

218  
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



VARIACIONES EN ALGUNAS CONSTANTES  
HEMATICAS Y DE ELECTROLITOS EN EL  
BURRO ANTES Y DESPUES DEL TRABAJO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

STEPHAN SCHNIPPENKOETTER WARNHOLTZ



ASESORES: M.V.Z. ALINE S. DE ALUJA  
M V Z. ROGELIO LOPEZ LOPEZ

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1990



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	6
RESULTADOS.....	11
DISCUSION.....	27
LITERATURA CITADA.....	30

## RESUMEN

SCHNIPPENKOETTER WARHHOLTZ, STEPHAN: Variaciones en algunas constantes hemáticas y de electrolitos en el burro antes y después del trabajo. (bajo la dirección de la MVZ. Aline S. de Aluja y el MVZ. Rogelio López López)

Este trabajo se realizó con el objetivo de observar el comportamiento de el hematocrito, las proteínas plasmáticas y los electrolitos sodio, potasio y cloro en sangre de burros, antes y después de una jornada de trabajo, que se llevó a cabo en Capulhuac y Santiago Tianguistengo, Edo. de México. Se obtuvieron dos muestras sanguíneas de 25 burros antes de iniciar su recorrido de trabajo y al llegar a su destino final. Se pesó la carga que los animales transportan y se cronometró el recorrido. A los datos obtenidos se les calculó la media, la varianza y la desviación estandar, para formar cuadros de referencia; asimismo se hizo una comparación antes y después del esfuerzo físico por medio de la prueba de comparaciones apareada con ( $P = 0.05$  y  $0.01$ ), para determinar en cuales hubo variación significativa. Se encontró que el hematocrito y las proteínas plasmáticas presentaron cambios importantes, bajando sus valores después del trabajo.

## INTRODUCCION

Todos los animales, sin excepción, cuando trabajan o son sometidos a un gran esfuerzo físico o padecen alguna enfermedad, sufren un desbalance en los líquidos y electrolitos corporales, lo cual ocasiona manifestaciones clínico-patológicas, tales como deshidratación, desequilibrio electrolítico, problemas gastrointestinales o músculo esquelético, además de trastornos respiratorios y cardiacos que pueden llegar a ocasionar la muerte en casos extremos (18,21).

El burro actual (*Equus asinus*) proviene del asno silvestre de Africa y Asia. En Africa existían dos especies distintas: La Nubia de 121.92 cm de altura originaria del norte entre las costas del Mediterraneo y el desierto del Sahara y la Somalia de 142.24 cm de altura, originaria del sureste del Mar Rojo. Las regiones donde habitaban son de clima caluroso y seco. En Asia los asnos se originaron en una área mayor, extendiéndose desde el Mar Rojo hacia el norte de la India y el Tibet, teniendo que adaptar a distintos climas, altitudes y terrenos por lo que no existe un tipo único de asno silvestre en este continente. De los burros asiáticos, se conoce al Sirio, Onagro, Kulan y Kiang (24).

En México se calcula una población de burros y mulas alrededor de 6,000,000 animales y ambos son considerados muy útiles por la fuerza de trabajo que representan, sobre todo para los campesinos de escasos recursos (18, 24).

Los burros son animales sobreexplotados, ya que llevan cargas muy pesadas con recorridos muy largos, tiran de carretas y arados, además de servir de transporte tanto para niños como para adultos en sus aldeas para dirigirse a escuelas y mercados, sin olvidar también que son mal nutridos. No existe mucha información relativa a sus constantes fisiológicas, enfermedades frecuentes en ellos etc. por lo que se hace imperativo el estudio de los cambios hemáticos (biometría, proteínas plasmáticas) y otros parámetros, ya que con ello es posible comprender mucho mejor la fisiopatología de ciertas enfermedades, para poder fundamentar una buena terapia que llevará a mejorar su salud (10, 14, 18, 21, 23, 24).

Por sus características externas, comparadas con las del caballo, el burro es de menor tamaño, tiene pelos más cortos en las crines y la cola, no posee espejuelos en el lado interior de las cañas, sus orejas son mucho más largas y los cascos más pequeños y compactos, posee una voz más alta y áspera (denominada rebuzno), es más resistente a enfermedades, a factores adversos en general y tiene un período de gestación más prolongado (8).

Las actividades fisiológicas de las células y los tejidos dependen de las propiedades de la solución que las rodea. En el organismo animal el líquido que baña los tejidos, sea la sangre o el líquido intersticial, muestran una consistencia definida. De ésta manera la cantidad de sales disueltas, las distintas cantidades de componentes iónicos, el pH, la temperatura etc. son características que se mantienen dentro de límites muy estrechos a través de complejos dispositivos y mecanismos a lo largo de toda la vida del animal (14).

Es sabido que el agua corporal total se halla distribuida en dos compartimentos principales. El intracelular (50% del peso corporal) y el extracelular (20% del peso corporal). Este último se subdivide a su vez en plasma, líquido intersticial, linfa, líquidos transcelulares, líquidos del tejido conjuntivo denso del cartílago y de los huesos (1,9,11) Como consecuencia de la deshidratación y las pérdidas insensibles a través de riñones, pulmones, piel, tubo gastrointestinal o por una enfermedad renal, grandes cantidades de líquidos, sodio y cloro se pierden en el organismo (14, 18).

El hematocrito, las proteínas plasmáticas y los electrolitos son indicadores de la deshidratación y aunque las proteínas plasmáticas tengan valores de referencia bastante estrechos, como por ejemplo en el caballo (6.7-7.5 g/100 ml), permiten distinguir cualquier estado de pérdida de líquidos (21).

Los globulos rojos y la hemoglobina son eslabones en la cadena de transferencia de oxígeno y cualquier deficiencia de éstos puede ser un factor limitante en la capacidad de oxigenación de tejidos. Por otro lado se ha observado que caballos con un alto grado de preparación física

tienen niveles más altos de hematocrito y de hemoglobina con respecto al promedio de una población ( 11, 21).

Aún cuando los elementos minerales constituyen una cantidad relativamente pequeña del total de los tejidos del organismo, son esenciales en muchos fenómenos vitales. Los electrolitos son sustancias que se ionizan cuando se suspenden en el agua (22). Estos minerales existen en los líquidos intracelular y extracelular en proporciones muy constantes y bien reguladas ( 2, 6 ). La función principal de los electrolitos consiste en: Mantener el pH y el equilibrio osmótico de los líquidos orgánicos, para asegurar la polarización de las membranas celulares ( 1, 9, 14),

A continuación se mencionarán las características más sobresalientes de los electrolitos que se determinarán en el presente trabajo:

**Sodio:** Este elemento es el principal componente de los cationes del líquido extracelular. Se halla asociado en gran parte al cloro y al bicarbonato en la regulación del equilibrio ácido-básico. Es importante en el mantenimiento de la presión osmótica de los líquidos del cuerpo, protegiendo de éste modo al organismo contra las pérdidas excesivas de líquidos. Otra de sus funciones es preservar la excitabilidad normal de los músculos y la permeabilidad de las células. Aproximadamente una tercera parte del contenido total de sodio del cuerpo existe en su porción inorgánica. Sin embargo, la mayor parte del sodio se encuentra en los líquidos extracelulares del organismo. Los niveles de sodio medidos en el suero pueden no reflejar de modo exacto el contenido total de sodio en el cuerpo (11).

**Potasio:** Este constituye el principal catión del líquido intracelular, pero también es un constituyente muy importante del extracelular debido a la influencia que tiene sobre la actividad muscular, especialmente sobre el miocardio. El potasio funciona dentro de la célula regulando el equilibrio ácido-básico y la presión osmótica, incluyendo la retención de agua. Las variaciones en el potasio extracelular influyen sobre la actividad de los músculos estriados produciendo parálisis de ellos y anomalías en la conducción y en la actividad del músculo cardíaco ( 11 ).

**Cloro:** El elemento cloro (ión cloruro), componente del cloruro de sodio es esencial en el equilibrio acuoso y en la regulación de la presión osmótica, así como en el mantenimiento del equilibrio ácido-básico. En esta última función, el cloro juega un papel especial en la sangre por la acción del llamado desplazamiento de cloruros ( 11 ).

En el caballo (*Equus caballus*) se sabe que existen variaciones en la concentración de electrolitos y cambios en el hematocrito relacionados con esfuerzos físicos y también con algunos padecimientos. Estos cambios deben ser tomados en cuenta para las medidas terapéuticas a recomendar (21).

Observaciones en el burro del campo mexicano indican que estos animales reciben una alimentación deficiente y tienen que cargar pesos excesivos durante largas jornadas. Por éste motivo se han indicado estudios con el fin de aclarar algunos aspectos de su fisiología hasta ahora poco estudiados.

**OBJETIVOS:** 1.- Conocer el hematocrito, el contenido de proteínas plasmáticas y las concentraciones de sodio, potasio y cloro séricas del burro mexicano.

2.- Comparar en el burro mexicano el hematocrito, las proteínas plasmáticas y las concentraciones de sodio, potasio y cloro séricas en estado de reposo con los mismos parámetros después de un período de trabajo.

**HIPOTESIS:** El hematocrito, proteínas plasmáticas y las concentraciones de sodio, potasio y cloro en el suero del burro son diferentes al empezar su recorrido de trabajo que cuando llega a su destino final.

## MATERIAL Y METODOS

Se determinó el hematocrito, las proteínas plasmáticas, el sodio, potasio y cloro en sangre de 25 burros aparentemente sanos del Estado de México. Las muestras se obtuvieron antes y después de que los animales fueran sometidos a trabajo. Por lo general los burros salen a las 5 de la mañana con su dueño a traer leña del monte y es común que no se les de agua ni alimento (rastrojo y grano de maíz) a esa hora. Con la carga regresan y la llevan al mercado de trueque de Capulhuac o de Santiago Tianguistengo Edo. de México. (FIGURAS 1-4)

De cada burro se tomaron 20 ml de sangre de la vena yugular, 10 ml se mezclaron con el anticoagulante EDTA en tubos Vacutainer para la determinación del hematocrito y de las proteínas plasmáticas. Los otros 10 ml se colocaron en tubos Vacutainer sin anticoagulante para poder determinar los electrolitos en el suero una vez formado el coágulo. las muestras fueron llevadas a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M donde se analizaron con los métodos correspondientes.

**Hematocrito:** La técnica usada para determinar ésta constante fue la del microhematocrito que consistió en llenar tubos capilares lisos (75 mm x 1.0 mm) a un centímetro del borde con sangre previamente mezclada con anticoagulante. Se selló un extremo del tubo acercándolo a la flama de un mechero de propano y se metió identificado a la centrifuga, asegurándose que el extremo sellado haya quedado en el margen externo del aparato. Se centrifugó durante 5 minutos a 10 000 ó 13 000 rpm para separar el volumen del paquete celular (hematocrito) del plasma. Se retiraron los tubos y se leyó el porcentaje del VPC usando una escala lineal (1).

**Proteínas plasmáticas:** Para el análisis de éstas se utilizó el refractómetro de Goldberg. Con la placa protectora colocada sobre el prisma de medición se puso una gota de plasma en la porción expuesta, lo más cerca posible de la placa, para que el líquido caiga por acción capilar en el espacio que quedó entre los prismas. Se expuso a una luz brillante y se hizo la lectura en el punto donde la línea divisoria entre los campos oscuros y luminosos cruzó la escala adecuada (1).

**Sodio y potasio:** El método utilizado para su determinación fue el de

espectrofotometría por absorción atómica que se basó en la medición de la cantidad de luz monocromática absorbida por el elemento atomizado en una flama, ésto por medio de un detector, siendo dicha energía absorbida proporcional a la concentración del elemento. La muestra para la lectura de potasio se diluyó 1:50 con 0.1% de cloruro de lantano y para la determinación de sodio se realizó una segunda dilución 1:50 igualmente con cloruro de lantano. La adición de este compuesto fue para prevenir el efecto de ionización que pueden sufrir dichos elementos en una flama de aire y acetileno. La cuantificación se hizo empleando un espectrofotómetro (Perkin Elmer modelo 2380) equipado con lamparas de catión hueco. Los parámetros instrumentales fueron para sodio: 589.0 nanómetros de longitud de onda y una flama de aire y acetileno (oxidante). Para potasio: 766.5 nanómetros de longitud de onda y flama de aire y acetileno (16).

Cloro: Para la determinación de cloro se empleó el equipo para cloruros 3311 de Merck. El fundamento de esta técnica se basó en la valoración mercurimétrica de cloruro. Los iones cloro presentes formaron con los iones mercurio de la solución valorante cloruro de mercurio no disociado. Los iones mercurio libres aparecieron sólo después de ligados todos los iones cloro. Como indicador se utilizó difenilcarbazona que con los iones mercurio sobrantes dió una coloración violeta (15).

Además de determinar estas constantes hemáticas y electrolíticas se pesó la carga de cada burro en el momento que llegaron a su destino final y se cronometró el recorrido.

Los resultados obtenidos se agruparon y para cada una de las variables observadas se realizó la prueba de "t" de Student apareada. Se denominan datos apareados cuando las observaciones (por ejemplo: tratamientos, inyecciones, ingesta, ejercicio etc.) se efectúan en el mismo individuo, teniendo información "antes" y "después" (13, 22).

Está prueba se usa para casos reales, para problemas en los cuales el tamaño de la muestra es pequeño, cuando no se conoce la media ni la varianza poblacional y cuando la información colectada no permite estandarizar algunas variables (por ejemplo: raza, sexo, datos climatológicos etc.) (13, 22).

El procedimiento estadístico se llevó a cabo primeramente por el planteamiento de hipótesis.

Hipótesis nula ( $H_0$ ): No hay diferencia significativa en las variables después del trabajo.

Hipótesis alternativa (Ha): Hay diferencia significativa en las variables después del trabajo.

Ho:  $ud = 0$

Ha:  $ud \neq 0$

El estadístico de prueba se realizó mediante los siguientes valores:

$$\text{Varianza: } s_d^2 = \frac{n \sum d^2 - (\sum di)^2}{n(n-1)}$$

$$\text{Desviación estandar: } Sd = \sqrt{s_d^2}$$

$$\text{No. de pares} = n$$

$$\text{Promedio de diferencias: } \bar{d} = \frac{\sum di}{n}$$

$$\text{Fórmula de t calculada: } t_{cal} = \frac{\bar{d}}{E.E}$$

para sustituir en la fórmula anterior, primero es necesario obtener el E.E (error estandar):

$$E.E = \frac{Sd}{\sqrt{n}}$$

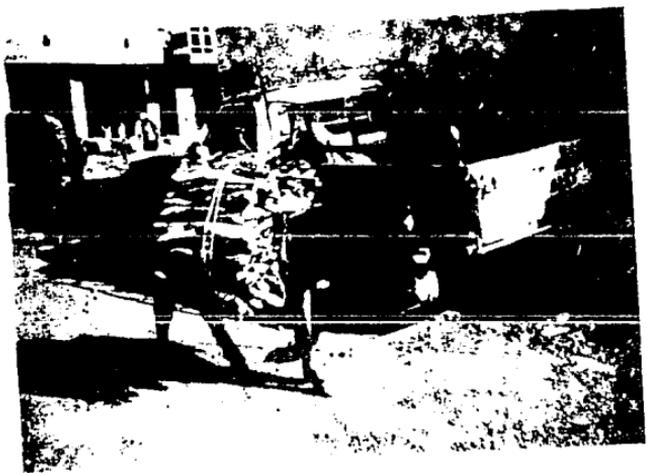
El valor  $t_{cal}$  obtenido se comparó con la t de tablas:

$$t_{tab} \frac{n-1}{1-\alpha/2}$$

Se eligió el nivel de significancia ( $\alpha$ ) 0.05 y 0.01 para grados de libertad. Una vez hecho los cálculos se determinó el resultado del análisis estadístico con base en la regla de decisión planteada. En caso que  $t_{cal}$  fuese mayor que  $t_{tab}$  ( $P = 0.05$  y  $0.01$ ) se rechaza la hipótesis nula y si  $t_{cal}$  fuese menor que  $t_{tab}$  ( $P = 0.05$  y  $0.01$ ) se acepta la hipótesis nula (13, 22).

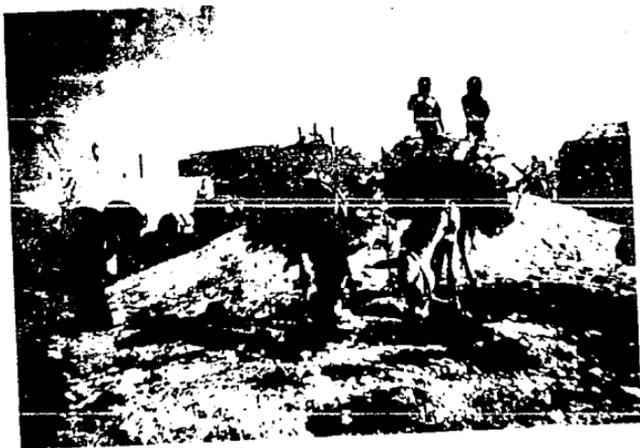
FIGURAS 1 Y 2

Los burros cargados con leña llegan al mercado de Santiago Tianguistengo, Estado de México.



FIGURAS 3 Y 4

Los burros son descargados por sus dueños al llegar al mercado de trueque de Santiago Tianguistengo, Estado de México.



## RESULTADOS

En el presente trabajo se obtuvieron los siguientes resultados:

Los cuadros 1 y 2 y las gráficas 1 a 10 muestran los resultados de las lecturas de las variables antes y después del trabajo en relación con el peso de la carga y el tiempo del recorrido. En los cuadros se incluyen la media, la varianza, la desviación estandar (D.E), el valor máximo y mínimo de cada una de las variables observadas.

Respecto al sodio (Na) se obtuvo un valor promedio para las lecturas antes de realizar el trabajo de  $177.69 \pm (42.39 \text{ D.E})$  meq/l y después de dicho trabajo  $188.38 \pm (51.84 \text{ D.E})$  meq/l.

El potasio (K) aparentemente no presentó cambio alguno, ya que el valor promedio antes del trabajo fue de  $4.28 \pm (0.74 \text{ D.E})$  meq/l y después fue de  $4.20 \pm (0.48 \text{ D.E})$  meq/l.

El cloro (Cl) también se mantuvo aparentemente constante durante el esfuerzo físico subiendo el valor promedio solamente de  $96.52 \pm (9.70 \text{ D.E})$  a  $98.17 \pm (7.67 \text{ D.E})$  meq/l.

El hematocrito (Ht) disminuyó en forma significativa de  $36.34 \pm (2.88 \text{ D.E})$  a  $34.92 \pm (2.52 \text{ D.E})$  por ciento.

Las proteínas plasmáticas (P.P) al igual que el hematocrito tuvieron cambios significativos después del trabajo tendiendo a disminuir de  $7.2 \pm (0.45 \text{ D.E})$  a  $6.81 \pm (0.58 \text{ D.E})$  g/dl.

Para el análisis estadístico y con base en el objetivo de este trabajo se eligió la prueba de "t" apareada para la comparación de dos muestras relacionadas.

Los cuadros 3,4 y 5 muestran los valores t calculados de la prueba de comparación apareada, mostrando la variación obtenida al comparar las concentraciones de los constituyentes hemáticos antes y después del trabajo y la tendencia a bajar o subir.

El sodio, potasio y cloro con ( $P = 0.05$  y  $0.01$ ) no mostraron una variación significativa, mientras que el hematocrito y la concentración de las proteínas plasmáticas tienden a disminuir en forma importante después del ejercicio.

CUADRO 1

Hematocrito (%), Proteínas Plasmáticas (g/dl) y concentraciones de Sodio (meq/l), Potasio (meq/l) y Cloro (meq/l) en burros antes y después de un trabajo físico en relación con el tiempo del recorrido.

	SODIO meq/l		POTASIO meq/l		CLORO meq/l		HEMATOCRITO %		PROT. PLASMA g/d		TIEMPO min
	(AT)	(DT)	(AT)	(DT)	(AT)	(DT)	(AT)	(DT)	(AT)	(DT)	
	134.7	176.0	3.6	3.6	102.9	102.9	35.0	35.5	7.5	7.3	50
	129.3	170.6	5.1	5.1	100.0	100.0	38.0	36.5	6.7	6.5	90
	130.4	172.8	5.0	4.0	102.9	84.9	36.0	35.5	7.0	7.0	90
	192.4	175.0	3.7	4.0	94.9	92.9	35.5	34.0	6.0	6.0	90
	168.4	164.1	3.6	4.0	100.0	104.9	38.5	35.0	7.2	6.4	90
	156.5	211.9	3.1	3.5	52.9	52.0	35.0	34.0	7.5	7.0	105
	179.3	199.2	4.2	4.8	100.0	96.9	35.5	35.0	7.5	7.0	105
	182.6	139.1	3.5	3.6	64.9	88.9	36.0	35.0	7.0	6.5	105
	240.2	293.4	4.3	4.0	102.9	106.9	41.0	38.0	8.0	8.5	120
	169.5	352.1	4.6	3.8	84.0	98.9	38.5	36.0	7.0	7.0	120
	152.1	147.8	4.7	3.7	80.0	92.9	35.5	34.5	7.7	6.0	120
	165.2	130.4	4.4	3.9	96.0	98.9	34.0	33.5	7.8	6.5	120
	160.8	205.4	5.6	4.2	100.0	106.0	33.0	33.0	7.0	6.5	120
	240.2	204.3	5.7	4.3	100.0	102.9	40.5	35.0	7.0	6.5	120
	129.3	196.7	4.7	3.8	98.0	98.0	37.0	36.0	6.9	6.8	135
	136.9	142.3	4.7	4.6	106.0	104.9	38.0	37.5	6.8	6.5	135
	168.4	190.2	4.9	4.4	106.0	100.0	37.5	37.5	7.0	7.0	135
	266.3	135.8	5.3	4.3	86.9	104.9	37.0	36.5	7.0	6.5	135
	157.6	160.8	4.0	4.2	90.0	100.0	36.0	30.0	6.9	6.7	150
	175.0	142.3	4.0	4.5	102.9	98.0	36.0	35.0	7.4	6.0	150
	130.4	281.5	3.1	5.3	108.9	102.9	36.5	36.0	7.5	7.3	180
	178.2	191.3	4.2	5.0	100.0	106.0	35.0	35.0	7.8	8.0	180
	196.7	172.8	4.3	3.5	102.9	100.0	36.0	36.0	7.5	7.4	180
	225.0	182.6	3.3	4.4	100.0	96.9	26.0	26.0	6.7	6.5	180
	276.0	180.4	3.5	4.4	90.0	72.9	35.0	35.0	7.5	7.0	180
Media	177.69	188.38	4.28	4.20	96.52	98.17	36.34	34.92	7.20	6.82	129.00
Varianza	1797.00	2688.16	0.56	0.23	54.35	58.89	8.30	6.36	0.20	0.34	993.75
D.C	42.39	51.84	0.74	0.48	5.70	7.67	2.88	2.52	0.45	0.58	31.52
Máximo	276.00	352.10	5.70	5.30	109.90	106.90	41.00	38.00	8.00	8.50	180.00
Mínimo	129.30	130.40	3.10	3.50	64.90	72.90	26.00	26.00	6.00	6.00	50.00

AT... Antes del trabajo  
DT... Después del trabajo

CUADRO 2

Hematocrito (%), Proteínas Plasmáticas (g/dl) y concentraciones de Sodio (meq/l), Potasio (meq/l) y Cloro (meq/l) en burros antes y después de un trabajo físico en relación con el peso de la carga.

	SODIO meq/l (AT)	(DT)	POTASIO meq/l (AT)	(DT)	CLORO meq/l (AT)	(DT)	HEMATOCRITO % (AT)	(DT)	PROT. PLASM. g/d (AT)	(DT)	PESO KG
	130.4	291.5	3.1	5.3	108.9	102.9	35.5	36.0	7.5	7.3	90
	276.0	180.4	3.5	4.4	50.0	72.9	35.0	35.0	7.5	7.0	93
	169.5	352.1	1.6	3.8	84.0	98.9	38.5	38.0	7.0	7.0	95
	193.4	175.0	3.7	4.0	94.9	92.9	35.5	34.0	6.0	6.0	95
	225.0	182.6	3.3	4.4	100.0	96.9	26.0	26.0	6.7	6.5	95
	156.5	211.9	3.1	3.5	92.5	92.0	35.0	34.0	7.5	7.0	95
	178.2	191.3	4.2	5.0	100.0	105.0	35.0	35.0	7.8	8.0	97
	266.3	135.8	5.3	4.3	86.9	104.9	32.0	36.5	7.0	6.5	97
	182.6	139.1	3.5	3.6	64.9	88.9	36.0	35.0	7.0	6.5	97
	168.4	190.2	4.9	4.4	106.0	100.0	32.5	32.5	7.0	7.0	98
	130.4	172.6	5.0	4.0	102.9	84.9	36.0	35.5	7.0	7.0	98
	240.2	253.4	4.3	4.0	102.9	106.9	41.0	38.0	8.0	8.5	98
	129.3	186.7	4.7	3.8	99.0	98.0	32.0	36.0	6.9	6.8	100
	160.8	205.4	5.6	4.2	100.0	106.0	33.0	33.0	7.0	6.5	100
	175.0	142.3	4.0	4.5	102.9	98.0	36.0	35.0	7.6	6.0	101
	129.3	170.6	5.1	5.1	100.0	100.0	38.0	36.5	6.7	6.5	102
	196.7	172.8	4.3	3.5	102.9	100.0	38.5	36.0	7.5	7.4	103
	179.3	190.2	4.2	4.9	100.0	96.9	35.5	35.0	7.5	7.0	103
	136.9	142.3	4.7	4.6	106.0	104.9	38.0	32.5	6.8	6.5	105
	152.6	160.8	4.0	4.2	90.0	100.0	36.0	30.0	6.9	6.7	105
	168.4	164.1	3.6	4.0	100.0	104.9	38.5	35.0	7.3	6.4	105
	152.1	147.8	4.7	3.7	80.0	92.9	35.5	34.5	7.7	6.0	107
	134.7	176.0	3.6	3.8	102.9	102.9	39.0	35.5	7.5	7.3	111
	240.2	204.3	5.7	4.3	100.0	102.9	40.5	35.0	7.0	6.5	115
	165.2	130.4	4.4	3.9	96.0	98.9	34.0	33.5	7.8	6.5	120
Media	177.65	188.38	4.28	4.20	96.52	98.17	36.34	34.92	7.20	6.82	101.00
Varianza	1797.00	2688.16	0.56	0.22	94.35	58.89	8.30	6.36	0.20	0.34	48.16
D.E	42.39	51.84	0.74	0.46	9.70	7.67	2.88	2.52	0.45	0.59	6.94
Máximo	276.00	352.10	5.70	5.20	108.50	106.50	41.00	38.00	8.00	8.50	120.00
Mínimo	129.30	130.40	3.10	3.50	64.90	72.50	26.00	26.00	6.00	6.00	90.00

At... Antes del trabajo  
Dt... Después del trabajo

CUADRO 3

Valores de varianza (S<sup>2</sup>d), desviación estandar (Sd), promedio de diferencias (d) y t calculada de las diferentes variables para la prueba de comparaciones apareadas P(=0.01) n25 valor t de tablas: : 2.80

	SODIO	POTASIO	CLORO	HEMATOCRITO	PROT. PLASM
S <sup>2</sup> d	4512.15	0.75	91.44	2.71	0.26
Sd	67.17	0.86	9.56	1.65	0.51
d	5.30	0.08	1.66	1.43	0.39
tcal	0.39	0.47	0.86	4.31	3.92

CUADRO 4

Valores de varianza (S<sup>2</sup>d), desviación estandar (Sd), promedio de diferencias (d) y t calculada de las diferentes variables para la prueba de comparaciones apareadas P(=0.05) n25 valor t de tablas: 2.06

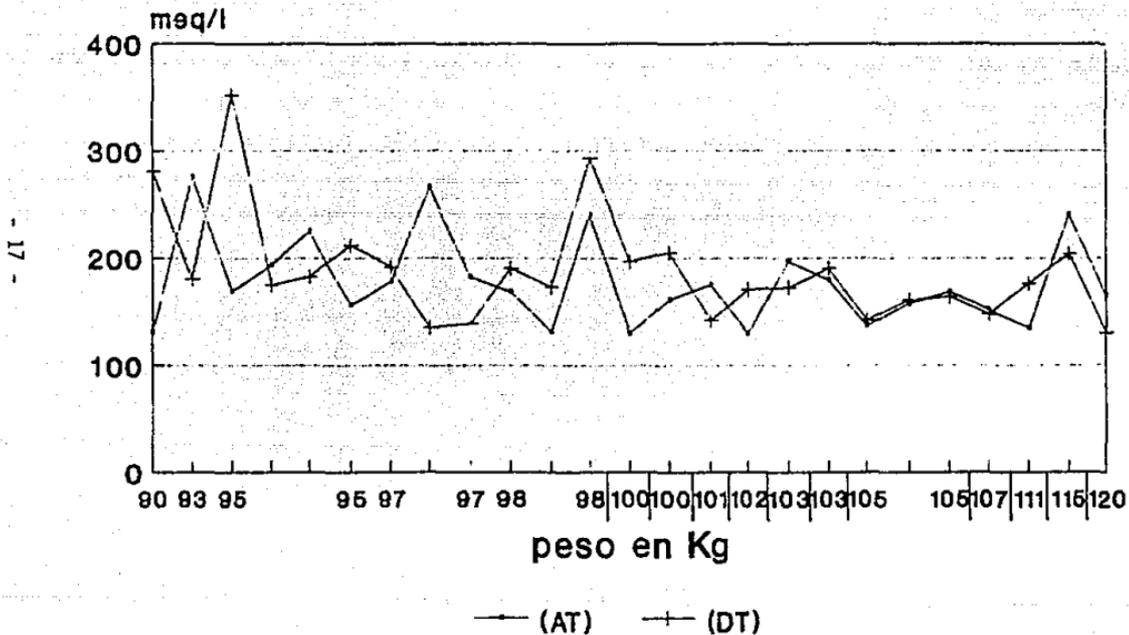
	S0010	POTASIO	CLORO	HEMATOCRITO	PROT. PLASH
S <sup>2</sup> d	4512.15	0.75	91.44	2.74	0.26
Sd	67.17	0.86	9.56	1.65	0.51
d	5.30	0.08	1.66	1.43	0.39
tcal	0.39	0.47	0.86	4.31	3.92

CUADRO 5

Valores  $t$  de la prueba de comparaciones apareadas con  $P(<0.05;0.01)$  n25 valores de tabla: 2.06 y 2.80 respectivamente, mostrando donde hubo variación significativa y la tendencia de ésta

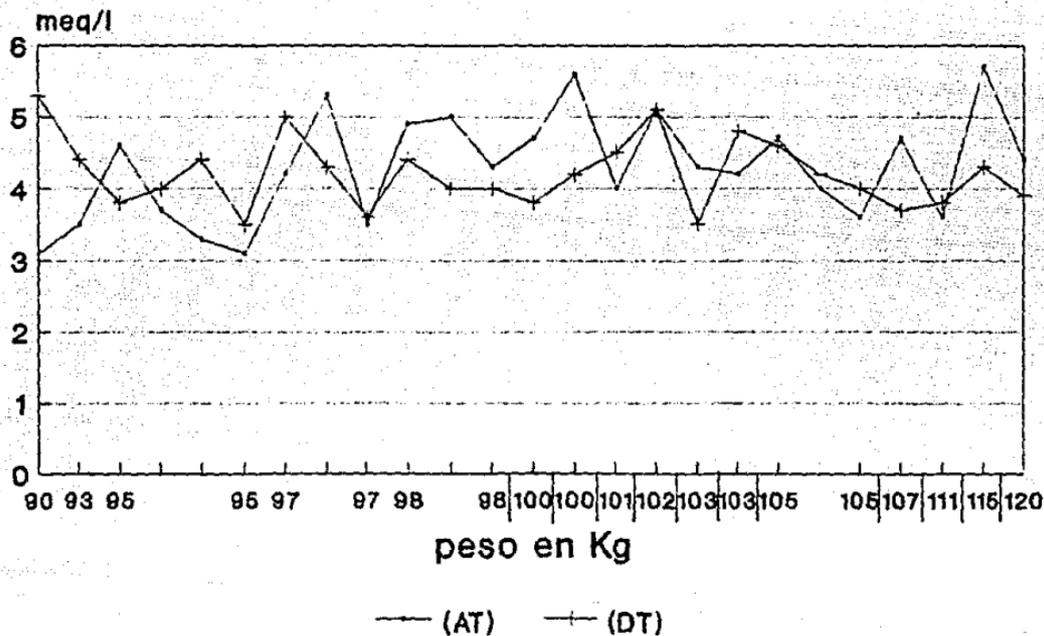
	SODIO	POFASIO	CLORO	HEMATOCRITO	PROT.PLASM
$t_{tab:2.06}$	N.S	N.S	N.S	-	-
$t_{tab:2.80}$	N.S	N.S	N.S	-	-
	-	disminución de la concentración			
	N.S	no significativo			

**GRAFICA 1**  
**Concentración de Na en burros (AT) y**  
**(DT) en relación con el peso de la carga**



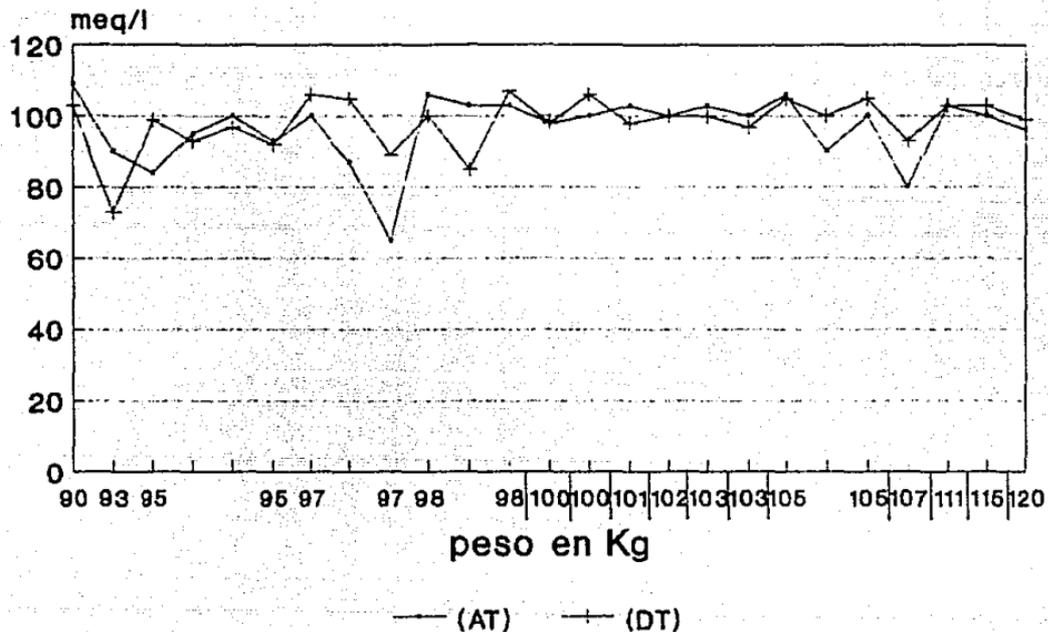
(AT) antes del trabajo  
(DT) después del trabajo

GRAFICA 2  
 Concentración de K en burros (AT) y  
 (DT) en relación con el peso de la carga



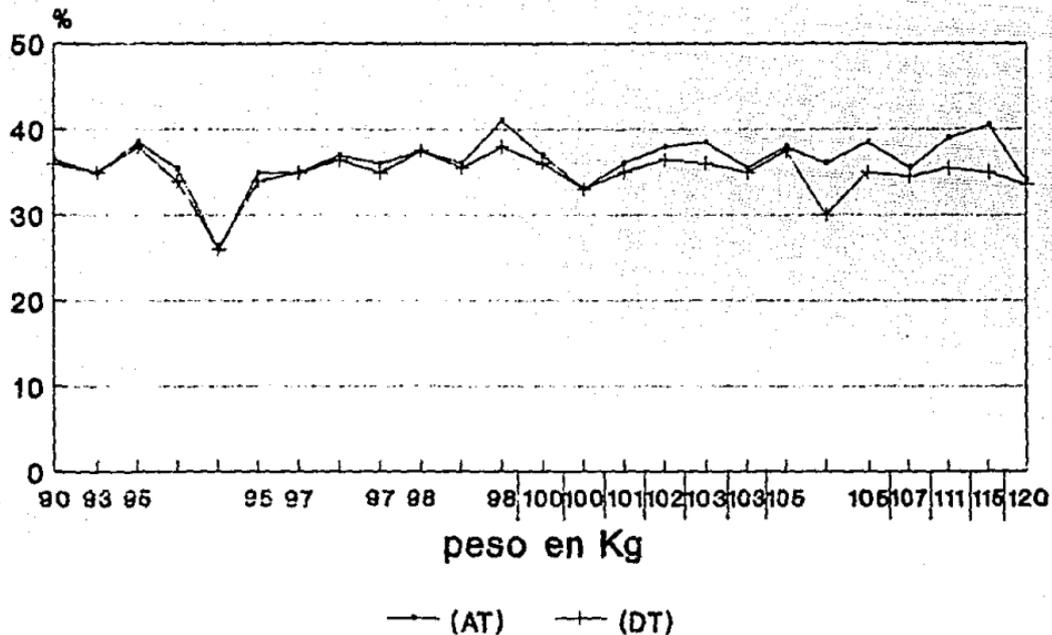
(AT) antes del trabajo  
 (DT) después del trabajo

**GRAFICA 3**  
**Concentración de Cl en burros (AT) y**  
**(DT) en relación con el peso de la carga**



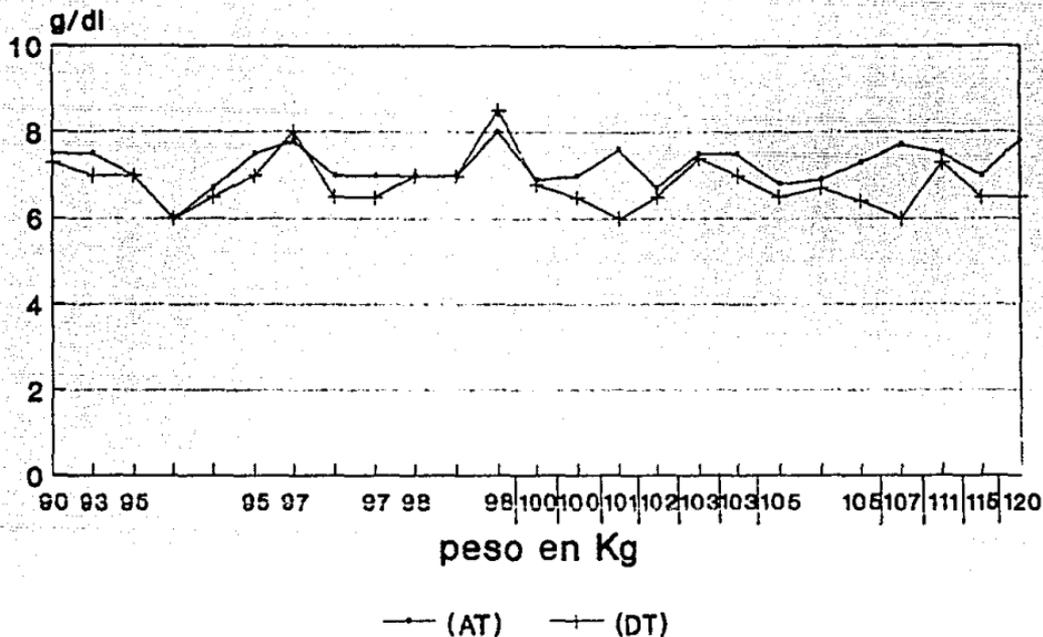
(AT) antes del trabajo  
(DT) después del trabajo

**GRAFICA 4**  
**El hematocrito (Ht) en burros (AT) y**  
**(DT) en relación con el peso de la carga**



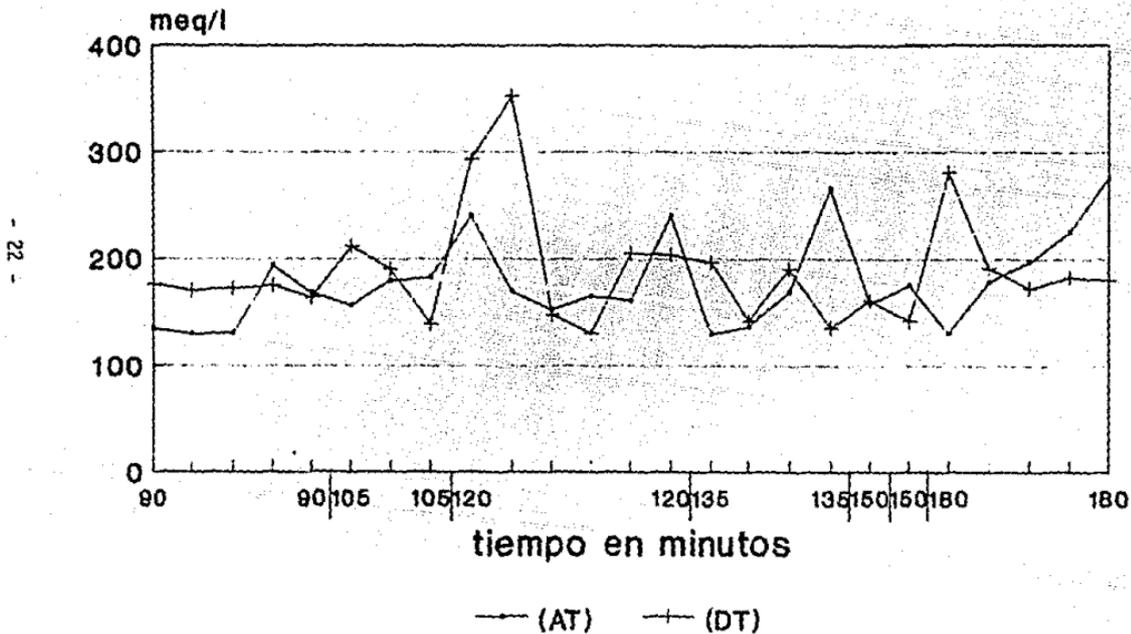
(AT) antes del trabajo  
 (DT) después del trabajo

**GRAFICA 5**  
**Concentración de P.P en burros (AT) y**  
**(DT) en relación con el peso de la carga**



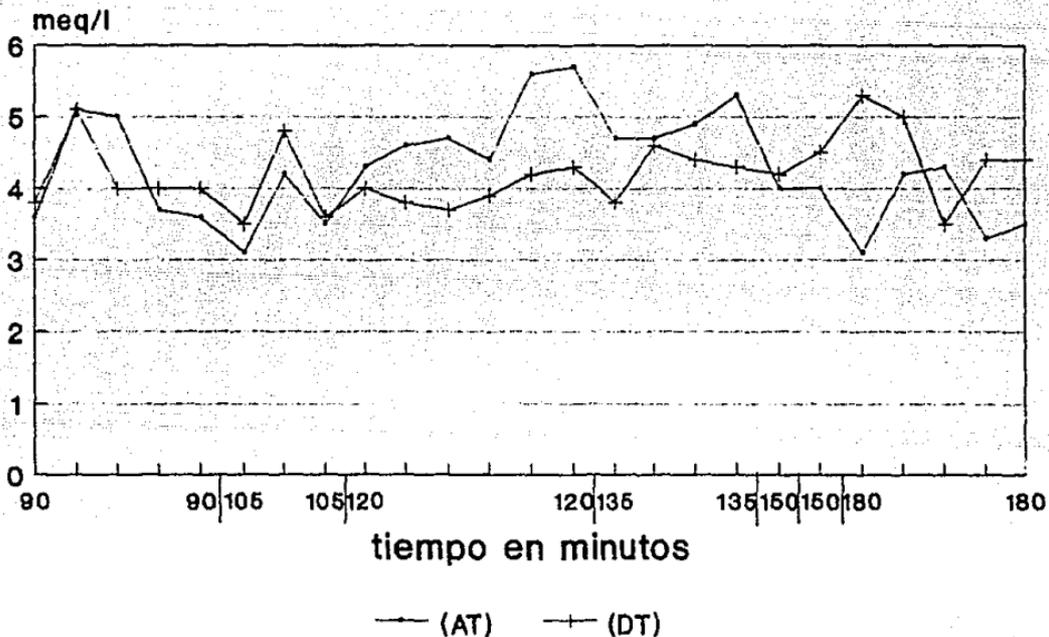
(AT) antes del trabajo  
(DT) después del trabajo

**GRAFICA 6**  
Concentración de Na (AT) y (DT) en  
relación con el tiempo del recorrido



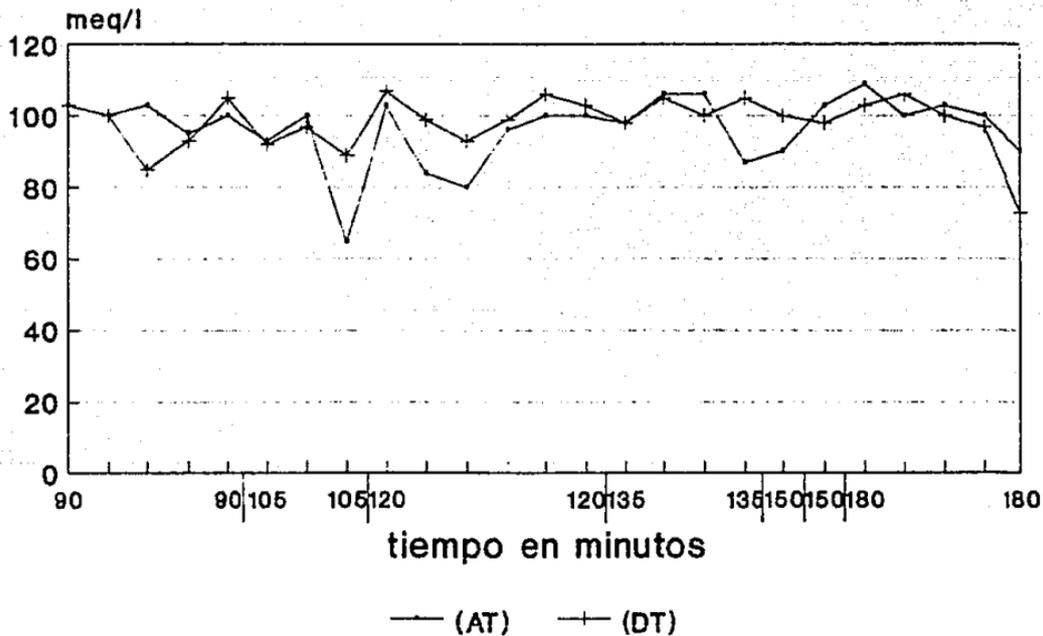
(AT) antes del trabajo  
(DT) después del trabajo

**GRAFICA 7**  
Concentración de K (AT) y (DT) en  
relación con el tiempo del recorrido



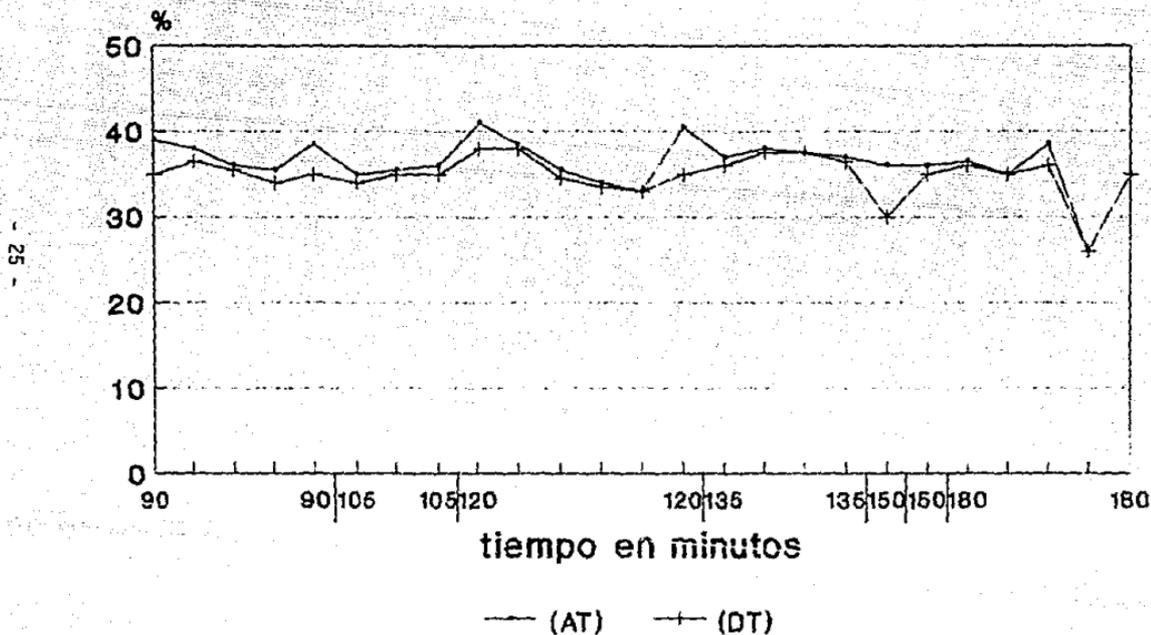
(AT) antes del trabajo  
(DT) después del trabajo

**GRAFICA 8**  
Concentración de Cl (AT) y (DT) en  
relación con el tiempo del recorrido



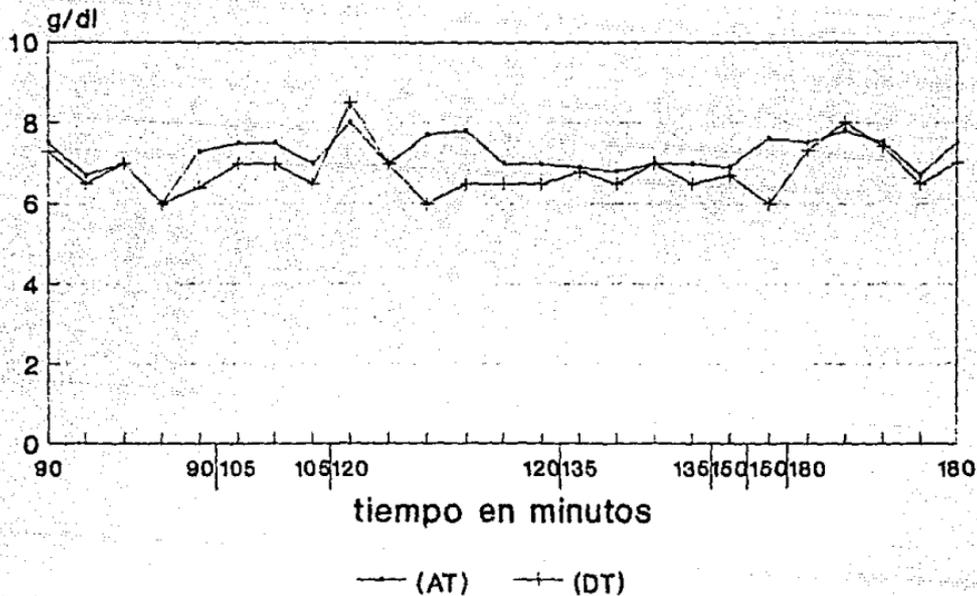
(AT) antes del trabajo  
(DT) después del trabajo

**GRAFICA 9**  
**El hematocrito (Ht) (AT) y (DT) en**  
**relación con el tiempo del recorrido**



(AT) antes del trabajo  
(DT) después del trabajo

GRAFICA 10  
Concentración de P.P. (AT) y (DT) en  
relación con el tiempo del recorrido



- 26 -

(AT) antes del trabajo  
(DT) después del trabajo

## DISCUSION

El burro es un animal que ha sido muy poco estudiado y la información acerca de sus constantes fisiológicas, enfermedades frecuentes, cambios hemáticas y otros parámetros es escasa. Esto nos obliga a comparar nuestros resultados con aquellos datos obtenidos en estudios similares realizados en caballos. Los datos con los que se cuentan en esta especie han sido adquiridos al analizar a los animales antes y después de someterlos a grandes esfuerzos físicos, como por ejemplo la prueba de los 100 km para caballos ( 3,4,12,17,18,19,20,21,25 ). Al revisar estos ensayos, se encuentran variaciones en la conducta de los elementos estudiados en caballos en comparación con el comportamiento de los mismos determinados en el burro en el presente trabajo (17,20,21 ).

Es necesario mencionar que en el estudio que se presenta no se tomaron en cuenta factores importantes que pudieran explicar más a fondo estas variaciones, como: la edad y el sexo de los animales, condiciones climáticas durante el esfuerzo, si los burros tomaron agua antes o en el transcurso del trabajo entre otros.

Al realizar el análisis de los resultados y observando los cambios sucedidos antes y después del esfuerzo físico, 2 constituyentes hemáticos, el hematocrito y las proteínas plasmáticas presentaron cambios que son significativos con ( $P = 0.05$  y  $0.01$  ), bajando sus valores después del trabajo (CUADRO 5).

Las proteínas plasmáticas y el hematocrito se han utilizado como parámetros para determinar el grado de hidratación y la pérdida de plasma (1). El aumento de sus valores reflejan una deshidratación, la cual es común en caballos y en otros animales que sudan profusamente después de un trabajo físico (17,20,21). Los valores promedio de las proteínas plasmáticas y del hematocrito de los burros estudiados en este trabajo disminuyeron significativamente después del ejercicio. Podría parecer que el burro posee la habilidad extraordinaria durante los esfuerzos físicos de regular las concentraciones de varios constituyentes sanguíneos por medio de la regulación de volumen plasmático (5).

Se recomienda para un trabajo futuro realizar pruebas de funcionamiento renal en los animales muestreados para poder explicar con mayor claridad las pérdidas de las proteínas plasmáticas.

Los electrolitos estudiados fueron sodio, potasio y cloro que no mostraron diferencias estadísticamente significativas con ( $P = 0.05$  y  $0.01$ ). Sin embargo hubieron animales cuyas concentraciones de sodio después del trabajo fueron muy altas (p.ej. de  $169.5$  meq/l subió a  $352.1$  meq/l) y en cambio hubieron otros que disminuyeron (p.ej. de  $266.2$  meq/l a  $135.8$  meq/l).

Existen trabajos realizados en caballos en donde el sodio aumenta sus niveles séricos después del ejercicio con respecto a los valores registrados en reposo. Esto es debido probablemente a la hemoconcentración que se presenta dado que el sodio es uno de los solutos y al perder líquido éste se concentra en el suero (4,19).

Otros autores mencionan en sus estudios con caballos que el sodio disminuye después del ejercicio debido a que éste se pierde en el sudor (3,7,19).

El potasio tampoco mostró cambios significativos en los resultados, es decir casi se mantiene constante. Algunos autores han hecho mención de que como el potasio es un ión que está en su mayoría intracelular, los niveles séricos no son siempre indicativos del total de potasio contenido en el organismo, de esta manera se podría dar el caso de tener niveles séricos normales o altos mientras en realidad existe una deficiencia de este electrolito (3,19,25).

El cloro, al igual que el sodio es de los electrolitos que sufren gran pérdida por medio del sudor (3,7,19). Sin embargo en este estudio los valores no sufrieron cambios significativos después del trabajo, subiendo ligeramente de  $96.52 \pm (9.70 \text{ D.E})$  a  $98.17 \pm (7.67 \text{ D.E})$  meq/l.

El burro a diferencia del caballo y otros animales domésticos suda en menor grado, lo que podría explicar la falta de hemoconcentración y de los electrolitos investigados (5).

Kohn encontró también un aumento del Cl en caballos después del

ejercicio (12). La causa de este comportamiento se puede deber al movimiento interno de líquidos y electrolitos intracelulares, extracelulares y transcelulares reponiendo los electrolitos perdidos a través de varias vías (7).

En conclusión puede decirse que en el burro si hay cambios significativos en algunos elementos hemáticos (hematocrito y proteínas plasmáticas) debidos al trabajo realizado. En cambio en los electrolitos investigados los resultados no son concluyentes. Este estudio no autoriza a afirmar que el burro reaccione en forma similar al caballo en cuanto a los componentes sanguíneos investigados.

El número de animales estudiados fue pequeño y es necesario seguir haciendo estudios con grupos más numerosos sobre este tema, controlando diversas variables que aquí no se tomaron en cuenta como son: sexo, edad, clima, alimentación de los animales etc. También se recomienda realizar pruebas de funcionamiento renal.

El esfuerzo que estos animales realizan llega a ser excesivo, por lo que se deberán tomar en cuenta las condiciones requeridas para su recuperación, para el mejor desempeño del trabajo de dichos animales.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## LITERATURA CITADA

- 1.- Benjamin, M.N.: Manual de patología Clínica en Veterinaria. Ed. Limusa, México, D.F., 1984.
- 2.- Blood, D.C., Henderson, J.A. y Radostits, O.M.: Medicina Veterinaria. Quinta edición. Ed. Interamericana, México, D.F., 1986.
- 3.- Carlson, G.P. and Mansman, R.A.: Serum electrolyte and plasma protein alterations in horse used in endurance rides. J. Am. Vet. Med. Ass. 155 (3) 262-264 1974.
- 4.- Carlson, G.P. and Rumbaugh, G.E.: Physiologic alterations in the horse produced by food and water deprivations during periods of high environmental temperatures. Am. J. Vet. Res. 40. 982-985 1979.
- 5.- Desert Research Institute: Heat stress and the burro. In: Hutchins, P. and B.: The Definitive Donkey, University of Nevada Press, Nevada E.U.A., 1969.
- 6.- Divers, T.J., Freeman, D.E., Ziemer, E.L. and Becht, J.C.: Interpretation of electrolyte abnormalities in clinical disease in the horse. Proceedings of the thirty second annual convention of the American Association of Equine Practitioners, Nashville, Tennessee, 1986. 69-80. American Association of Equine Practitioners. Philadelphia (1987).
- 7.- Dukes, H.H. y Swenson, M.J.: Fisiología de los animales domésticos. Ed. Aguilar, México, D.F., 1981.
- 8.- Ensminger, M.E.: Producción Equina. Cuarta edición. Ed. Ateneo. España, 1973.
- 9.- Fuentes, H.E.: Farmacología y Terapéutica Veterinarias, Ed. Interamericana, México, D.F., 1985.
- 10.- Goth, A.: Farmacología Médica, Principios y Conceptos. Undécima edición. Ed. Doyma, Barcelona, España. 1981.
- 11.- Guyton, A.C.: Fisiología y Fisiopatología básicas. Segunda edición. Ed. Interamericana, México, D.F., 1985.
- 12.- Kohn, c.w., Muir, W.W. and Sams, R.: Plasma volume and plasma extracellular fluid volume in horse at rest. Am. J. Vet. Res. 39: 871-875 1978.
- 13.- Kreyszig, E.: Introducción a la Estadística Matemática, Principios y Métodos. Ed. Limusa, México, D.F., 1973.

- 14.- Laguna, J. y Piña, G.E.: Bioquímica. Tercera edición. Ed. La Prensa Médica Mexicana, México, D.F., 1981.
- 15.- Murey, L. e Izquierdo, M.: Manual de Técnicas de Laboratorio del Instituto Mexicano del Seguro Social. Ed. Subdirección Médica del IMSS, México, D.F., 1978.
- 16.- Perkin, E.: Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Ed. Perkin Elmer, Connecticut, E.U.A., 1982.
- 17.- Rodríguez, G.F.: Parámetros hemáticos de los caballos de la policía metropolitana antes y después del servicio. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1990.
- 18.- Rojas, J.C.: Análisis de los electrolitos séricos: Na, K, Cl, Mg y Ca en la mula, clínicamente sana del municipio de Tetla, Tlaxcala. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1987.
- 19.- Rose, R.J., Purdue, R.A. and Jensley, W.: Plasma Biochemistry alterations in horses during an endurance ride. Eq. Vet. J. 9 (3) 122-126, 1977.
- 20.- Serrano, S.E.: Alteraciones de fluidos y electrolitos en caballos en la prueba de los 100 km. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1983.
- 21.- Serrano, S.E., Armendariz, F.R. y Rosiles, M.R.: Cambios hemáticos y electrolíticos en caballos sometidos a la prueba de resistencia de los 100 Km. Veterinaria México, 19: 19-23 (1988).
- 22.- Steel, R.G.D. and Torrie, H.J.: Principles and Procedures of Statistics a Biometrical Approach. 2nd ed. Mc Graw Hill, New York, 1980.
- 23.- Sumano, H.L. y Ocampo, L.C.: Farmacología Veterinaria. Ed. Mc Graw Hill, México, D.F., 988.
- 24.- Svendsen, E.D.: El Cuidado del Burro. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, FMVZ. México, D.F., 1989.
- 25.- Williamson, H.M.: Normal and abnormal electrolyte levels in the racing horse and then effect on performance. J. S. Afr. Vet. Ass. 45 (4) 335-340, 1974.