemente sanos solo son significativos si los animales y las técnicas utilizadas para el análisis son adecuadamente definidos. La práctica de comparar los resultados con los frecuentemente poco adecuados márgenes o gamas normales es de poco valor en la hematología clínica de rutina, debido a que los valores sanguíneos están sujetos a variaciones muy rápidas y pueden cambiar momentáneamente como resultado de patologías o influencias fisiológicas. Estas gamas en general no tienen en cuenta las variables de importancia, como el caso de la variabilidad fisiológica, los efectos del medio ambiente y la tolerancia al entrenamiento. El establecimiento de valores de referencia requiere de un gran número de caballos sanos, los que son comparados con animales a ser evaluados. Los animales de trabajo deben tener particular atención a su edad, sexo, dieta, cruce o raza, tipo de trabajo y estado de entrenamiento antes de iniciarlos dentro de la población de referencia. (33, 84 ).

Debe evitarse espantar al caballo y realizar movimientos violentos o evasivos ya que provocan una elevación del volumen del paquete celular, de hecho si el PVC ( vol. del paquete celular) no crece mas del 10-15% después de referencia son expresados comunmente como media  $\pm 2$  desviaciones estandar solo son correctos si pueden ser convertidos a una distribución Gaussiana utilizando logaritmos, para los datos no paramétricos, los límites de referencia de pueden calcularse convenientemente utilizando percentiles, en forma ideal. Las muestras sanguíneas del grupo de referencia deben ser mas de 80 para calcular límites de referencia por análisis paramétrico y de mas de 120 cuando se utilizan métodos no paramétricos. (6, 13, 16, 25, 79, 109, 111).

Un método alternativo para determinar la normalidad es la obtención de una serie de valores de un mismo individuo y utilizar estos valores para formular intervalos de referencia. Los resultados de pruebas subsiguientes pueden entonces

compararse con las propias gamas estrechas del animal envés de las gamas obtenidas de referencia para determinar si se han producido desviaciones. El grado de contracción del bazo y, por lo tanto, proporción de glóbulos rojos liberados, se relaciona al grado de actividad simpática, no es un fenómeno del todo o nada, la excitación visible produce una elevación del Ht (hematocrito), mientras que la timidez y la aprehensión no provocan la elevación del mismo si las muestras se toman a los 30 seg. de haber penetrado a la caballeriza. En cuanto a la excitación, la frecuencia del pulso es un factor muy importante en el número de eritrocitos en cualquier parte del cuerpo. La circulación periférica lenta origina concentración en los capilares y dilución en la vena yugular. En situaciones experimentales en caballos de carreras, se ha demostrado una correlación entre el volumen sanguíneo total y el desarrollo en carrera ( 16, 79, 109).

La excitación que provoca el hipódromo y los otros factores que no permiten la obtención de verdaderas muestras de reposo influirán el hemograma en esta población de caballos lo que podría enmascarar cualquier correlación ya que algunos investigadores encontraron que existen grandes fluctuaciones diarias cuando un animal se muestrea en varias ocasiones. Se considera que estas fluctuaciones son reflejo de la actividad simpática en el momento de la recolección. (41,78).

La circulación puede ser influida por factores insignificantes, en animales muy excitables existe un aumento de 1.5 millones de eritrocitos por mm cúbico en un potrillo Pura Sangre y de 4 millones en yeguas Pura Sangre estériles después de solo 1 min de excitación. En los caballos de carreras se puede prever que el número de eritrocitos, el VGA y los niveles de Hb tienen un valor mínimo cuando el animal está en reposo en un establo y ascienden al máximo inmediatamente después de la excitación y el ejercicio intenso de la carrera. Puede llegarse el caso que una punción venosa efectuada por un extraño provoque un aumento en el número de eritrocitos de 10 a 15 % y mucho mas si concurren ciertas condiciones temperamentales. (16, 23, 33, 66, 73, 84, 108).

#### 1. Influencia sobre el hematocrito.

Durante el ejercicio, el grado de actividad simpática se relaciona a la carga de trabajo y, en el caballo de carrera específicamente, a la velocidad. En el caballo de Pura Sangre de carrera trabajando al trote se observa un Ht. del orden de .5 5litros/litro mientras que a un galope corto se incrementará de .55 a .6 litro/litro y luego de una carrera, el Ht variará entre .63 y .68 litros/litro, la cifra

normal es de .35 a .58. Ese aumento de los eritrocitos circulantes con el ejercicio permite incrementar la cantidad de oxígeno disponible en el músculo en acción y es una de las razones por las cuales el caballo presenta un consumo máximo de oxígeno mas alto comparativamente que en otras especies. ( 6,16, 17, 60, 78, 111).

Se ha estimado que durante el ejercicio máximo pueden ingresar a la circulación hasta 8 litros de eritrocitos lo que incrementa el Ht un 50% o más, aunque esto es benéfico durante el galope, el mantenimiento un Htto tan alto por periodos prolongados puede ser indeseable dado que el incremento de la velocidad de la sangre provoca una gran sobrecarga a la acción de la bomba del corazón. Desafortunadamente no se ha estudiado en forma adecuada en el caballo cómo se incrementa la viscosidad sanguínea durante el ejercicio. Sin embargo parece que el incremento de la viscosidad sanguínea por aumento del Ht es menos de lo que podría esperarse debido a la gran flexibilidad de los eritrocitos sanguíneos. El papel del bazo durante el ejercicio y los hematocritos altos hace obvio que la práctica del doping sanguíneo, es decir, la auto transfusión aparentemente practicada antes de la competencia por algunos atletas humanos carece de valor en el caballo. ( 33, 73, 94 ).

En los Pura Sangre el número de eritrocitos aumenta hasta el tercer mes de edad y llega hasta 15 millones de células por mm. cúbico, al mismo tiempo el VGM (vel. de sedimentación globular) disminuye del 33 al 30.4. Después del tercer mes de vida, el número de eritrocitos muestra una disminución constante hasta el nivel medio del adulto de aproximadamente 10 millones y el VGM aumenta al mismo tiempo. El glóbulo rojo del caballo adulto suele tener 10 micras cúbicas mas que los potros recién destetados. En cuanto a la influencia del sexo, preñez, lactación y esterilidad, los sementales árabes y los caballos de carrera tienen valores ligeramente mas elevados de eritrocitos y Hb que las yeguas, ya estén preñadas, en lactación, preñez o sean estériles. Las yeguas preñadas en comparación con las estériles difieren muy poco en valores eritrocíticos, sin embargo, las yeguas en lactación suelen tener valores menores de eritrocitos, VGM ( Vol. globular medio) y Hb. (16, 19, 23, 25, 60, 66, 68, 69, 73, 78, 84, 86).

## 2. Efectos del desplazamiento de fluidos.

Así como el incremento de la actividad simpática produce un incremento del Ht o hemoconcentración, esto puede producirse también por modificaciones en el volumen del plasma tanto en reposo como durante el ejercicio. En el caballo

en reposo la hemoconcentración puede deberse a numerosos factores incluyendo las enfermedades que producen deshidratación (por ejemplo una diarrea profusa), un ambiente demasiado cálido pudiendo asociarse en algunos casos con la alimentación, por ejemplo, la alimentación con heno pero no con concentrados, produce una elevación del Ht, se ha sugerido que ello ocurre por la gran masa de fluidos perdidos con la secreción salival necesaria para lograr una masticación adecuada del heno. (61, 77).

La administración de bebida salina hipertónica administrada 8 horas antes de tomar la muestra sanguínea produce un aumento del Ht, del recuento de glóbulos rojos, la Hb, las proteínas plasmáticas totales y de la viscosidad plasmática; ello se atribuye al incremento del volumen plasmático. Después de el consumo de agua, los valores disminuyen.

Durante el ejercicio, el incremento del Ht no solo se debe al ingreso de glóbulos rojos a la circulación sino también a la disminución del volumen plasmático, con el ejercicio prolongado ocurre principalmente por las pérdidas líquidas del cuerpo vía sudoración, mientras que en el trabajo corto a velocidades altas, por ejemplo, en una carrera, la disminución se produce por desplazamientos hacia el compartimiento intersticial. (7, 16, 61, 62).

Que la hemoconcentración se deba a una disminución del volumen plasmático y/o a la entrada de glóbulos rojos, puede determinarse a partir de la valoración de la concentración de las proteínas plasmáticas totales, si se encuentran aumentadas por encima de los valores normales para el caballo, indica que hay una disminución del volumen plasmático. (73, 77, 81, 87, 95).

#### g. Eritrograma y entrenamiento.

Se cree con frecuencia que ha medida que avanza el entrenamiento y el caballo es terminado, se produce un aumento del Ht, del número de eritrocitos y de la concentración de Hb. Sin embargo, cuando esto sucede en el hemograma en reposo puede deberse a factores como la edad, incremento en la actividad simpática de la cápsula esplénica natural en los caballos cercanos a la finalización. Es mas probable que este aumento esté relacionado mas a la madurez que a la finalización, pero esto sigue siendo contradictorio. (16, 19, 23, 68, 84, 105, 110).

#### d. Eritrosedimentación y entrenamiento.

La eritrosedimentación puede relacionarse con el grado de terminación del entrenamiento, ya que la velocidad de sedimentación globular disminuye, a medida que se completa el entrenamiento, talvés por un aumento del VCM(Vol. corpuscular medio) y que dicha velocidad se incrementa cuando el animal se retira del entrenamiento. Los caballos de mejores rendimientos presentan valores de eritrosedimentación por debajo de 30 mm. /hr. nunca menores de 8 mm/hr pero nunca mayores de 55 mm/hr, coincidiendo con un incremento significativo de la Hb Ht y recuento rojo. Se sugiere que el entrenamiento

produce una disminución de la velocidad de eritrosedimentación debido a una disminución del fibrinógeno. En el caballo no existe relación con la eritrosedimentación y la viscosidad plasmática, sin embargo existe una buena correlación entre viscosidad plasmática y fibrinógeno tanto en caballos sanos como en enfermos, se desconoce si la disminución de la velocidad de eritrosedimentación se debe a modificaciones en las interacciones eritrocito/plasma producidas por la culminación del entrenamiento o simplemente a modificaciones en el tamaño y número de los eritrocitos o del contenido de Hb. Por otra parte parecería que los valores por debajo de 4 o mayores de 50 mm./hr. indican que el caballo no está en el pico de su entrenamiento. (1, 25, 33, 77, 88, 97, 111).

#### g. Policitemia y sobentrenamiento.

La policitemia es el trastorno opuesto a la anemia, es decir, un aumento en los parámetros eritrocitarios así como de Hb, paquete celular en su volumen o conteo eritrocitario, esto puede ser relativo resultado de un descenso en el volumen plasmático por un aparente incremento en el número de células o puede ser debido a un incremento en el número de eritrocitos circulantes, la policitemia relativa o hemoconcentración resulta de una gran pérdida de agua frecuentemente asociado con fiebre o diarrea.( 25, 77, 111).

Una policitemia marcada en el caballo puede ser transitoria debido a excitación y liberación de epinefrina. En un animal enfermo el volumen del paquete celular puede crecer en un periodo de 2-3 horas quizá desde un nivel de 40-65 % o mas, tal crecimiento abrupto puede ayudar a la determinación de lesiones severas de otras formas de cólico. El mecanismo de esta respuesta no ha

sido determinado del todo, pero la liberación de epinefrina podría jugar un papel. Además siempre hay sangre de reserva en los usos esplénicos. Las causas de policitemia mas frecuentes en caballos de carreras son: edema por hígroma, extavasación del plasma o líquidos por inflamaciones severas, cólicos, deshidratación por vólvulo, enfermedades cardiovasculares crónicas que generan hipooxigenación corporal que provoca la respuesta fisiológica y cualquier estrese. Se ha observado que el entrenamiento a grandes alturas provoca policitemia pero actúa a nivel de eritropoyésis. (1, 11, 16, 25, 60, 66, 74, 77, 82, 84, 86, 95, 97, 113).

## f. Clasificación y descripción de anemias y relación con el eritograma.

### Introducción.

Anemia es el término utilizado para describir la disminución de la capacidad de transporte de oxígeno por parte de la sangre por debajo de los valores aceptados como normales. Puede resultar de la disminución en el número de glóbulos rojos (oligocitemia) y/o de la concentración de Hb sanguínea.

Si el médico no sigue leyendo el resultado del hemograma rojo de un paciente si la cifra de hematíes es normal, puede pasar inadvertida una verdadera anemia, es decir, un déficit de Hb, hace falta reconocer la disminución de Ht y la concentración de Hb.

La anemia debe ser identificada como una lesión y no como una enfermedad especifica ya que es usualmente el resultado de uno o varios mecanismos: descenso de la producción de eritrocitos, producción defectuosa, incremento en la destrucción o incremento en la pérdida del cuerpo. El diagnóstico definitivo de anemia solo puede ser hecho con un conteo sanguíneo. (58, 61, 89, 98).

La anemia debe tratarse tanto en términos de requerimientos normales en el animal en reposo y los necesarios para el esfuerzo máximo de una carrera. Caballos de carreras con niveles de Hb en reposo por debajo de 120 g/lit deben considerarse anémicos. Obviamente los requerimientos son diferentes en reposo a través de muestras obtenidas con el animal tranquilo, mientras que la capacidad de ejercicio solo puede verificarse a través de una muestra recolectada después del vaciado esplénico. En el caballo en reposo, la anemia puede relacionarse a la



presencia de signos clínicos dentro de los que se incluye el aumento de la frecuencia cardiaca y del pulso, palidez de las membranas mucosas, lasitud y depresión. En el caballo de carrera una anemia relativa puede manifestarse por una disminución de el rendimiento o intolerancia al ejercicio y no puede detectarse a partir de una muestra sanguínea obtenida en reposo. La anemia en los caballos de carrera es relativamente rara ya que el ejercicio es estimulante de la eritropoyésis. ( 7, 33, 57, 58, 74, 116 ).

Si existe una verdadera anemia puede producirse por tres causas importantes:

#### 1.- Hemorragias como causa de anemia.

Las hemorragias pueden ser la consecuencia de traumatismos o diversas enfermedades. En las anemias agudas se reduce proporcionalmente la masa de glóbulos rojos y el volumen sanguíneo y los primeros signos se presentan asociados a la depresión del volumen, es decir, signos de shock; sin embargo, durante la recuperación la masa de glóbulos rojos toma mas tiempo que el volumen plasmático apareciendo un Ht. reducido. Probablemente la causa mas común de pérdidas sanguíneas crónicas sea el parasitismo, problema que no debería existir en una caballeriza bien manejada. Las pérdidas sanguíneas asociadas a las hemorragias pulmonares inducidas por el ejercicio son relativamente pequeñas y por eso en la mayoría de los casos no suelen provocar efectos mas allá de la propia hemorragia. (8, 47, 58, 111).

#### 2.- Anemia hemolítica.

Esta enfermedad comprende la destrucción de glóbulos rojos y los componentes de las células destruidas son captados por el sistema reticuloendotelial y por lo tanto las reservas de hierro se mantienen normales, lo que indica la inutilidad de usar hematínicos que contengan hierro. Existen varias razones que pueden conducir al desarrollo de anemias hemolíticas:

a) Infecciones. Por ejemplo anemia infecciosa equina y piroplasmosis

b) Agentes tóxicos ( uarfarina ) ciertas drogas y compuestos ingeridos (fenotiazinas) con algunas plantas (trébol Trifolium subterraneum ) pueden producir oxidación de la Hb y provocar daños a los glóbulos rojos y su posterior eliminación de la circulación.

c) **Anemias inmunomediadas incluyendo isocritrolisis neonatal y la anemia hemolítica autoinmune aunque esta última puede deberse a varios procesos patológicos.**

Tanto las anemias resultantes de hemorragias como las hemofílicas son consideradas como anemias regenerativas dado que la médula ósea incrementa la producción de eritrocitos, desafortunadamente en los caballos, a diferencia de otras especies las anemias regenerativas son difíciles de detectar dado que la médula ósea no libera a la circulación reticulocitos ni eritrocitos nucleados. Sin embargo como las nuevas células liberadas a la circulación son de menor tamaño que las viejas se observará un incremento del valor del VCM (vol. corpuscular medio). En la anemia hemorrágica, el valor es de 50-60 fl (femtolitros) comparado al de más de 60 fl en las anemias hemolíticas. Estas modificaciones del VCM (vol. corpuscular medio) pueden demostrarse gráficamente con el Coulter channelyzer. (8, 33, 47, 61, 111).

### 3.- Anemia depresiva.

La anemia depresiva es de aparición muy frecuente en el caballo siendo además la más difícil de definir a través de muestras sanguíneas en reposo. En esta anemia existe una insuficiencia en la producción de glóbulos rojos por la médula ósea así como una posible reducción de la vida media de los eritrocitos de la circulación. Se observa una anemia normocítica normocromica producida por enfermedades crónicas, deficiencias de hierro y trastornos de la médula ósea. En las caballos de carreras, varias enfermedades particularmente inflamaciones son con frecuencia causa de depresión secundaria de la eritropoyesis. Obviamente la línea principal del tratamiento es el uso de la terapia adecuada para eliminar la causa primaria. Así como las enfermedades crónicas derivan en una disminución del Ht como consecuencia de una menor producción de eritrocitos. También los estados iniciales de muchas enfermedades disminuyen el Ht debido al letargo general y a la disminución de la actividad simpática. Para determinar la causa de la anemia se requieren pruebas sofisticadas como la biopsia de médula ósea, recuento plaquetario, recuento total de leucocitos, determinación de aptoglobinas séricas, hierro sérico y fosfato eritrocitario y sérico; la realización de curvas de distribución del tamaño de los eritrocitos y electroforesis de la proteínas séricas y fibrinógeno. ( 24, 25, 44, 56, 61, 62, 63, 67, 116).

La anemia regenerativa producida, ya sea por un aumento en la destrucción de los eritrocitos o la respuesta a una terapéutica hemafítica correctiva, se asocia a una respuesta reticulocitaria en la sangre. Estos eritrocitos jóvenes o inmaduros

son liberados prematuramente desde la médula ósea bajo la influencia de la hormona eritropoyetina. En el caballo prácticamente nunca se observa reticulocitosis en la sangre periférica, pero se los encuentra en número significativo en la médula ósea, por ello es extremadamente difícil establecer cuando la médula ósea está respondiendo a las pérdidas sanguíneas de las hemólisis, hemorragias o las medidas terapéuticas hematínicas debido a la falta de eritrocitos jóvenes a la circulación, recientemente ese realizan estudios para establecer si los eritrocitos jóvenes tienen diferencias bioquímicas respecto a los maduros. Luego de pérdidas sanguíneas agudas se observó que en adenosin 5 difosfato, la glosina 6 fosfato, la fructosa 6 fosfato y el fosfoenolpiruvato eritrocitarios se encontraron significativa mente incrementados en la sangre de ponies. Se sugiere que la determinación de adenosin 5 trifosfato podría utilizarse para evaluar la regeneración eritrocitaria. Otros estudios han indicado que la creatina eritrocitaria es mas alta en los eritrocitos mas jóvenes. En general se considera que los eritrocitos jóvenes tienen mayor tamaño que las células mas viejas. De esta forma un incremento en las células macrocíticas (detectadas por un analizador de pulsos de altura) podría ser un índice para determinar la respuesta de la médula ósea ante la anemia. En la actualidad se desconoce si alguno de estos métodos es capaz de detectar un número pequeño de eritrocitos prematuramente en la médula ósea pero no existe duda en que pueden detectar la regeneración como se ha observado en algunas situaciones patológicas. (14, 33, 35, 39, 41, 47, 50, 61, 67, 99).

#### g. Secuelas de medicaciones especiales sobre el hemograma.

Las drogas pueden afectar al hemograma en diversas formas al suprimir la producción de la médula ósea, provocar hemólisis, reducir transitoriamente el número de células circulantes o producir estimulación (hematínicos). En este trabajo solo se consideran los compuestos que actúan sobre las últimas categorías mencionadas. Las drogas utilizadas para sedar a los animales pueden afectar al Ht, ejerciendo su acción en forma directa reduciendo la actividad simpática o indirectamente impidiendo que la adrenalina o noradrenalina ejerzan sus acciones. El grupo mas importante de drogas que presentan este efecto son los tranquilizantes fenotiacínicos donde se incluyen, la acepromazin y clorpromazina. Una de las propiedades farmacológicas de este grupo es su capacidad para actuar en forma antagónica en los alfadreno receptores, de ello es el desarrollo de dos efectos relevantes sobre el Ht en reposo. Primero un bloqueo de la actividad simpática sobre la cápsula esplénica y relajación de músculo liso y seguido de una acción hipotensora que deriva en un incremento del volumen plasmático. De esta manera la administración de estos compuestos antes de la obtención de una

muestra sanguínea producirá hematocritos de un valor artificialmente bajo. Con el maleato de acepromacina se ha visto que la duración pero no el grado de descenso depende de la dosis. ( 1, 82, 108, 111).

Se cree que el caballo requiere un aporte extra de vitaminas y suplementación de hierro en la dieta para sostener una sobresíntesis normal de Hb durante el entrenamiento y las carreras. Existe una gran cantidad de preparaciones disponibles tanto para su administración oral (mezclas con los alimentos) o inyecciones que suelen contener en situaciones extremas mezclas de multivitamínicos y multiminerales como parte del entrenamiento de "tiro de escopeta". La industria del caballo de carreras gasta grandes cantidades de dinero en el uso de estos compuestos y es casi imposible visitar una cuadra y no encontrarse una o más de estas preparaciones con o sin la aprobación del veterinario, pero en la escasa información existente solo se recomiendan estos compuestos en el tratamiento de anemias verdaderas o deficiencias específicas de vitaminas o minerales, además el contenido de vitamina B12 en el suero de los caballos es alto en comparación con otras especies por lo que no se justifica para el tratamiento de las anemias el aporte exógeno de hematínicos. (30, 61).

La deficiencia de hierro es poco frecuente de encontrar y probablemente esté presente como una anemia normocítica leve. No hay evidencias que justifiquen la administración rutinaria de Fe (hierro) en caballos estabulados si la dieta es adecuada, o los que se encuentran permanentemente sobre pasturas, si los animales tienen un aporte adecuado del suelo. Por otro lado, se encuentran respuestas satisfactorias en muchos caballos de carreras anémicos al tratamiento de Fe. Los contenidos de los valores séricos de Fe disminuyen desde  $44.4 \pm 10.7$  micromoles /litro antes del entrenamiento a  $38.6 \pm 9.2$  micromoles/litro. ( 30, 61).

Obviamente las situaciones en las que existe una pérdida crónica sanguínea puede producirse una depresión de las reservas de Fe en la médula ósea y ser justificado entonces el uso de preparados de Fe. La deficiencia se detecta por la disminución de hierro sérico y el incremento en la capacidad total de unión del Fe (hierro). Si bien existe una gran variedad de preparaciones orales e inyectables con este compuesto, las únicas preparaciones parenterales seguras son las contienen cocodilato de Fe (hierro). Desafortunadamente y a pesar de las evidencias que indican la suplementación con Fe (hierro) raramente se necesita, la sobreutilización de preparaciones hematínicas parenterales que lo contienen en las cuadras todavía continúa y está muy difundida. Esta sobreutilización puede resultar en un exceso de concentración de Fe (hierro) sérico. (30, 72, 82).

La situación respecto a la administración de ácido fólico a los caballos de competición durante el entrenamiento es poco clara. Varios autores han demostrado que los niveles de folato sérico son considerablemente más bajos en los caballos estabulados en comparación a los que se mantienen sobre pasturas. Además se ha demostrado que los niveles disminuyen con el entrenamiento probablemente como resultado del incremento de las demandas y pérdidas por sudor y orina. Si bien es ampliamente aceptado que los caballos de competición se beneficiarían con el aporte exógeno de ácido fólico, existen problemas con el aumento de los niveles de folato en la sangre y el mantenimiento de niveles adecuados para todo el cuerpo. Se ha demostrado que el ácido fólico (ácido pteroioglutámico) es mal absorbido por el caballo y son necesarias dosis únicas orales de 1g de ácido pteroioglutámico cristalino para mantener los niveles séricos de folato. Las inyecciones intramusculares de 75 a 150 mg. de ácido fólico fueron rápidamente eliminadas del plasma. Por ello parece que la mejor forma de aumentar los niveles de folato sanguíneo en caballos de competición estabulados es proporcionar libre acceso a alimentos verdes frescos como la alfalfa en forma regular. Diversos minerales o vitaminas que en otras especies animales han demostrado provocar depresión de la producción de eritrocitos pero que todavía no se conoce que producen diversas alteraciones en el caballo son, cobre, cobalto, vitamina B6 (piridoxina), riboflavina, niacina y la colina. Los esteroides anabólicos debido a su capacidad androgénica también se han utilizado como estimulantes hematopoyéticos a la vez que se usaron como estimulantes inespecíficos de una gran variedad de trastornos humanos. Una preparación profusamente usada que contiene compuestos de fósforo (conforta/catosal Bayer RU Ltd) ha sido usada para evitar la fatiga de carrera evidenciada por la disminución del VCM (vol. corpuscular medio) se encontró que el compuesto producía un incremento de este después de la aplicación de 5-7 inyecciones y se sugiere que este efecto se debe a que dicha preparación permite mantener la hematopoyesis en situaciones de estrés. (1, 30, 68, 72, 78, 82, 88).

#### D. LEUCOGRAMA DEL CABALLO DE CARRERAS.

Muchas de las comunicaciones relacionadas con los valores normales de leucocitos en caballos de carreras no han separado a los animales en grupos basados en la edad, factor fisiológico de importancia especialmente en los caballos jóvenes. El recuento total de leucocitos es más alto en los Pura Sangre de carrera seguido por los cuartos de milla y finalmente los Standardbred. (61, 107).

Si bien el porcentaje de cada tipo de leucocito es similar en los tres grupos de caballos, cambia el recuento absoluto de neutrófilos y en mayor extensión en los linfocitos que son los responsables de las diferencias del recuento total de leucocitos. En caballos de carrera de 2-4 años de edad el recuento total de leucocitos cae como resultado de una disminución en el recuento absoluto de linfocitos, esto produce un incremento de la relación neutrófilo/linfocito, medida que avanza con la edad. (48, 70, 107).

No se sabe en la actualidad si después de los 4 años continúa la disminución del número absoluto de linfocitos en los caballos que se entrenan para carreras. La disminución del recuento de linfocitos se debe a varios factores, primeramente los niveles altos de linfocitos observados en caballos de 2 años pueden asociarse con el desarrollo del sistema inmunitario que presumiblemente se instala en los primeros 2 años de vida. La declinación gradual posterior podría ser el resultado de la disminución progresiva de la proporción de linfocitos aportados por el timo cuyo tamaño disminuye con la edad. Una posibilidad más es que el número de linfocitos sufra la influencia de las modificaciones en las secreciones de corticoides que se producen en los caballos cuando maduran. Es necesario determinar el número relativo o absoluto de un tipo celular dado recordando el promedio total de leucocitos en la especie, el intervalo de porcentaje la célula de que se trata, si el porcentaje de una célula en la cuenta total de leucocitos es anormal, la situación debe ser descrita como absoluta o relativa. Si el porcentaje de distribución que se producen en cualquiera de los tipos celulares pero la cuenta total es alta o baja, solo se necesita emplear los sufijos "citosis", "filia", si es alta, o "penia", si es baja. (48, 61, 70, 104, 105, 107).

#### a. Efectos del momento del día en que se toma la muestra respecto del recuento leucocitario.

Las observaciones indican que el recuento linfocítico es significativamente **mas bajo** en la tarde en comparación con la mañana del día de reposo,

inversamente cuando los caballos hacen ejercicios en la mañana, el recuento total de leucocitos y el absoluto de neutrófilos es significativamente mas alto en la tarde. Este incremento en el recuento leucocitario puede ser una respuesta de estres por ejercicio y la liberación de cortisol luego de este. Por eso es necesario estandarizar los momentos de recolección de muestras cuando se investigan alteraciones de la relación neutrófilos/linfocitos. El ejercicio de la mañana no influye significativamente en el recuento de linfocitos, monocitos y eosinófilos obtenido en la tarde. La variación diaria en el recuento linfocitario puede relacionarse a la variación diurna en los niveles de cortisol (1, 21, 25, 29, 62, 65, 92, 93).

Al observar la cuenta blanca aumentada, antes de hacer cualquier deducción a cerca de una infección bacteriana debemos saber que la cuenta total puede ser muy alta (15,000- 20,000 por milímetro cúbico) en algunos daños y talvés fácilmente rebasa los 20,000 por milímetro cúbico en invasión linfoarcomatosa. La relación neutrófilos/linfocitos es muy utilizada como indicación de terminación del caballo. Se consideran que una relación neutrófilos/linfocitos de 60:40 ( $\pm 1.5$ ) es la deseable mientras que un predominio de linfocitos no es conveniente. Con frecuencia los caballos que en las evaluaciones anteriores a la carrera, no presentan estas relaciones, aún estando normales clinicamente no se los incluye en la competencia. Desafortunadamente existe poca evidencia científica de que esta relación refleje el desarrollo en carrera. (1, 6, 11, 16, 18, 23, 25, 75).

#### **b. Influencia de las hormonas sobre el recuento leucocitario.**

Las hormonas del estrés, las catecolaminas, (noradrenalina y adrenalina) y el cortisol pueden provocar alteraciones sobre el leucograma. La liberación de las primeras puede provocar cambios rápidos mientras que el cortisol origina alteraciones de desarrollo mas lento. Dentro del sistema vascular existen dos grupos de leucocitos, los que están dentro de la circulación y el grupo marginal que está secuestrado en el lecho capilar y el bazo. Ambos grupos se encuentran en un equilibrio dinámico siendo el marginal mayor que el circulante por su mayor concentración de linfocitos. En el caballo existe un número idéntico de granulocitos en ambos grupos. Por esta razón, cualquier situación que provoque liberación de catecolaminas incrementará el grupo de células circulantes como consecuencia de la liberación de células anteriormente secuestradas y una mayor proporción de linfocitos liberados; lo que modificará la relación neutrófilos/linfocitos.(14, 61).

Aunque la proporción de linfocitos se incrementa después de la liberación de catecolaminas en el caballo no necesariamente se produce un aumento del número de leucocitos por litro de sangre a pesar del agregado de células marginales. Esto se debe a la liberación simultánea de eritrocitos desde el bazo incrementándose al mismo tiempo el volumen de sangre circulante. Por otro lado, la leucocitosis observada después de la administración de cortisol se debe a la neutrofilia como resultado principalmente de la liberación de células nuevas desde la médula ósea y la inhibición de su paso hacia los tejidos debido a que a nivel de los capilares no se produce la marginación y migración. En esta situación también se puede producir linfopenia. Aunque se producen pocas modificaciones en el número total de leucocitos por litro, hay alteraciones de la relación neutrófilos/linfocitos, se observa que en seguida de un ejercicio máximo de corta duración, la relación neutrófilos/linfocitos puede disminuir dado que se produce una mayor liberación de linfocitos a la circulación después de 1-3 hrs de la carrera, y se requiere de 6-10 horas para observar un aumento en el número de neutrófilos aunque tal vez para entonces el cortisol liberado provoque una disminución de linfocitos. Podemos observar estas modificaciones luego de la elevación artificial de la concentración de corticoides plasmáticos por ello se sugiere que la respuesta leucocitaria está directamente relacionada al tipo de intensidad del ejercicio. (14, 52, 64).

#### g. Efecto de las enfermedades sobre el recuento leucocitario.

En las enfermedades puede haber tanto disminución (leucopenia) como aumento (leucocitosis) del número de leucocitos, si bien esto último es lo mas común. Una leucocitosis moderada reflejada en el recuento leucocitario por valores de 15,000 a 20,000 mientras que las leucocitosis extremas se caracterizan por cifras de mas de 30,000. (35, 62).

En general los agentes infecciosos son los que provocan las modificaciones mas pronunciadas, dichas modificaciones se deben a la producción de factores específicos desarrollados en el lugar de la inflamación y en las enfermedades severas donde se produce una respuesta de estrés, también en respuesta la liberación de corticosteroides. Si bien ambos efectos pueden derivar en un incremento de la producción de neutrófilos, pueden tener acciones antagónicas sobre el movimiento de estas células hacia el lugar de la inflamación (12, 44, 59, 98, 111).

Además debe considerarse la respuesta orgánica total. Suele ser de gran utilidad determinar el recuento leucocitario asociado a las modificaciones de las



proteínas plasmáticas. Si se requieren más detalles puede recurrirse a la electroforesis por separar las distintas fracciones de las globulinas específicas. En respuesta a las inflamaciones, la primera modificación es que los leucocitos dejan la circulación y migran hacia el sitio de la inflamación, como resultado de ello en esta etapa inicial de la respuesta inflamatoria se observa leucopenia y luego de esta el cuadro sanguíneo dependerá de la severidad de la infección o inflamación y de la reactividad de la médula ósea. En la mayoría de las inflamaciones no infecciosas y en las infecciones bacterianas localizadas se produce neutrofilia donde predominan los neutrófilos maduros con una desviación regenerativa hacia la izquierda (es decir, un incremento de los neutrófilos en banda o metamielocitos) signo de buen pronóstico. (12, 61, 98.)

En cambio en las infecciones diseminadas provocadas por organismos productores de toxinas, con frecuencia se presenta un recuento de neutrófilos normal o bajo con una marcada desviación a la izquierda degenerativa debido ya sea a la amplia migración de los neutrófilos hacia los tejidos y a una disminución de la granulopoyésis inducida por las toxinas. La presencia de neutrófilos tóxicos es otra evidencia de pérdida o renovación rápida de estos lo que puede observarse en las enfermedades intestinales severas y/o septicémias. Con más claridad, en el caso de los neutrófilos, pueden presentarse modificaciones de morfología nuclear denominadas desviaciones a la derecha o izquierda. Si imaginamos el desarrollo del neutrófilo en línea horizontal de izquierda a derecha, primero los menos maduros con núcleos no segmentados o arrimados, al centro los maduros con 3-5 segmentaciones y a la derecha los "viejos" o hipersegmentados, podremos decir que la desviación se nombra de acuerdo a si las formas predominantes pertenecen al grupo de la izquierda o la derecha. (44, 67, 115).

Cuando una enfermedad entra en su fase crónica, la desviación a la izquierda que puede observarse inicialmente desaparece aunque persiste la neutrofilia. La desviación ligera a la izquierda se limita a la aparición de neutrófilos en banda. La desviación moderada a la izquierda comprende en neutrófilos en banda y metamielocitos en tanto que la desviación intensa lleva mielocitos y pregranulocitos a la sangre periférica. (61, 67).

La cuenta total de leucocitos permanece en el intervalo normal o está solo ligeramente aumentada en tanto que en la circulación se hace notable la presencia de granulocitos jóvenes lo que refleja la incapacidad de la médula ósea para reaccionar rápidamente y producir un número elevado de células maduras. La desviación a la izquierda por degeneración es frecuente en casos de septicemia (35, 41, 61, 103).

La disminución en linfocitos y eosinófilos que puede verificarse en las etapas iniciales de una respuesta inflamatoria aguda se revierte en la cronicidad donde el número de estas células retorna a la normalidad. En general, el signo más común de la existencia de un estado crónico es el desarrollo de monocitosis acompañada en un incremento en las globulinas séricas. La respuesta a las infecciones virales respiratorias es variable y depende el estado de la infección y edad, esto puede complicarse posteriormente se desarrolla una infección bacteriana secundaria. El recuento leucocitario total puede ser alto, normal o a veces inferior a lo normal. En los estados agudos, los neutrófilos tienden a ser predominantes mientras que los linfocitos pueden presentarse en el período de convalecencia. Es un hallazgo frecuente la monocitosis con niveles poco varios días después del comienzo de la enfermedad. Si se obtienen varias muestras sanguíneas durante una enfermedad respiratoria viral, se observa una relación alta de neutrófilos, linfocitos o neutrofilia seguida 24 - 48 horas después por monocitosis y finalmente, en el período de convalecencia, puede revertirse la relación neutrófilos : linfocitos con la neutropenia resultante. Si se desarrolla una infección bacteriana secundaria puede acompañarse por neutrofilos durante un período de convalecencia en vez de una linfocitosis. La respuesta leucocitaria puede ser mayor en los caballos de 2 a 3 años en comparación con los de mayor edad. Si la muestra sanguínea se toma después de la fase aguda de la infección, habrá una monocitosis acompañada de linfocitosis. Cuando se tomen muestras en un grupo de caballos de la misma caballeriza donde se sospecha la existencia de infección viral, es importante recalcar que el patrón leucocitario será diferente dependiendo del período de la enfermedad en que se encuentre cada uno. Por otra parte si varios de los caballos presentan relaciones altas de neutrófilos, linfocitos puede suponerse que la causa es una infección respiratoria. Esto puede confirmarse con la recolección de hisopados para el aislamiento viral y bacteriano y proceder a la serología para la detección de anticuerpos antivirales. ( 35, 44, 52, 59, 67, 98, ).

#### d. Conclusión.

En conclusión, los principios generales para la interpretación de una respuesta leucocitaria según las modificaciones ya realizadas son:

- 1.-La neutrofilia con una leve desviación a la izquierda y persistencia de eosinófilos sugiere un estrés leve e infección moderada.
- 2.-La neutrofilia con una linfopenia leve y eosinofilia absoluta indica un estrés moderadamente severo. La neutrofilia acompañante incluye generalmente una

leve a moderada desviación a la izquierda e indica infección medianamente intensa o grave.

3.- La leucopenia caracterizada por una desviación a la izquierda degenerativa y signos tóxicos en los neutrófilos se observan con frecuencia en las septicemias y toxemia sistémicas.

4.- La cuenta sumamente elevada de leucocitos basada principalmente en neutrofilia se considera signo de gravedad.

5.- La caída del número total de leucocitos hacia los valores normales con reducción del número de neutrófilos y el retorno de los linfocitos y eosinófilos representan modificaciones de la convalecencia.

6.-La presencia de neutrófilos inmaduros mas que maduros es signo desfavorable.

7.-Cuando las alteraciones tóxicas de los neutrófilos son intensas indican infección grave y el pronóstico debe ser reservado.

8.-La neutofilia sin anomalías en proteínas plasmáticas corresponde a una respuesta alérgica.

9.-La leucopenia es común en las enfermedades por virus pero se observa también en infecciones bacterianas masivas en etapas tempranas.

10.-La monocitosis es característica de enfermedades inflamatorias tanto crónicas como agudas. Los valores picos de monocitos se presentan en la mayoría de la enfermedades supurativas y granulomatosas crónicas, la monocitosis indica cronicidad en la mayoría de estas enfermedades.

11.-La eosinofilia se desarrolla en respuesta a reacciones alérgicas y en trastornos que llevan a la descomposición de proteínas tisulares tal el caso de los procesos supurativos crónicos. La eosinofilia es de difícil interpretación pero debe relacionarse con la posibilidad de una reacción alérgica o antitóxica por descomposición de proteínas orgánicas.

12.-La eosinofilia simultánea a la elevación de globulinas alfa y beta indica infección parasitaria en avance.

13.-Las modificaciones transitorias en la relación neutrófilos : linfocitos junto a monocitosis son fenómenos asociados a las infecciones virales.

14.-La monocitosis indica reacción del sistema mononuclear fagocítico del SRE en procesos sub agudos o crónicos y en la fase de defensa de los agudos.

15.-El aumento en la producción de basófilos se llama basofilia es un hallazgo poco frecuente y aparece en los siguientes casos: Estados hiperglucémicos como en mixedema en el síndrome nefrótico, diabetes signo precoz en las leucemias mieloides crónicas, hallazgo que además suele persistir en las remisiones terapéuticas de ahí su interés clínico, policitemia vera, cirrosis hepática en osteomielosclerosis, asma alérgica, transradioterapia, anemias hemolíticas crónicas y tras esplenotomía. Disminuyen los basófilos en los mismos procesos que causan eosinopenia, hiperfusión corticosuprarenal, hipertiroidismo también en embarazo y ovulación en ciertas infecciones como exantema súbito y en brucelosis.

16.-La linfopenia solo tiene interés la absoluta, es decir, con cifra normal de leucocitos o con leucopenia. En las leucocitosis una linfopenia relativa es fenómeno correlativo a la neutrofilia y su equivalencia sin interés por lo tanto en si misma. En general aparece linfopenia en todas las situaciones de estrés sobrecargas corporales, crisis dolorosas intensas, postoperatorio inmediato, parto y primera fase de infecciones. (12, 35, 41, 48, 52,61, 62, 64, 67,103, 111).

## E. LAS PLAQUETAS EN EL CABALLO DE CARRERAS.

### a. Variaciones normales del recuento plaquetario.

El recuento plaquetario parece ser levemente más alto en el cuarto de milla en comparación con el Pura Sangre.

Raza	Recuento plaq.	
Pura Sangre	92 - 327.5	
Cto. de milla	130 - 352.5	(31, 61, 118).

No se ha podido establecer la diferencia de acuerdo con la edad y el sexo. Se sugiere que la viabilidad fisiológica puede ser un factor importante a considerar cuando se estudien los recuentos plaquetarios en caballos de carrera pero se requiere de más investigación. (13, 15, 61).

### b. Efectos del ejercicio en el recuento plaquetario.

En el caballo los efectos del ejercicio sobre el número de plaquetas circulante es controvertido. La esplenotomía no parece causar modificaciones y se sugiere que las plaquetas no son movilizadas desde el bazo con los eritrocitos. Pero en caballos Pura Sangre de carrera se muestra un marcado incremento en el recuento plaquetario luego del ejercicio extremo. Sin embargo en los Standadbreed esto no sucede. Los problemas técnicos en la recolección de muestras puede ser una de las razones para la obtención de valores poco constantes. Para saber las variaciones se deben a la intensidad del ejercicio la variación de la raza se requieren más investigaciones. (15, 53, 61, 69).

### c. Efecto de las enfermedades sobre el recuento plaquetario.

#### Introducción.

La trombocitosis es el aumento del número de plaquetas. El recuento plaquetario en los caballos de carrera tiende a encontrarse dentro de los valores más bajos en comparación a la mayoría de los animales incluyendo al hombre. El tamaño plaquetario es también reducido en los caballos comparado con otros

animales. De esta forma la masa plaquetaria circulante del caballo es relativamente baja, si este es un factor a tener en consideración en relación a la hemorragia pulmonar inducida por el ejercicio no es claro a la fecha. Hay que distinguir la simple trombocitosis, en la que el aumento es menor y pasajero, de la trombocitemia que alcanza cifras de uno o varios millones de plaquetas de forma permanente. (61, 72, 111).

La trombocitopenia (baja en la cuenta plaquetaria) puede sobrevenir como consecuencia de la disminución en la producción aumento en la destrucción o del consumo de plaquetas cuando se forman muchos coágulos pudiendo asociarse a varias infecciones sistémicas. En general es transitoria incrementándose el número de plaquetas cuando se produce la recuperación general. La mayoría de los caballos en general responden a un corto tratamiento con corticoides después de interrumpir la medicación previa. En el tratamiento con dexametasona, la dosis de .04mg/Kg, provoca la remisión de la signología clínica, el recuento plaquetario se incrementa más rápido después de la iniciación de la dosificación mayor respecto a los caballos que sufren hemorragias pulmonares inducidas por el ejercicio, si estas presentan recuentos plaquetarios reducidos o anormalidades en la función plaquetaria en relación a los controles normales, se ha encontrado una reducción en el número de plaquetas y una anomalía en la retracción del coágulo en los caballos con epistaxis en relación con los controles y una reducción de la sensibilidad al ADP después del ejercicio en caballos de carrera en el tope de su entrenamiento. La relación entre la agregación plaquetaria y el ejercicio deber ser mejor estudiada. (15, 24, 25, 61, 66, 72, 108).

Cuadro 1.- Comparativo rangos de Veterinaria DIAGSA (laboratorio del hipódromo), VETEQUI (clínica No. 2 del hipódromo) y Hickman (libro de referencia).Edades de 2 a 7 años, antes del ejercicio.(31, 61, 118 ).

**BIOMETRIA HEMATICA.**

<b>CUENTA ROJA</b>	<b>Rango DIAGSA</b>	<b>Rango VETEQUI</b>	<b>Rango Hickman</b>
HEMATOCRITO	31-43.7 %	35-58	37-41
HEMOGLOBINA	11.2-16.3 Mg/Dl	11-17 Mg/Dl	14-16 Mg/Dl
V. SEDIMENTACION	VARIABLE MM/HR.	VARIABLE	VARIABLE
ERITROCITOS	6.3-9.2	8-13	9.2-10
VOL. GLOBULAR	40.4-52.3	37-55	37.9-44.3
C.M.H.G.	33.1-38.5	34-53	36.5-49.6
PLAQUETAS	110- 250 x 10-3	100-300 x 10-3	92-327 x 10-3
FIBRINOGENO	200-400 Mg/Dl	no se maneja	no se maneja

**CUENTA BLANCA**

LEUCOCITOS	6500-9500	8000-10000	8300-9910
LINFOCITOS	1.6-6.2/Ml	3.5-6.0/Ml	3.4-5.22/Ml
MONOCITOS	0-0.4/Ml	1-0.8/Ml	0.56-0.86/Ml
N.SEGMENTADOS	2.6-13.6/Ml	4.5-6.0/Ml	4.1-5.05/Ml
N.BANDA	0/Ml	0-2/Ml	0/Ml
EOSINOFILOS	0-0.8/Ml	0-1.5/Ml	0.11-0.16/Ml
BASOFILOS	0/Ml	0/Ml	0/Ml
MIELOCITOS	0/Ml	0/Ml	0/Ml
C.INDIFERENCIADAS	0/Ml	0/Ml	0/Ml
METAMIELOCITOS	0/Ml	0/Ml	0/Ml

Cuadro 2.-Comparativo de promedios usados en Veterinaria DIAGSA (laboratorio del hipódromo) VETEQUI (Clínica No. 2 del hipódromo), Hickman (libro de referencia) y VETEQUI. de 2 a 7 años después del ejercicio. (31, 61, 118).

**BIOMETRIA HEMATICA.**

<b>CUENTA ROJA</b>	Promedio DIAGSA	Promedio VETEQUI	Hickman	Promedio campeonos
HEMATOCRITO	37.35 %	40	39	44
HEMOGLOBINA	13.75 Mg/Dl	13.87 Mg/Dl	14.6 Mg/Dl	14 Mg/Dl
V. SEDIMENTACION	VARIABLE MM/HR.	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE
ERITROCITOS	7.75	8.2	8.8	9.4
VOL. GLOBULAR	46.35	46.03	45	46.08
CM.H.G.	35.8	33.4	37.2	39.6
PLAQUETAS	180 x 10-3	200 x 10-3	139 x 10-3	220 x 10-3
FIBRINOGENO	390 Mg/Dl	no se maneja	no se maneja	no se maneja

**CUENTA BLANCA**

LEUCOCITOS	8000	8500	7500	6462
LINFOCITOS	3.9/Ml	4.5/Ml	7.1/Ml	3.7/Ml
MONOCITOS	0.4/Ml	0.4/Ml	2.6/Ml	0.3/Ml
N.SEGMENTADOS	8.1/Ml	5.5/Ml	7.4/Ml	5.4/Ml
N.BANDA	0/Ml	0/Ml	0/Ml	0/Ml
EOSINOFILOS	0-0.8/Ml	0/Ml	2.2/Ml	0/Ml
BASOFILOS	0/Ml	0/Ml	0/Ml	0/Ml
MIELOCITOS	0/Ml	0/Ml	0/Ml	0/Ml
C.INDIFERENCIADAS	0/Ml	0/Ml	0/Ml	0/Ml/Ml



## V. CONCLUSIONES.

En el presente trabajo podemos concluir que es muy importante tener un conocimiento exacto sobre los valores de la biometría hemática del equino, específicamente del caballo de carreras Pura Sangre Inglés, con el fin de realizar una interpretación bien fundamentada, elemental para la determinación de nuestro diagnóstico y prescripción de un tratamiento basado en un criterio médico de causa bien forjado.

El caballo Pura Sangre Inglés de carreras realiza grandes esfuerzos durante la carrera en donde las distancias van desde los 5/2 furlongs (1100 mts.) hasta la milla y media (2400 mts.). Para recorrer estas distancias requiere, en la mayoría del trayecto de una fase aeróbica la cual es cubierto por el oxígeno transportado por los glóbulos rojos, elemento indispensable para el gasto de energía. Durante los entrenamientos va estimulando y estandarizando la producción y cantidad de eritrocitos necesarios para cubrir los requerimientos de oxígeno, es por eso que los rangos promedio de los valores sanguíneos dados para caballos en general, no pueden ser comparados con valores de otras actividades como la recría, espectáculo, etc. en donde los caballos no requieren de grandes esfuerzos, de ahí que cuando interpretamos el hemograma de un caballo de carreras debe ser comparado con rangos y promedios de caballos de la misma raza y actividad sanos y con buenos rendimientos para que así nuestra evaluación y diagnóstico sean lo mas apegados posible a la realidad tomando en cuenta el entrenamiento, la altura sobre el nivel del mar, etc. y apoyados en la historia clínica para evitar que exista equivocación en nuestro criterio. No podemos comparar los valores de un hemograma de un caballo de carreras Pura Sangre Inglés con valores de otros caballos de carreras cuarto de milla ya que las distancias que estos últimos corren son mas cortas y de mayor potencia y velocidad, en el Pura Sangre Inglés, las carreras son de resistencia en velocidades constantes por los que la oxigenación y gasto de energía son diferentes y únicas para cada caso. En los cuadros que incluye este trabajo se describen los valores promedio y rangos ideales para tomar como base en la interpretación de una Biometría hemática. Sería ideal hacer el mismo trabajo para cada raza, edad y actividad de los caballos y así comparar los valores con su tabla correspondiente y evitar el hacerlo con una sola tabla para todos los caballos en general. Por ejemplo: Potros recién nacidos, de destete, añales, caballos de polo, de charrería, de alta escuela, caballos de raza Pura Sangre Española, percherones, cuarto de milla de carreras, caballos para concursos de conformación y belleza. Se requieren muchas tablas como las que aquí se realizan específicas a nuestro país y estado y para cada tipo de animal ya que todos reúnen distintas condiciones internas y externas que afectan al hemograma.

## VI. BIBLIOGRAFIA.

- 1.-Aitken, M. M., Anderson M.G., and Sandford J.: Correlations between physiological and biochemical parameters used to assess fitness in the horse, J.S. Afr. Vet. Assoc., 45: 361-370 (1969).
- 2.-Alexander, G. and Douglas G. Biology, 9th ed., Barnes & Noble, New York, 1969.
- 3.-Allen, B. V.: Serum folate levels in horses with particular reference to the English Thoroughbred, Vet. Rec., 103: 257-259 (1978).
- 4.-Allen, B.V.: Method for the automation of equine differential leucocyte counts, Equine Vet. J., 13:115-118 (1981).
- 5.-Allen, B. V.: Preservation of equine leucocytes in stored or transported blood, Vet. Rec., 112: 509-510 (1983).
- 6.-Allen, B. V., and Archer, R.K.: Studies with normal erythrocytes of the English Thoroughbred horse, Equine Vet. J., 5: 135-136 (1973).
- 7.-Allen, B. V., and Archer, R. K.: Some haematological values in English Thoroughbred horses, Vet. Rec., 98: 195-196 (1975).
- 8.-Allen, B. V., and Powell, D. G.: Equine Exercise Physiology, Persson and R.J. Rose eds., Cambridge, 1983.
- 9.-Allen, B. V., Kane, C., and Powell D. G.: Leucocyte counts in the healthy English Thoroughbred in training, Equine Vet. J., 16: 207-209 (1984).
- 10.-American Institute of Biological Sciences, Biological Science: An Inquiry Into Life, Brace & World, Inc. New York, 1963.
- 11.-Amparo, H.C., and Villadalgado, M.: Studies on equine management:II The haemogram of phillippie racehorses and correlation with training performance Philip. J. Vet. Med., 13: 218-234 (1974).
- 12.-Archer, R.K.: Bone marrow biopsy in the horse Vet. Rec., 66: 261-264 (1964).
- 13.-Archer, R.K.: The normal haemograms and coagulograms of the English Thoroughbred horse. J. Comp.Pathol., 69: 390-399 (1959).
- 14.-Archer, R.K.: Comparative Clinical Haematology, Archer and Jeffcott eds. Oxford, 1977.
- 15.-Archer R.K., Allen, B.V. and Bldwin, C.: A modified sedimentation method for counting platelets in blood Br. J. Haematol., 38: 401-405 (1978).
- 16.-Archer, R.K. and Clabby J.:The effect of excitation and exertion on the circulating blood of horses Vet. Rec., 77: 689-690 (1965).
- 17.-Archer, R.K. and Jeffcott L.B. Comparative Clinical Haematology (eds.) Oxford, 1977.
- 18.-Asheim, A.: Heart rates and blood lactate concentrations of Standardbred horses during training and racing J. Am. Vet. Med. Assoc., 157: 304-312 (1970).
- 19.-Aster, R.H.:Pooling of platelets in the spleen:Role in the pathogenesis of "hypersplenic" thrombocytopenia I J. Clin. Invest., 45: 645-647 (1966).

- 20.-Aster, R.H.: Pooling of platelets in the spleen: Role in the pathogenesis of "hypersplenic" thrombocytopenia II J. Clin. Invest. 47: 543-549 (1966).
- 21.-Astrand, P.O., and Rodahl K. Textbook of Work Physiology, 2nd ed., McGrawHill Books, New York, 1977.
- 22.-Bal, H.S., Physiology of Domestic Animals 9th ed. Comstock eds, Ithaca 1977.
- 23.-Bayly, W.M., Gabel, A.A. and Bar, S.A.: Cardiovascular effects of submaximal aerobic training on a treadmill in Standardbred horses, using a standardised exercise test. Am. J. Vet. Res. 44: 544-553 (1983).
- 24.-Bayly, W.M., Meyers, K.M., Keck, M.T., Houston, L.J. and Grant, B.D.: Effects of exercise on the haemostatic system of Thoroughbred horses displaying post-exercise epistaxis J. Equine Vet. Sci. 3: 191-193 (1983).
- 25.-Bayly, W.M., Meyers, K.M., Keck, M.T., Houston, L.J., and Grant, B.D. Equine Exercise Physiology D.H. Snow, S.G.B. Persson, and R.J. Rose eds, Cambridge, 1984.
- 26.-Bevelander, G. Outline of Histology, 6th ed. The C.V. Mosby Co, St. Louis, 1967.
- 27.-Blackmore, D.J., Kent, J.E.: Serum enzyme and protein concentration in English Shirehorses Equine Vet. J. 8: 276-288 (1975).
- 28.-Bloom, W. and Don, F. A Textbook of Histology 9th ed. W.B. Saunders Co, Philadelphia, 1968.
- 29.-Bracker, R.B., Marshall, P.T.: A new concept of normal values J. Equine Vet. Sci. 3: 191-193 (1983).
- 30.-Brancinton, D.K.: Studies on vitamin B12 in the horse Br. Vet. J. 125: 169-176 (1970).
- 31.-Bravo, Q.E. Archivo de análisis clínicos, Hipódromo de las Américas, clínica 2 1996.
- 32.-Brazil, J.E. Textbook of Veterinary Physiology Lea & Febiger Philadelphia 1971.
- 33.-Brenon, H.C.: Erythrocyte and haemoglobin studies in Thoroughbred racing horses J. Am. Vet. Med. 128: 343-345 (1975).
- 34.-Bridges, C. Equine medicine and Surgery, 2nd ed. American Veterinary Publications Sta Barbara, 1972.
- 35.-Brown, D.S. Problems in Equine Medicine 6th ed. Williams & Wilkins, Baltimore, 1968.
- 36.-Calhoun and Stinson. Textbook of Veterinary Histology. Lea & Febiger Philadelphia, 1976.
- 37.-Campbell, M.D., Ballamy, J.E.C. and Searcy, C.D.: Determination of plasma fibrinogen concentration in the horse Am. J. Vet. Res. 42: 623-625 (1985).
- 38.-Carr-Kustas, M.C., Moore, W.E. and Smith, J.E.: Intravascular neutrophilic granulocyte Kinetics in horses. Am. J. Vet. Res. 42: 623- 625 (1981).
- 39.-Culling, S.J. Studies on the haematology of exertion in the horse Ph.D. Thesis, Cambridge University Cambridge, 1978.

- 40.-Copenhaver, W.M., Brunge, R.P. and Bunge, M.B. Bayleys Textbook of Histology, 16th ed. The Williams & Wilkins Co. Baltimore, 1971.
- 41.-Dacie, J.V., and Lewis, S.M. Practical Haematology. 5th ed Churchill Livingstone Edinburg. 1975.
- 42.-Dellman, H.D. Veterinary Histology Lea & Febiger Philadelphia 1971.
- 43.-De Robertis, E.D., Nowinski and Saez, F.A. General Cytology 5th ed. W.B. Saunders Co. 1970.
- 44.-Dietz, O. and Wiesner, E. Diseases in Horses part I Karger eds. 1984.
- 45.-Ditchfield, B. Equine Medicine and Surgery 1st ed. American Veterinary Publications Sta. Barbara 1963.
- 46.-Dukes, H.H. The Physiology of Domestic animals, 8th ed. Comstock Publishing C. New York, 1970.
- 47.-England, J.M. and Down, M.C.: Red cell volume distribution curves and the measurement of anisocytosis. Lancet **1**: 701- 703 (1974).
- 48.-Experimental Reports of Equine health Laboratory Racing Assoc. **10**: 41 (1973).
- 49.-Finerty, J.C. and Cowdry, E.V. A Textbook of Histology 5th ed. Lea & Febiger Philadelphia 1960
- 50.-Frandsen. anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos 49ed Interamericana México D.F. 1980.
- 51.-Ganong, W.F. Review of Medical Physiology 5th ed. Long Medical Publications Los Altos, 1971.
- 52.-Garrey, W.E. and Butler V.: Physiological leucocytosis Am. J. Physiol. **13**: 77-82 (1979).
- 53.-Gedman, B.F.: Platelet counts in horses Cornell Vet **60**: 518-527 (1970).
- 54.-Gibbons, C. Progress in Equine Practice American Veterinary Publications Sta Barbara 1970.
- 55.-Giese, A.C. Cell Physiology 3rd ed. W. B. Saunders Co. Philadelphia 1968.
- 56.-Gregerson, M.I., and Rowson, R.A.: Blood volume Physiol Rev. **39**: 307-342 (1979).
- 57.-Gribble, E.C. Equine Medicine and Surgery 2nd ed. American Veterinary Publications Sta. Barbara 1972.
- 58.-Hawcraft. A Z of Horse Diseases & Health Problems 2nd ed. Howell ed. 1991.
- 59.-Hayes, M.H. Veterinary Notes for Horse Owners Aero New York 1974.
- 60.-Haynes, P.F., Voas, J.L., Health, P.B. and Rich, L.J.: Physiologic adaptation in initial race training Proc. Am. Assoc. Equine Prae. **20**: 217-227 (1974).
- 61.-Hickman, Cirugía y Medicina en Equinos Edit. Hemisferio Sur Argentina 1988.
- 62.-Irvine, C.H.G.: The blood picture of the race horse J. Am. Vet. Med. Assoc. **133**: 97-101 (1968).
- 63.-Jeffcott, L.B. Comparative Clinical Haematology Blackwell Scientific Oxford 1977.
- 64.-Jones, W.E. Equine sports Medicine 1st ed. Lea & febiger USA 1989.

- 65.-Kitchen, H., Jackson, W.F. and Taylor, W.J.: Hb and haemodynamics in the horse during physical training Proc. Am. Assoc. Equine Pract. 11: 97-110 (1965).
- 66.-Kociba, G.J., Bayly, W.M., Milne, D.W., Wigton, D.H., Gabel, A.A. and Muir, W.W.: Furosemide: Effects on the haemostatic mechanism of resting and exercised Standardbred horses Am. J. Vet. Res. 45: 2603-2606 (1984).
- 67.-Kolb, E. Fisiología Veterinaria Acribia España 1975.
- 68.-Laufenstein, D.H.: The daily variation of the resting packed cell volume in the racing Thoroughbred and the difficulty in evaluating the effectiveness of haematine drugs Proc. Am. Assoc. Equine Pract. 17: 151-154 (1971).
- 69.-Littlejohn, A., Kruger, J.M. and Bowles, F.: Exercise studies in horses: 2 The cardiac response to exercise in normal horses and in horses with chronic obstructive pulmonary disease Equine Vet. J. 9: 75-83 (1977).
- 70.-Mc Gregor, R.C., Richards, W. and Loh, G.L.: The differential leucocyte count. J. Pathol. Bact. 51: 337-368 (1970).
- 71.-Mansmann, M.A. Equine Medicine and Surgery 3rd ed Modern Veterinary Textbook Series USA 1986.
- 72.-Mc Guire, J.C. and Henson, J.B.: The detection of intravascular haemolysis in the horse Br. Vet. J. 125: V-VI (1969).
- 73.-Mc Micken, D.F.: An energetic basis of equine performance Equine Vet. J. 15: 123-133 (1983).
- 74.-Marbach, W. Haematological parameters of fitness of race horse and the effect of Coforta/ Catosal on the fatigued horse Vet. Med. Rev. 1: 82-92 (1978).
- 75.-Marcilese, N.A., Valsecchi, R.M., Figueriras, H.D., Camberos, H.R. and Varela, J.E.: Normal blood volumes in the horse Am. J. Physiol. 207: 223-227 (1974).
- 76.-Mason, D.K. and Kwok, H.W.: Some haematological and biochemical parameters in racehorses in Hong Kong Equine Vet. J. 9: 96-99 (1977).
- 77.-Milne, D.W., Skarda, R.T., Gabel, A.A., Smith, L.G. and Ault, K.: Effects of training on biochemical values in Standardbred horses Am. J. Vet. Res. 37: 285-290 (1976).
- 78.-Mullen, P.A., Hopes, R. and Sewell, J.: The bochemistry haematology nutrition and racing performance of 2 year old Thoroughbreds throughout their training and racing season Vet. Rec. 104: 90-95 (1979).
- 79.-Nourbakhsh, M., Atwood, J.G., Raccio, J. and Seligson, D.: An evaluation of blood smears made by a new method using a spinner and diluted blood. Am. J. Clin. Pathol. 70: 885-892 (1978).
- 80.-Osbaldiston, G.W.: Erythrocyte sedimentation rate: Studies in sheep dog and horse Cornell Vet. 61: 386-399 (1971).
- 81.-Parks, C.M., and Manohar, M.: Distribution of blood flow during moderate and strenuous exercise in ponies Am. J. Vet. Res. 44: 1861-1866 (1983).
- 82.-Persson, S.G.B.: On blood volume and working capacity in horses Acta Vet. Scand. 19: 1-189 (1989).
- 83.-Persson, S.G.B.: Value of haemoglobin determination in the horse Nord. Vet. Med. 21: 513-523 (1969).

- 84.-Persson, S.G.B. Equine Exercise Physiology Granta Editions Cambridge (1983).
- 85.-Persson, S.G.B., Ekman, L., Lyding, G. and Tufuesson, G.: Effect on red cell distribution and variability of haematocrit in the peripheral blood Zentralbl. Veterinar. Med. 20: 441-445 (1973).
- 86.-Persson, S.G.B. and Ulberg, L.E.: Blood volume in relation to exercise tolerance in trotters J.S.Afr. Vet. Assoc. 45: 293-299 (1974).
- 87.-Persson, S.G.B.: Blood volume, state of training and working capacity of racehorses Equine Vet.J. 27: 261-268 (1980).
- 88.-Persson, S.G.B.: The significance of haematological data in the evaluation of soundness and fitness in the horse Equine vet. J. 27: 261-268 (1980).
- 89.-Pinset. Outline of clinical diagnosis in the horse Butter Worth & Co. Inglaterra, 1990.
- 90.-Porter, K.R. and Bonneville M.A. An introduction the fine structure of cells and tissues 3rd ed Lea & Febiger USA 1980.
- 91.-Prosser, C.L. and Brown, F.A.: Comparative Animal Physiology 2nd ed. W. B. Saunders Co. Philadelphia 1967.
- 92.-Revington M.: Haematology of the racing Thoroughbred in Australia I: Reference values and the effect of excitement Equine Vet.J. 15: 141-144 (1983).
- 93.-Revington M.: Haematology of the racing Thoroughbred in Australia II: Haematological values compared to performance Equine Vet. J. 15: 141-144 (1983).
- 94.-Rodiek, A.V., Russell, M.A. and Lawrence, L.M.: The effect of training and intensity of exercise on heart rate and blood metabolites in the horse J.Anim.Sci. 55: 384-385 (1982).
- 95.-Rose, R.J.: Responses to submaximal treadmill exercise and training in the horse: changes in haematology, arterial blood gas and base measurements, plasma biochemical parameters in endurance horses during training Equine Vet.J. 14: 144-148 (1982).
- 96.-Rose, R.J. and Hudson, D.R.: Haematological changes associated with endurance exercise Vet. Rec. 110: 175-177 (1982).
- 97.-Rose, R.J.: Haematological changes associated with endurance exercise Vet. Rec. 110: 175- 177 (1982).
- 98.-Rossdale, P.D., Burguez P.N. and Cash, R.S.G.: Equine Stud Farm. Medicine Equine Vet. J. 14: 144-148 (1982).
- 99.-Schalm, O.W. and Carlson, G.P.: The blood and bloodforming organs Equine Vet.J. 43: 163- 166 (1982).
- 100.-Schalm, O.W., Jain, N.C., and Carroll, E.J. Veterinary Haematology 3rd ed. Lea & Febiger Philadelphia 1975.
- 101.-Scheer, B.T. Animal Physiology John Wiley & Sons Inc. New York 1973.
- 102.-Schozman V.H.: Hiperlipemia in ponies Vet. Rec. 104: 90-95 (1972).
- 103.-Smith, S.F. A Manual of Veterinary Physiology 4th ed Tindall and Cox 1969.

- 104.-Snow, D.H., Ricketts S.W. and Masson, D.K.: The haematological response to racing and training exercise in Thoroughbred horses with particular reference to the leucocyte response Equine Vet. J. **15**: 149- 154 (1983).
- 105.-Snow, D.H., Studies on erythrocyte metabolism following acute blood loss in the horse Equine Vet. J. **8**: 34-37 (1984).
- 106.-Stannard. Equine Medicine and Surgery 2nd ed. American Veterinary Publications Sta Barbara 1972.
- 107.-Steel, J.D., and Whitlock, I.E.: Observations on the haematology of Thoroughbred and Standardbred horses in training and racing Aust. Vet. J. **36**: 136-142 (1970).
- 108.-Stewart, G.A.: Drugs performance and responses to exercise in the racehorse Aust. Vet. J. **48**: 537-543 (1972).
- 109.-Stewart, G.A. and Steel, J.D.: Haematology of the fit racehorse S. Afr. Vet. Assoc. **45**: 287-291 (1974).
- 110.-Stewart, G.A., Rose, R.J., Davis, P.E., and Hoffmannik. A comparison of electrocardiographic findings on racehorses presented either for routine examination or poor racing performance Granta Eds. 1983.
- 111.-Stewart, G.A., Clarkson, G.T. and Steel, J.D.: Haematology of the racehorse and factors affecting interpretation of the blood count Proc. Am. Assoc. Equine Pract. **16**: 17-35 (1987).
- 112.-Stewart, G.A., Riddle, C.A., and Salman, P.W.: Haematology of the racehorse: A recent study of Thoroughbreds in Victoria Aust. Vet. J. **53**: 353-359 (1977).
- 113.-Thornton J.: Effects of training and detraining on oxygen uptake, cardiac output, blood gas tensions, pH and lactate concentrations during and after exercise in the horse J. Appl. Physiol. **50**: 864-868 (1961).
- 114.Trautmann, A., and Fiebiguer, J. Fundamentals of the Histology of Domestic Animals 9th ed Comstock Publishing Associates 1975.
- 115.-Tschudn, P., Archer, R.K. and Gerber, H.: The cells of equine blood and their development Equine Vet. J. **9**: 141-147 (1975).
- 116.-Tuttle, W.W. and Schoettelius B.A. Textbook of Physiology 16th ed The C.V. Mosby Co. 1969.
- 117.-Veterinaria DIAGSA (Diagnóstico de salud animal) MVZ Rodolfo Bautista Nava. Archivos de diagnóstico de caballos de carrera sanos y campeones del hipódromo de las Américas año 1995. Referencia por comunicación personal.