

52  
2-ef.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán**

COMPARACION DE LA BIOMETRIA HEMATICA  
EN CABALLOS ANTES Y DESPUES DE LA  
PRUEBA DE FONDO EN UN CONCURSO  
COMPLETO DE EQUITACION

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**  
P R E S E N T A  
**GUADALUPE MIRANDA ALVAREZ**

**ASESORES:**  
M.C. ROSA MARIA GARCIA ESCAMILLA  
M.V.Z. JORGE ALFREDO CUELLAR ORDAZ

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1 9 8 9



## **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 está 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.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	14
DISCUSION.....	20
BIBLIOGRAFIA.....	26

## RESUMEN

MIRANDA ALVAREZ, GUADALUPE. Comparación de la Biometría hemática en caballos antes y después de la Prueba de Fondo, en un Concurso Completo de Equitación (bajo la dirección de: Rosa María García Escamilla y Jorge Cuéllar Ordaz).

Se obtuvieron muestras sanguíneas de caballos participantes en el segundo día de competencia de un Concurso Completo de Equitación (CCE) o prueba de los tres días para evaluar los parámetros hemáticos. Se extrajo una muestra de sangre antes de iniciar el ejercicio del día (AE) y otra al término del mismo (DE); de los 25 caballos que participaron en ésta etapa sólo 15 la finalizaron, formando el grupo experimental del presente trabajo. Se analizaron con la técnica de conteo por Shalin.

Los parámetros hemáticos incluyen hematocrito (Ht), hemoglobina (Hb), proteínas plasmáticas totales (PPT), conteo de glóbulos blancos (CGB) y conteo diferencial de los glóbulos blancos (CDGB). Comparando los resultados de AE y DE se manifestó un incremento del Ht, la Hb, las PPT y el CGB. Sin embargo en la diferenciación celular de los leucocitos se encontró un incremento en todos, excepto los monocitos que disminuyeron. Analizando los resultados en forma estadística por medio del método de "significancia de la diferencia entre dos medias de población" se encontró que la variación fue significativa en Ht, Hb, PPT y monocitos, basada en la tabla de "distribución t" con 0.05 grados de libertad. Se puede concluir que tanto la condición física como la adaptación del organismo al ejercicio estricto y constante, provocan que los valores sanguíneos sean mayores que los promedios de la población, incluso desde antes de iniciar el ejercicio. Además la edad no influye por sí sola en los parámetros sanguíneos de los caballos atletas, ya que la correlación fue mínima AE y DE.

## INTRODUCCION

El hombre como ser mas racional, inició la domesticación de varios animales salvajes dentro de los cuales se encuentra el caballo. De no haber existido este noble animal otra hubiera sido la historia de la humanidad, tal fue la diferencia radical entre el viejo y el nuevo mundo, originada por la ausencia de caballos en tierras de America durante la Conquista (17,19,30).

Los ancestros más antiguos del caballo proceden del período Eoceno, hace unos 50 millones de años, que al igual que todo ser vivo ha ido evolucionando hasta llegar a la especie característica de hoy (Equus caballus), que como tal aparece por primera vez en el Asia Central, dando origen a las variedades china y mongólica. Posteriormente los caballos salvajes emigran al Asia Menor, de ahí a Egipto y a los demás países mediterráneos (17, 19,30).

Durante la evolución además de los cambios de características fenotípicas, también hubo variaciones en sus órganos internos incluyendo la sangre (3,12,17,30).

Lo ocurrido dió lugar a que algunos hombres se preocuparan por estudiar las enfermedades, uno de los más sobresalientes fue Hipócrates. En éstos tiempos se practicaba de igual manera la medicina humana y la hípíatria (27,45,47).

El caballo ha tenido una gran variedad de usos, primero fue utilizado como alimento, después al observarse que podía realizar grandes esfuerzos y desarrollar grandes velocidades sobrevinieron una serie de actividades para este animal. Como parte esencial del trabajo, medio de transporte en las guerras y lo más moderno son los espectáculos ecuestres (17,19,27,47).

Las competencias ecuestres han tomado gran auge como deporte internacional a través del siglo XX.

Actualmente los deportes hípicos son dirigidos, controlados y reglamentados por Federaciones Nacionales y Estatales, las cuales están regidas por normas generales de la Federación - Ecuestre Internacional (FEI), apegandose a ella por completo (27,30,36,47).

En México el deporte hípico tiene varias facetas tales como - salto, adiestramiento, carreras, charrería, polo, prueba de resistencia y concurso completo de equitación (prueba de los tres días) entre otras (12,19,22,26).

El concurso completo surgió como parte de la instrucción militar. La primera prueba de tres días se celebró en 1949 y hoy es famosa en todo el mundo (19).

El concurso completo de equitación exige una gran experiencia del jinete en las disciplinas ecuestres y el conocimiento de las habilidades y capacidades del caballo. Los animales menores de cinco años de edad no se consideran aptos para este tipo de pruebas, ya que se requiere de una preparación física y mental para poder resistir (19,26,34).

En las Unidades Militares los caballos se arrendan a los tres años de edad y a los cuatro son entrenados en algún deporte. Cuando un semoviente es seleccionado para adiestrarlo en el Concurso - Completo de Equitación (CCE), requiere un tiempo de preparación, el cual es prolongado, durante un año o más. Cuanto mayor sea la diferencia de edad con respecto al adulto joven, mayor será el tiempo dedicado a su preparación gradual y progresiva. Todo esto se complementa con el ejercicio de natación (26,42).

Para que el caballo pueda concursar con un margen de seguridad en su salud e integridad corporal es preciso sujetarlo a un entrenamiento adecuado, el cual tiene una duración mínima de tres meses antes de cada concurso (26,42).

Al respecto la Secretaría de la Defensa Nacional envía un programa de entrenamiento para el concurso completo de equitación a las Unidades, al momento de hacer la convocatoria del mismo (42).

Este evento comprende tres pruebas diferentes que se llevan a cabo en días separados, durante los cuales el competidor monta el mismo caballo y son las siguientes: 26,36,47).

1. Prueba de adiestramiento. Repartido en uno o dos días según el número de competidores; se desarrolla en un picadero cerrado donde el jinete realiza con su caballo una serie de ejercicios considerando los aires, impulsión, sumisión, posición y asiento del jinete.

2. Prueba de fondo. Comprende cuatro fases independientes que son:

Fases A y C. Denominadas "camino y senderos" donde se recorren distancias de 10,000-16,000 metros (CCI)\* y de 16,000 - 20,000 metros (CCIO)\*, según la importancia del evento, a una velocidad de 220 metros por minuto (m.p.m.).

Fase B. Recorrido de "steeple" (obstáculos), aquí la distancia es de 2,880-3,450 metros y de 3,450-4,140 metros, a una velocidad de 550-690 m.p.m. y además tres obstáculos en promedio por cada 1,000 metros.

\* CCI= Concurso Completo Internacional.

CCIO= Concurso Completo Internacional Oficial.

Fase D. Recorrido de "cross country" (campo traviesa), con una distancia de 5,200-7,980 metros, en una velocidad de 500-570 m.p.m., en promedio cuatro obstáculos por cada 1,000 metros, los cuales son fijos, imponentes y complejos.

En ésta prueba de fondo los jinetes salen con diez minutos de intervalo entre uno y otro. A lo largo de la trayectoria -- existente un juez en cada obstáculo, en los llamados pasos -- obligados y en sitios críticos, además una estación de radio para comunicar cuando un jinete sea eliminado o penalize puntos. Se da inicio con las fases A y C, al término de éstas hay un descanso de diez minutos donde se le quita la montura al caballo y se revisa no tenga lesiones, se verifican las constantes fisiológicas (frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y temperatura rectal), se le ofrecen dos o tres litros de agua que puede o no tener electrolitos, se inspecciona el aparato locomotor y el estado del herraje, tomándose las medidas respectivas. Inmediatamente se le da paseo de mano al caballo, aplicandosele compresas de agua fría principalmente - en cuello, encuentro y región inguinal para disminuir la temperatura corporal. Poco antes de terminarse el tiempo de descanso se verifican nuevamente las constantes fisiológicas, con la finalidad de determinar si hubo o no recuperación del animal - comparando con los primeros datos. Aquí se eliminan a los semovientes que manifiesten médicamente problemas de aparato locomotor u otros que le impidan seguir en el recorrido, asimismo si la recuperación no fue adecuada durante este puesto de revisión también son eliminados. Se le vuelve a colocar la montura al caballo para continuar con la fase B y se termina con la fase D. Al finalizar esta prueba se hace otra revisión médica como la antes mencionada.

3. Prueba de salto. Se realiza en una cancha cerrada con -



diez a doce obstáculos, incluyendo uno doble (36,42).

El Ejército Mexicano realiza en forma frecuente concursos de este tipo entre otros, llamados Inter-Regimentales. El objetivo es mantener una preparación adecuada y tener siempre caballos aptos para desplazamientos a grandes distancias y sobre cualquier tipo de terreno. Además se tiene una fuente - más de atletas que pueden representar a México en concursos internacionales (19,24,42,46).

En el Distrito Federal, Campo Militar Número Uno "GENERAL - ALVARO OBREGON", se realizó un CCE, basado en el reglamento de la FEI, cuyos caballos participantes fueron objeto de estudio para el presente trabajo.

El esfuerzo realizado en una competencia de este tipo implica cambios muy notables en el organismo, teniendo de manera primordial los reajustes a nivel sanguíneo.

La sangre está compuesta por un medio acuoso llamado plasma y varios tipos de células que tienen diversas funciones esenciales para el metabolismo y defensa del organismo (11,13,16, 25).

El ejercicio agotador es el estado que produce más tensión en el sistema circulatorio normal. Esto ocurre porque al ejercitarse grandes áreas musculares del cuerpo, también se incrementa el gasto cardíaco hasta el máximo del bombeo del corazón, en ocasiones de cinco a siete veces más del normal. Al iniciarse el ejercicio se sucede la estimulación del corazón para que proporcione aumento en el flujo sanguíneo que requieren los músculos, reduciendo el mismo por casi todas las partes no musculares del cuerpo de manera temporal. La irrigación coronaria y

cerebral no presentan cambios considerables debido a que la inervación vasoconstrictora es muy pobre. La combinación de estimular la eficacia del bombeo del corazón y el aumento del retorno venoso, provocan un incremento notable del gasto cardiaco durante el ejercicio intenso, de esta forma se envían las sustancias nutritivas necesarias para que prosiga - la actividad muscular. El mantener un nivel en ejercicios - prolongados, como ejemplo la velocidad durante una carrera depende en grado importante del nivel del gasto que puede lograr el corazón. Además se aumenta la presión arterial por el mayor volumen de sangre que pasa por los músculos; si ésta no se aumenta cuando el animal hace ejercicio, se disminuye el rendimiento de trabajo en dos terceras partes del obtenido cuando hay incremento. También ocurre una contracción intensa del bazo, el cual expulsa leucocitos y eritrocitos a la circulación (11,16,24).

Los glóbulos rojos, representados en la prueba del hematocrito (Ht), junto con la hemoglobina (Hb) son muy importantes para el transporte de oxígeno, cualquier deficiencia será factor determinante en la capacidad del individuo. Se ha observado que caballos con alto grado de preparación física, tienen niveles mas elevados de los parámetros de Ht y Hb con respecto al promedio de la población (1,43,44).

Por lo tanto el volumen de eritrocitos circulantes se incrementa abruptamente en caballos bajo condiciones de ejercicio y excitación. Simultáneamente ocurre un ligero aumento en las proteínas plasmáticas totales (PPT), debido al transporte de líquidos fuera del plasma para dar acomodo al nuevo volumen de glóbulos rojos (11,16,24).

Las PPT estan constituidas por albúminas, globulinas fibrinógeno

además de otros factores de la coagulación. Los niveles de estas proteínas se ven afectados entre otras causas, por ayuno severo y prolongado, deshidratación y hemoconcentración - (11,13,16,24,45).

Los caballos que participan en pruebas de resistencia llegan a tener grandes carencias de líquidos, en ocasiones hasta de veinte a cincuenta litros (5,6,8,9,32).

Si ésta falta de líquidos se compensara por vía endovenosa - sería muy costoso, de tal forma que se recomienda dar de diez a quince litros por ésta vía y el resto por medio de un preparado con agua de bebida y suplementos orales de electrolitos. Si el animal no tiene interés en tomárselo, algo frecuente cuando están muy deshidratados, se hace utilidad de la sonda por vía nasogástrica, tomando en cuenta que el líquido no esté muy frío para no ocasionar cólico (7,28,32,50).

Se ha comprobado que el Ht y las PPT son indicadores del estado hídrico en los caballos, sin embargo son más confiables las PPT que el Ht, porque éste último se puede modificar por anemias, contracción esplénica, coagulaciones diminutas en la muestra, aunado a que el rango es muy amplio, comparado con el valor de las PPT que tienen un rango muy estrecho en lo que se refiere a deshidratación (24,43).

Al inicio del tratamiento también es recomendable la aplicación de corticosteroides, porque a pesar de que se ha comprobado que los niveles de cortisol sanguíneo están elevados por el ejercicio extenuante, por lo general hay un agotamiento de la corteza adrenal (14,15,28,32,43).

Todo estado de tensión sobre los seres vivos desencadena una

serie de procesos hormonales que provocan cambios importantes a nivel sistémico, mediante los cuales el organismo se prepara para una reacción energética e inmediata. Durante una carrera el caballo llega al máximo de tensión, siendo más prolongada como en el caso del CCE (11,13,24,45).

Algunos órganos en especial son muy sensibles a estos estímulos, principalmente las glándulas adrenales, cuya función en su porción cortical es secretar los corticoides debido a la acción directa de la hormona adenocorticotrópica (ACTH); que a su vez es secretada por la hipófisis anterior, siendo influenciada por ejercicio, temperatura ambiente, lunimosidad e hipoglicemia. El control está dado por una retroalimentación, siendo inhibido por el cortisol (glucocorticoide) (11,12,16, 24,38).

Los corticoides o esteroides tienen diferentes funciones, algunos como hormonas gluconeogénicas (glucocorticoides) y otros con actividad electrolítica (mineralocorticoides), a la vez - como hormonas sexuales (andrógenos y estrógenos) (11,12,16,33, 38).

Cualquier situación de estrés en general incluyendo la preñez, el frío o el calor extremos, la fatiga o la desnutrición inhibirán la respuesta inmune humoral, quizás a consecuencia de - una mayor producción de esteroides (11,13,31,35,38,45).

En muchos casos las variaciones de la resistencia en función - de la edad se encuentran bajo la influencia de hormonas. La tiroxina, las dosis bajas de esteroides y los estrógenos parecen reforzar la respuesta inmune; mientras las dosis altas de esteroides, la testosterona y la progesterona disminuyen la respuesta inmune. En animales colocados en situación de estrés

el aumento de la producción de esteroides puede llegar a niveles de inmunosupresión, desencadenandose una enfermedad (11,24,31,45)

Los leucocitos o células blancas de la sangre tienen diferentes funciones que se suman o complementan entre ellos, especialmente los linfocitos que son responsables de la inmunidad. Un incremento en la cantidad de éstas células (leucocitosis), es generalmente a expensas de los neutrófilos (neutrofilia) y de los linfocitos (linfocitosis). Las causas pueden ser infecciosas o fisiológicas como el ejercicio muscular, dolor, estrés, exposición al frío entre otras. Todo esto nos lleva a la secreción de corticoides, donde la leucocitosis ocurre en las primeras dos a tres horas (20,24,31,35,39,45).

Un estrés moderado da como resultado neutrofilia con ligera desviación a la izquierda (incremento de neutrófilos segmentados y los neutrófilos en banda normales o ligeramente aumentados) con persistencia de eosinófilos. En cambio un estrés severo se revela por una neutrofilia, linfopenia ligera y eosinopenia absoluta (20,24,31,35,45).

Conforme aumenta la edad se disminuye el número de linfocitos, pero los neutrófilos se mantienen constantes, por lo tanto se aumenta la relación neutrófilos/linfocitos de acuerdo a la edad. Los monocitos y basófilos no son influenciados por la edad avanzada; en cambio los eosinófilos se incrementan gradualmente de los primeros meses a los dos años, observandose una ligera disminución al envejecer los caballos (24,39).

El diagnóstico de algunas de las enfermedades internas del caballo, se ha visto ampliamente beneficiado por el uso de técnicas existentes en el área de la Patología Clínica (2,20,24,33).

Así es como la biometría hemática nos puede reflejar las condiciones de salud o de enfermedad del animal. El hecho de contar con éstos análisis orientan al médico veterinario para instalar inclusive la terapia específica.

Los objetivos del presente estudio son, analizar los valores sanguíneos durante un ejercicio extenuante y saber si existe correlación entre éstos parámetros y la edad del animal.

## MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 25 caballos clínicamente sanos de la Secretaría de la Defensa Nacional participantes de un Concurso Completo de Equitación (CCE) o prueba de los tres días. Los semovientes pertenecen a diferentes Unidades o Planteles Militares distribuidos en la República Mexicana, sin embargo todos son procedentes del Criadero Militar de Ganado Número Dos, ubicado en Santa Gertrudis, Chihuahua.

Considerando que la segunda etapa de la competencia (prueba de fondo) es la más extenuante en lo que se refiere a esfuerzo físico, tiempo dedicado, distancia recorrida y estrés, el presente trabajo fue referido exclusivamente a dicha etapa y a los resultados de 15 semovientes que finalizaron la prueba de fondo en sus cuatro etapas o fases. A cada caballo se le extrajeron dos muestras sanguíneas de aproximadamente 5 ml. cada una, la primera antes de iniciar el ejercicio (AE) y la segunda al término del mismo, con el objeto de tener una base comparativa. Las muestras de sangre se obtuvieron por venopunción de la yugular con aguja de doble bisel, el otro extremo de la aguja se introdujo en un tubo al vacío tipo "Vacutainer" que contenía como anticoagulante EDTA (sal disódica del ácido etileno-diamino-tetraacético). Para la segunda muestra se hizo lo mismo después del ejercicio (DE).

La edad de los caballos participantes era entre 6 y 13 años, con un promedio de 9.5 años.

En lo que se refiere al entrenamiento de los caballos, éste fue basado en el "Programa de Entrenamiento para el Concurso Completo de Equitación" que la Secretaría de la Defensa Nacional envía a las Unidades al momento de hacer la convocatoria, cuya duración es de 3 a 3 1/2 meses, el tiempo y las distancias promedio de trabajo fueron de 1.45 horas y 11,748 metros

recorridos diariamente (26,42).

La alimentación de los caballos durante el entrenamiento consistió de grano de avena o trigo, alimento comercial balanceado, alfalfa achicalada, paja de avena en greña, zanahoria, complementos minerales y vitamínicos y sal mineralizada (26, 41,42).

En las fases A y C siendo el recorrido sobre caminos y senderos, se cubrió una distancia de 16,060 metros a una velocidad fijada de 220 m.p.m. y en un tiempo de 73-85 minutos. En la fase B, el recorrido de "steeple" (obstáculos) constó de - - 3,450 metros a una velocidad fijada de 690 m.p.m. y en un -- tiempo de 5-10 minutos, saltando 10 obstáculos. La fase D, - siendo el recorrido de "cross country" (campo traviesa) se cubrió una distancia de 7,410 metros a una velocidad fijada de 570 m.p.m. y en un tiempo de 13-25 minutos, saltando 32 obstáculos. Al día siguiente se finalizó con la tercera etapa del CCE, denominada prueba de salto.

Los análisis de laboratorio practicados fueron:

La medición del hematocrito se hizo por medio de la técnica de "microhematocrito" (2,20,25).

La medición de la hemoglobina se realizó por medio de la técnica de "cianometahemoglobina" (2,20,25).

La cuantificación de las proteínas plasmáticas totales fue por medio del "refractometro de Goldberg" (2,20,25).

El conteo de glóbulos blancos se realizó con una cámara de - "Newbauer" (2,20,25).



El conteo diferencial de glóbulos blancos se hizo por medio de un frotis sanguíneo teñido con colorante de "Wright" (2, 20,25).

En el presente estudio se analizaron estadísticamente los - resultados de AE y DE, determinandose la "desviación estandar", "significancia de la diferencia entre dos medias de población" basada en la tabla de "percentiles de la distribución t" con 15 grados de libertad y un valor "t" de 0.95, para lo cual fue necesario obtener primero la "varianza". - Por último se verifico la correlación existente entre la - edad y los parámetros hemáticos por medio de la fórmula del "coeficiente de correlación", donde la mayor correlación - valdrá uno (1), la menor menos uno (-1) y si no existe correlación será cero (37,49).

## RESULTADOS

De los 25 caballos participantes en el segundo día de competencia del CCE, 10 fueron eliminados en diferentes puntos durante el recorrido por diversas razones tales como rehuses, error de recorrido, caídas, exceso de tiempo entre otras.

Por lo tanto los estudios estadísticos se basaron en los resultados obtenidos de los 15 semovientes que finalizaron la prueba, los cuales recorrieron en esta etapa una distancia total - en las cuatro fases de 26,920 metros, cubriéndola en un tiempo y velocidad promedio de 101 minutos y 266.5 m.p.m. respectivamente, saltando 42 obstáculos.

En los cuadros 1, 2, 3, 4 y 5 se indican los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, asimismo el análisis estadístico de la significancia de la diferencia entre los resultados de AE y DE, también la correlación que existe entre la edad y los parámetros hemáticos tanto antes como después del ejercicio.

Cuadro 1. Promedio de los resultados del hematocrito (Ht), hemoglobina (Hb) y proteínas plasmáticas totales (PPT) en caballos participantes de la prueba de fondo en un CCE (recorriendo una distancia de 26,920 metros.

PRUEBA DE LABORATORIO	*VALORES NORMALES	AE	DE	DIFERENCIA AE Y DE	** % DE LA DIFERENCIA
Ht (%)	32-53	37.1	49.8	12.7	34.2
Hb (g/100 ml)	11-19	12.6	17.6	5.0	39.7
PPT (g/100 ml)	6.5-7.5	6.7	7.4	0.7	10.4

AE= Muestras sanguíneas de antes del ejercicio (media de 15 animales).

DE= Muestras sanguíneas después del ejercicio (media de 15 animales).

\* = Datos recopilados. (24,40,45).

\*\*= Tomando como 100% el valor de AE.

Cuadro 2. Promedio de los resultados del conteo de glóbulos blancos (CGB) y conteo diferencial de los mismos (CDGB) en sus valores relativos, en caballos participantes de la prueba de fondo en un CCE donde se recorrieron 26,920 metros.

PRUEBA DE LABORATORIO	*VALORES NORMALES	AE	DE	DIFERENCIA AE Y DE	** % DE LA DIFERENCIA
CGB núm./mm <sup>3</sup>	6,000-13,000	9,603	11,313	1,710	17.8
CDGB: %					
Neutrófilos segmentados.	50-60	57.0	57.9	0.9	
Neutrófilos en banda.	0-1	0.3	0.4	0.1	
Linfocitos.	25-45	35.3	36.5	1.2	
Monocitos.	0-10	3.9	1.8	- 2.1	
Eosinófilos.	0-7	3.5	3.3	- 0.2	
Basófilos.	0-1	0.0	0.1	0.1	
	T O T A L	100.0	100.0	0.0	

AE= Muestras sanguíneas de antes del ejercicio (media de 15 animales).

DE= Muestras sanguíneas después del ejercicio (media de 15 animales).

\* = Datos recopilados (24,40,45).

\*\*= Tomando como 100% el valor de AE.

Cuadro 3. Promedio de los resultados del conteo diferencial de glóbulos blancos (CDGB) en sus valores absolutos, en caballos participantes de la prueba de fondo de un CCE donde se recorrieron 26,920 metros.

PRUEBA DE LABORATORIO	*VALORES NORMALES	AE	DE	DIFERENCIA AE Y DE	** % DE LA DIFERENCIA
CDGB núm./mm <sup>3</sup>					
Neut. seg.	3,000-7,800	5,468	6,725	1,257	23.0
Neut. banda	0-130	22	35	13	59.1
Linfocitos	1,500-5,850	3,390	4,017	627	18.5
Monocitos	0-1,300	389	186	- 203	47.8
Eosinófilos	0-910	334	339	5	1.5
Basófilos	0-260	0	11	11	
TOTALES		9,603	11,313	1,710	

AE= Muestras sanguíneas de antes del ejercicio (media de 15 animales).

DE= Muestras sanguíneas después del ejercicio (media de 15 animales).

\* = Datos recopilados (24,40,45).

\*\*= Tomando como 100 % el valor de AE.

Cuadro 4. Parámetros estadísticos en caballos participantes de la prueba de fondo en un CCE donde se recorrieron 26,920 metros. Se obtuvo la "Desviación estandar" de AE y DE, además la "Significancia de la diferencia entre los dos valores.

ELEMENTO A MEDIR	PROMEDIO		DESV. EST.		*SIGNIG.
	AE	DE	AE	DE	
Hematocrito (%)	37.1	49.8	4.32	5.41	SI
Hemoglobina (g/100 ml)	12.5	17.6	1.41	2.63	SI
Proteínas plasmáticas totales	6.7	7.4	0.43	0.71	SI
Glóbulos blancos (100%)	9,603	11,313	2,195.00	3,678.82	NO
Neutrófilos seg./mm <sup>3</sup>	5,468	6,725	1,498.45	3,097.51	NO
Neutrófilos banda /mm <sup>3</sup>	22	35	62.31	108.02	NO
Linfocitos/mm <sup>3</sup>	3,390	4,017	1,062.60	1,374.18	NO
Monocitos/mm <sup>3</sup>	389	186	275.05	165.69	SI
Eosinófilos/mm <sup>3</sup>	334	339	263.97	315.69	NO
Basófilos/mm <sup>3</sup>	0	11	0.00	39.82	NO

AE= Muestras de antes del ejercicio (media de 15 animales)

DE= Muestras después del ejercicio ( media de 15 animales)

\* = Basado en la tabla de "Percentiles de la distribución t" con 15 grados de libertad y un valor "t" de 0.95 (37,49).

Cuadro 5. Correlación existente entre la edad y el promedio de los valores sanguíneos de antes y después del ejercicio, en caballos participantes de la prueba de fondo en un CCE, donde se recorrieron 26,920 metros.

ELEMENTO A MEDIR	*COEFICIENTE DE CORRELACION AE	DE
Hematocrito.....	0.36	0.14
Hemoglobina.....	0.26	0.20
Proteínas plasmáticas totales.....	-0.10	0.31
Glóbulos blancos.....	-0.25	-0.12
Neutrófilos segmentados.....	-0.36	-0.20
Neutrófilos en banda.....	0.37	0.39
Linfocitos.....	-0.11	0.10
Monocitos.....	0.23	-0.13
Eosinófilos.....	0.11	0.18
Basófilos.....	0.00	-0.07

AE= Muestras antes del ejercicio (media de 15 animales).

DE= Muestras después del ejercicio (media de 15 animales).

\* = Obtenido mediante la fórmula de "Coeficiente de correlación (37,49).

## DISCUSION

Durante el ejercicio al mantenerse una cadencia constante, se provoca un incremento gradual en la frecuencia cardiaca. Esto da lugar a que en cierto momento de la competencia los caballos rehúsen en obstáculos de alto grado de dificultad y disminuyan la velocidad de recorrido aunque el jinete le exija (34).

Las condiciones climatológicas que prevalecieron durante el evento fueron un factor importante en el desempeño que tuvieron los caballos; considerando que el primer jinete inició su recorrido a las ocho de la mañana y el último a las doce del día, habiendo una gran variación de temperatura durante éste lapso. En otros estudios se ha visto que con temperaturas elevadas o cercanas a la temperatura del cuerpo del caballo, la capacidad para disipar calor se ve disminuída, para lo cual el sudor es el mejor medio, perdiendose también flúidos y electrolitos. A todo ésto se debe aunar la duración del recorrido, la cadencia y la preparación física del animal (5, 7, 8, 9, 14).

La notable variación del valor promedio del hematocrito (Ht) obtenido después de la prueba comparado con el de antes de la misma, está en relación directa a la hemoconcentración, donde el incremento fue de 12.7% representando un 34.2% tomando como 100% el valor de antes de la prueba, siendo significativa ésta variación (ver cuadros 1 y 4). Esto se debió a que los caballos que finalizaron la competencia sufrieron distintos grados de deshidratación, más que nada por el horario de recorrido antes mencionado (1, 8, 21, 37, 49).

La principal vía de salida de líquidos es el sudor dando lugar a la concentración sanguínea. Sin embargo también es el



reflejo de la contracción del bazo que se sucede con el ejercicio, debido a la demanda de sangre que origina el trabajo muscular (1,8,11,16,21).

En otros trabajos se ha visto que la variación del Ht es muy baja, lo que probablemente se debió a que las condiciones ambientales fueron más favorables que en el presente estudio (11,14,23).

Las proteínas plasmáticas totales (PPT) se incrementaron 0.7 g/100 ml. (significativo) comparando los valores antes y después de la prueba (ver cuadros 1 y 4), reafirmandose la deshidratación sufrida por los caballos, ya que el aumento de las PPT según otros trabajos es directamente proporcional a la pérdida de líquidos (1,8,10,11,18,24).

En estudios anteriores realizados en caballos en carreras de resistencia, se muestra que las PPT se aumentan por encima de 8 g/100 ml. y con distintos grados de deshidratación. En el presente trabajo sólo llegó a 7.4 g/100 ml., siendo no muy marcada la pérdida de líquidos. Lo cual probablemente se debió a que se recorrieron poco menos de 27 km. en un tiempo de una hora cuarenta minutos, siendo relativamente no agotador el trabajo, ya que hubo un descanso de diez minutos y además se permitió tomar agua, comparado con recorridos de 100 km. donde existe mayor tiempo de ejercicio (4,8,14,15,18).

La hemoglobina (Ht) se incrementó en 5 g/100 ml. (variación significativa) comparando antes y después de la prueba (ver cuadros 1 y 4). Esto se debe a la contracción esplénica que ocurre durante el ejercicio, dado que éste órgano es un reservorio de sangre; al realizarse un trabajo muscular la demanda

sanguínea es mayor, movilizandole la que se encuentra en el bazo (5,8,16,21,48).

Todo organismo sufre cambios paulatinos según el medio en el que se desenvuelva, se ha visto que caballos con desempeño - deficiente tienen una concentración de Hb baja. En cuanto que los que han destacado, tienen un nivel más alto que el - promedio de la población, siendo el reflejo de la adaptación a nuevas y crecientes demandas de oxígeno, provocadas por el entrenamiento ascendente y constante (1,16,21,24,43,44,48).

Existen teorías que apoyan o desaprueban la idea de dar agua a los caballos durante una competencia; algunos afirman que - el agua que se encuentra en el intestino no se absorbe, debido a que la mayoría de la sangre está siendo bombeada a los músculos por el ejercicio, siendo absorbida sólo cuando el caballo esté en periodo de recuperación y la reserva esplénica se encuentre ya restituida (15,23).

Por otro lado están los que sí recomiendan que tomen agua los caballos durante ejercicios prolongados, más aún si las condiciones ambientales son adversas. En promedio se sugiere - darles agua con electrolitos cada 5 km. o tan frecuente como sea posible y no exceder de dos a tres litros (5,8).

Al no haber un estado de deshidratación, el agua que llega a estómago e intestino delgado es rápidamente absorbida sin - alcanzar el intestino grueso, esto sucede en reposo y cuando hay privación de agua durante algún tiempo, pero no provocado por el ejercicio. Por otra parte el dar mucha agua o si ésta se encuentra fría, puede provocar problemas de cólico, diarreas o favorecer la presentación de laminitis (7,28,30).

La falta de líquidos (20-50 litros) se puede restituir por - vía endovenosa, lo cual sería muy costoso, siendo más recomendable administrar de 10-15 litros por ésta vía y el resto mediante un preparado en agua de bebida con electrolitos en cuyo caso se puede hacer uso de la sonda nosogástrica si el caballo no la toma por sí sólo (5,6,7,8,9,32,50).

Después de la terapia de líquidos por vía endovenosa se pueden hacer preparados de diez litros con suplementos orales, - tratando de que sea una solución isotónica (29,50).

Antes de iniciar cualquier restauración de líquidos se deben verificar los signos clínicos tales como pulso, llenado capilar, elasticidad de la piel, así como los resultados de laboratorio referente al Ht y PPT, de tal forma que se puede diferenciar entre una deshidratación ligera, media o severa (5,8, 28,29,32,48).

Los mejores indicadores de la deshidratación, con referencia en otros trabajos, son el Ht y las PPT, siendo más confiables éstas últimas, porque su valor tiene un rango muy estrecho y no se modifica por anemias, contracción esplénica, entre otras causas, como sucede con el Ht (24,43).

Con lo que respecta a la cuenta leucocitaria (valores relativos) se incrementó en un 17.8% no siendo significativa ésta - variación (ver cuadros 3 y 4), tal vez debido a la presencia de corticosteroides endógenos secretados por la estimulación de las glándulas adrenales por el ejercicio, y estrés. Este aumento de células blancas (leucocitosis) se debió a un incremento de los neutrófilos y linfocitos básicamente (20,24, 44).

En lo que se refiere a los valores absolutos los neutrófilos se incrementaron (neutrofilia) tanto los segmentados en un 23%, como los en banda en un 59.1% no siendo significativa - ésta variación, denominándose "desviación a la izquierda regenerativa" (Ver cuadros 3 y 4). La causa de esto probablemente es fisiológica y por estrés sistémico no inflamatorio, donde lo que sucede es un mayor paso de neutrófilos marginales a la circulación, además del aumento de "bandas" (24,40).

Los eosinófilos se aumentaron (eosinofilia) en un 1.5% no - siendo significativo (Ver cuadros 3 y 4); estudios anteriores mencionan que una neutrofilia con desviación a la izquierda y persistencia de eosinófilos sugiere un estrés moderado (24,40).

Los linfocitos se vieron aumentados (linfocitosis) en un 18.5% no significativo, asimismo los basófilos (basofilia) - los cuales no aparecen en las muestras de antes del ejercicio y después sólo se presentaron en un semoviente (Ver cuadros 3 y 4). Los monocitos son los únicos que se ven disminuidos en un 47.8%, siendo significativa ésta variación (Ver cuadros 3 y 4). Todo cambio en la cantidad de células sanguíneas es reafirmado por otras investigaciones de que los caballos excitados tienen un Ht, Hb, PPT y leucocitos mayor que caballos - tranquilos o en reposo, todo esto debido a la presencia de corticoides (1,11,24,43,44).

En los caballos después de los cinco años la edad por sí sola no influye en la adaptación cardiovascular. Siendo uno - de los requisitos en éste tipo de pruebas, por lo que sólo - se permite la participación de animales mayores a dicha edad (34).

En el presente estudio, de los 15 caballos que finalizaron la prueba se analizaron los resultados de laboratorio, para saber si estadísticamente existe correlación entre la edad y los valores sanguíneos; pero no se encontró mucha relación ya que el valor máximo de correlación es de uno (1), el mínimo es de menos uno (-1) y el neutro es cero (0). En este caso el de mayor correlación fueron los neutrófilos en banda con - 0.39 después del ejercicio (Ver cuadro 5). Esto demuestra - que no hay mucha variación en los parámetros hemáticos conforme se tiene más edad (37,49).

De manera general se puede concluir que los caballos participantes tienen valores sanguíneos diferentes con respecto al promedio de la población, incluso desde antes del ejercicio, notándose más aún después del mismo. Todo esto se debe a la condición física y a la adaptación del animal, debido probablemente a los cambios paulatinos que se suceden en todo organismo que se encuentra bajo un régimen de ejercicio estricto y constante.

## BIBLIOGRAFIA

1. Archer, R. K.: Haematology in relation to performance and potential. J. S. Afr. Vet. Ass., 45: 273-277 (1974).
2. Benjamin, M. M.: Manual de Patología Clínica en Veterinaria. Limusa, México, D. F., 1984.
3. Blousson, E. S.: El caballo de carreras de America del Sur. El Palermo, Buenos Aires, Argentina, 1968.
4. Carlson, G.P. and Mansman, R. A.: Serum electrolyte and plasma protein alterations in horses used in endurance rides. J. Am. Vet. Med. Ass., 155: 262-264 (1974).
5. Carlson, G.P.: Fluid and electrolyte alterations in endurance trained horses. Proceedings of the first International Symposium on Equine Haematology. Edited by Michigan State University, 1975.
6. Carlson, G.P. and Ocen, P. O.: Composition of equine sweat following exercise in high environmental temperatures and in response to intravenous epinephrine administration. J. Eq. Med. Surg., 3: 27-32 (1979).
7. Carlson, G.P. and Rumbaugh, G. E.: Physiologic alterations in the horses produced by food and water deprivations during periods of high environmental temperatures. Am. J. Vet. Res., 40: 982-985 (1979).
8. Carlson, G.P.: Physiologic responses to endurance exercise. Proceeding of Am. Ass. Eq. Pract. Las Vegas, Nevada, 1979.
9. Carlson, G. P.: Thermoregulation, fluid and electrolyte balance. Equine Exercise Physiology. Edited by Snow, P. H. and Person, R. Grata, England, 1982.
10. Coffman, J.: Plasma protein electroforesis. Middlebush - Equine CTR. Coll. Vet. Med. Univ. Missouri, Columbia - VM/SAC 74: 1251-1258 (1979).

11. Dukes, H. H.: Fisiología de los animales domésticos. 3ra. ed. Aguilar, Madrid, España, 1978.
12. Ensminger, M. E.: Producción equina. 3ra. ed. El Ateneo, Buenos Aires, Argentina, 1978.
13. Fuentes, O.: Recopilación de notas, apuntes y artículos selectos para el curso de Fisiología Veterinaria. Editado y realizado por Fuentes, V. O. Tomos 2 y 3.
14. Grosskopf, J. F. and Van, R. J.: Some observations on the haematology and blood biochemistry of horses competing in 80 km endurance rides. Equine exercise physiology. Edited by Snow, P.H. and Person, R. Grata, England, 1982.
15. Grosskopf, J. F. and Van, R. J.: Haematology and blood - biochemistry of horses during a 210 km endurance ride. - Equine exercise physiology. Edited by Snow, P. H. and Person, R. Grata, England, 1982.
16. Guyton, A.: Fisiología humana. Interamericana, México, D. F., 1984.
17. Hans-Henrich, I.: El gran libro del caballo. Blume, Barcelona, España, 1975.
18. Jeffcott, L. B.: Haematology in the relation to performance and potential. J. F. Afr. Vet. Ass., 45: 279-286 (1974).
19. Juárez Camacho, R.: El noble bruto que cambió la historia. Rev. del E. y F.A.M., XI (XXV-VII): 19-22 (1987).
20. Kelly, W. R.: Diagnóstico clínico veterinario. CECSA, México, D. F., 1981.
21. Kryzwanek, H.: Lactic acid concentration an pH values in trotters after racing. J. S. Afr. Vet. Ass., 45: 355-360 (1974).

ESTA TESIS N° DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

29

22. Lambarri Castro, I. A.: Organización y funcionamiento, resultados y crítica del Servicio Médico Veterinario de las competencias ecuestres de los Juegos Olímpicos. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D. F., 1969.
23. Lucke, J. N. and Hall, G. M.: Biochemical changes in horses during a 50 miles endurance ride. Vet. Rec., 102: - 356-358 (1978).
24. Mansmann, Mc. A.: Equine medicine and Surgery. 3rd. ed. American Veterinary Publications, Vol. I y II, U. S. A., 1982.
25. Marek, J.: Diagnóstico clínico de las enfermedades internas de los animales domésticos. 4a. ed. Labor, S. A., México, D. F., 1973).
26. Martínez Cardona, A.: Adiestramiento y entrenamiento del caballo para el concurso completo de equitación (tres días. Taller Autográfico del E.M.D.N., México, D.F., --- 1985.
27. Masri Daba, M.: Organización y desempeño del Médico Veterinario en el Campeonato Americano Juvenil del Salto de Obstáculos 1982. Tesis de Licenciatura, Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. 1983.
28. Meagher, P.M.: Clinical evaluation and management of - snock in the equine patient. Vet. Clinics of North America., 6: 245-255 (1976).
29. Meyer, J.: Farmacología y terapéutica veterinaria. UTEHA, México, D. F.; 1982.
30. Moleres, F. R.: El caballo Tratado general. Albatros, Buenos Aires, Argentina, 1978.



31. Morilla, G. A.: Manual de inmunología. Diana, D. A., México, D. F., 1986.
32. Murray, E. F.: Exhausted Horse syndrome. J.S. Afr. Vet. Ass., 80: 85-86 (1985).
33. Olsen, R. G.: Inmunología e inmunopatología de los animales domésticos. Manual Moderno, México, D. F., 1983.
34. Person, S. G. and Handberg, L. E.: Blood volume in relation to exercise tolerance in trotters. J.S. Afr. Vet. Ass., 45: 493-299 (1979).
35. Philip, L. C.: Inmunología y serología. 2da. ed. La Prensa Médica Mexicana, S. A., México, D. F., 1982.
36. Reglamento de la Federación Ecuestre Internacional (FEI), 1979.
37. Reyes, C.P.: Bioestadística aplicada. Trillas, México D. F., 1980.
38. Russell, S.: Weiser y Quentin, N. M.: Inmunología. Interamericana, México, D. F., 1970.
39. Schalm, O. W.: Veterinary Haematology. 2nd. ed. Lea and Febiger, Philadelphia, 1965.
40. Schalm, O. W.: Manual of equine haematology. D.V.M. Ph. D. Veterinary Practice Publishing Company, California, - U.S.A.
41. Secretaría de la Defensa Nacional: Manual de aspectos administrativos del Servicio de Veterinaria y Remonta. Taller Autográfico del E. M. D. N., México, D. F., 1986.
42. Secretaría de la Defensa Nacional: Programa de entrenamiento para el concurso completo de equitación. Dirección General de Caballería. Taller Autográfico del E. M. D. N., México, D. F., 1986.

43. Snow, D. H. and Mackenzie, G.: Some metabolic effects of maximal exercise in the horse and adaptations with training. Eq. Vet. J., 9: 134-140 (1977).
44. Stewart, G. A.: Haematology of the racenorse, a recent study of Thoroughbreds in Victoria. Aust. Vet. J., 53: 353-362 (1977).
45. Tizard, I.: Inmunología Veterinaria. 2da. ed. Interamericana, México, D. F., 1986.
46. Vera Ronquillo, T.: El caballo de guerra. Rev. del E. y F.A.M., IX: 21-26 (1985).
47. Villafranca, M. C.: Intervención del Médico Veterinario en la preparación del caballo de salto. Tesis de Licenciatura, Esc. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional - Autónoma de México, D. F., 1979.
48. Waterman, A.: A review of the diagnosis and treatment of fluid an electrolyte disorders in the horse. Eq. Vet. J., 9: 43-48 (1977).
49. Wayne, D.: Bioestadística. Limusa, México, D. F., 1977.
50. Williamson, H. M.: Normal and abnormal electrolyte levels in the racing horse and their effect on performance. J.S. Afr. Vet. Ass., 45: 335-340 (1974).