

109
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

CONTENIDO DE SODIO Y POTASIO EN SANGRE Y PELO DE CABALLOS CLINICAMENTE SANOS

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
HERNANDEZ HERNANDEZ MARTHA LILIA

Asesores; MVZ. RENE ROSILES MARTINEZ
MVZ. PEDRO OCHOA GALVAN





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.

CONTENIDO

		Página
1	RESUMEN * * * * *	1
2	INTRODUCCION * * * * *	2
	SODIO * * * * *	4
	POTASIO * * * * *	4
	SANGRE * * * * *	7
	DESHIDRATACION Y SUDOR * * * *	7
	DIARREA * * * * *	8
	EJERCICIO * * * * *	8
	EDAD * * * * *	10
	SEXO * * * * *	10
	EFECTO ESTACIONARIO * * * * *	11
	EFECTO NUTRICIONAL * * * * *	11
	PELO * * * * *	13
	EFECTO NUTRICIONAL * * * * *	14
	EDAD * * * * *	15
	SEXO * * * * *	15
	HERENCIA Y RAZA * * * * *	16
	COLOR * * * * *	16
	LOCALIZACION DEL CUERPO * * *	16
	ESTACION * * * * *	17
	OTROS FACTORES * * * * *	17
3	MATERIAL Y METODOS * * * * *	19
4	RESULTADOS * * * * *	22
5	DISCUSION * * * * *	25
6	CONCLUSIONES * * * * *	32
	LITERATURA CITADA * * * * *	33
	CUADROS * * * * *	39

1 RESUMEN

Hernández Hernández Martha Lilia : Contenido de Sodio y Potasio en sangre y pelo de caballos clínicamente sanos. (Asesorado por : MVZ. René Rosiles-Martínez ; MVZ. Pedro Ochoa Galván).

Se muestrearon 43 equinos de la Secretaría de Protección y Vialidad del Distrito Federal, en 4 diferentes Delegaciones Políticas, obteniéndose muestras sanguíneas y de pelo ; posteriormente en el Laboratorio de Toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM., se prepararon las muestras para la determinación del contenido de electrolitos---sodio y potasio; mediante un proceso de digestión ácida para las muestras sanguíneas y de incineración para el pelo. Las concentraciones finales se obtuvieron mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica, los parámetros fueron estudiados por un análisis de Varianza agrupandose por la edad y sexo, para el establecimiento de parámetros de referencia de animales que vivan en condiciones similares a las del Distrito Federal. También se realizó una evaluación con los parámetros notificados en la literatura. Se establecieron concentraciones de 152.61 mEq/L, de sodio en sangre y 1122.39 mEq/Kg, de sodio en pelo ; 71.36 mEq/L, de potasio sanguíneo y de 555.27--mEq/Kg, de potasio en pelo. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas por la edad o el sexo ($P > 0.05$).

2 INTRODUCCION

Los équidos a pesar de ser primordialmente animales de trabajo --- como sucedía en la antigüedad, continúan teniendo importancia para el hombre ya sea como: deporte, estética y lujo o como medio de transporte en sitios inaccesibles para vehículos de motor. Económicamente también se a observado que al exigírseles trabajos más especializados, éstos han elevado su valor intrínseco y se comprueba lo anterior por el elevado precio que se paga en la práctica de la clínica.

Las constantes fisiológicas son base de la clínica Veterinaria -- entre las cuales, las sanguíneas son de suma importancia para el diagnóstico de diferentes padecimientos en los animales o bien aún no existiendo un estado patológico nos prestan ayuda para conservarlos en un mejor estado y por consiguiente elevar sus funciones cualesquiera que sean a un grado óptimo; por lo que el análisis químico de la sangre es de valor insustituible para la confirmación del diagnóstico, establecer el pronóstico y el tratamiento de las enfermedades. Es necesario a su vez, para interpretar con cierta precisión los resultados, conocer la variación normal de los constituyentes sanguíneos y saber interpretar cualquier desviación significativa basándose para ésto en tablas de parámetros lo más completas posible----- (37, 47).

La detección de deficiencias, toxicidades o imbalances metabólicos son comunes en los animales domésticos debido a errores de suplementación - alimenticia; por este motivo es importante el conocimiento de los requerimientos minerales y los contenidos en los fluidos corporales, para corregir los desequilibrios y proporcionar un tratamiento adecuado(5,23,32,39).

Todos los seres vivos requieren de minerales para llevar a --- cabo sus procesos vitales, entre los más importantes se encuentran: Calcio, Fósforo, Magnesio, Sodio, Potasio, Azufre, Cloro, Hierro, Cobalto, Yodo, Manganeso, Selenio y Zinc. Estos varían notablemente en cada uno de los organismos así como, en la constitución de las células y de los tejidos vivos----- (9, 25, 42).

Las sales minerales se pueden encontrar en tres formas:

- 1.- En forma de Iones: se trata de sustancias minerales que se encuentran ionizadas en solución en el medio celular o en los líquidos -- circulantes (líquido intersticial, linfa, sangre). Interviniendo en los procesos fisiológicos.
- 2.- Bajo la forma de molécula indisociada: son elementos minerales -- del esqueleto y de los dientes.
- 3.- En combinación con compuestos orgánicos.

La sangre se constituye en un 55% por el plasma sanguíneo, el cual es ligeramente alcalino y contiene: diversos gases, proteínas, hidratos de carbono y otras sustancias orgánicas y en un 45% por los elementos celulares; de tal forma, que se han identificado más de 70 compuestos elementales constituyentes de la sangre (10,20,25,48).

El sodio y el potasio constituyen el 95% o más de las bases totales del plasma sanguíneo. Debido a que son, extraordinariamente importantes para el mantenimiento de la ósmosis de los fluidos corporales y por tanto, del volumen de los compartimientos líquidos, así como, del equilibrio ácido-básico normal (4,26,41).

La brecha anionica ($Ag = (Na + K) - (Cl + HCO_3)$), de la misma forma ha sido utilizada en el diagnóstico, pronóstico e indicador de invalances metabólicos (16).

SODIO (Na^+)

Constituye la fracción más abundante del total de cationes en los fluidos extracelulares (plasma hemático, linfático, secreciones, entre otros), siendo por el contrario escaso en los hematíes. Se le halla en forma de: cloruros, fosfatos y carbonatos en todos los tejidos y líquidos orgánicos. Entre sus funciones, se le encuentra asociado en gran parte al cloro y al bicarbonato en la regulación del equilibrio ácido-básico, actuando en el mantenimiento de la presión osmótica de los líquidos y en el mantenimiento de la isotonia del cuerpo; de ésta forma protege al organismo contra pérdidas de líquido, para la preservación de la estabilidad normal de los músculos y de la permeabilidad de las células, por lo que es preciso para el mantenimiento de la excitabilidad de los tejidos(1,18,28,29).

Se le ha encontrado en los líquidos con concentraciones plasmáticas de: 132- 146mEq/L, Tasker(45), 146- 152mEq/L, Jastremski y Ferrabee(24) y concentraciones intracelulares de 10 mEq/L, Gallina(13).

POTASIO (K^+)

Constituye el principal catión del líquido intracelular con una concentración plasmática de: 2.4- 4.7mEq/L, Tasker(45); 4.4mEq/L, Jastremski y col.(24). Encontrándose en abundancia en los hematíes con concentraciones intracelulares hasta de: 150mmol/L, Myllye y Hende(31).

También de gran importancia extracelular debido a su influencia -- sobre la actividad muscular, donde es el principal catión y en especial sobre la actividad del miocardio, así como, de actuar en la función de sistemas enzimáticos y en algunas otras células del cuerpo. En unión del calcio participan en la permeabilidad de la membrana celular y sobre la acción --- diastólica del corazón (18,25,28).

Estos minerales son fácilmente absorbidos desde el tracto intestinal, con una reabsorción del 90% y una pérdida diaria del 10% del líquido-- en las heces.

El Na se difunde dentro y fuera del Intestino Delgado (ID) dependiendo de la salinidad del contenido intestinal, también se transporta activamente fuera de la luz en el ID y el colon por bombas que al parecer están localizadas en las paredes basilaterales de las células del íleon y el yeyuno. En el colon, el Na es bombeado hacia afuera y el agua se mueve pasivamente con él, de nuevo a lo largo del gradiente osmótico. El transporte -- activo de Na es importante entre otras cosas porque atrae la absorción de la glucosa, aminoácidos y otras sustancias, viéndose éste facilitado por la acción de la Hormona Aldosterona sobre el ID (9,18,24).

La mayor parte del movimiento de K a través de la mucosa gastro--- intestinal es debido a difusión, por lo que el movimiento neto del K resulta proporcional a la diferencia de potencial entre la sangre y la luz intestinal; sin embargo, existe cierta secreción de K al interior de la luz --- intestinal como parte del componente del moco (1,13,20,26).

Siendo que el volumen de orina filtrada llega a ser hasta de ----- 23Lts/día sin embargo, aproximadamente el 88% del agua filtrada en el riñón es reabsorbida, por lo que la excreción total de solutos en los fluidos corporales, no se ve afectada (4,13,42).

La mayoría de los mecanismos de transporte activo responsables de la resorción de solutos particulares, se encuentran localizados en los túbulos proximales en el riñón. El Na es transportado activamente fuera -- del líquido renal en su mayoría en el túbulo distal y túbulos colectores en un 65% sin embargo, difunde pasivamente desde la luz del túbulo al interior de las células epiteliales del mismo y es bombeado activamente desde ellos al espacio intersticial; éste crea un medio local hiperosmótico en los espacios y el agua se mueve pasivamente hacia él desde las células, provocando la reabsorción osmótica de agua (9,10,13,18,26).

Al parecer se encuentran dos bombas de Na separadas en los túbulos renales: una bomba electrógena, dado que expulsa iones Na de carga positiva y en consecuencia, contribuye al mantenimiento de la electronegatividad del interior de la célula; la otra es una bomba de intercambio acoplado, -- puesto que transporta un ion K al interior de la célula, por cada ion Na que transporta al intersticio. La proporcionalidad que es especialmente -- aparente en el caso de la resorción de Na, ha sido llamada balance glomerulotubular. En enfermedades renales crónicas especialmente cuando ésta asociado a una acidosis, puede ocurrir un agotamiento del Na debido a que existe una escasa resorción tubular y pérdida del Na para amortiguar los ácidos (10,29,42).

La concentración plasmática del Na esta regulada por la Hormona -- Aldosterona y la Hormona Antidiurética (ADH); los mineralocorticoides suprarrenales como la Aldosterona, incrementan la reabsorción tubular del Na en asociación con la secreción de K e hidrógeno. Cuando la concentración de Na en el plasma disminuye, se estimula la secreción de Aldosterona e impide la secreción de ADH. De tal forma, que la Aldosterona incrementa la reabsorción tubular renal y la absorción intestinal de Na mientras que, la inhibición de ADH aumenta la pérdida de agua urinaria. Estos factores incrementan la concentración de Na en el plasma retornándolo a la normalidad, ocurriendo a la inversa si la concentración de Na plasmático se incrementa. Los factores que regulan y que intervienen en la secreción de Aldosterona -- parecen ser: la ACTH, la renina del riñón y un efecto estimulante directo del alza o una caída del Na plasmático sobre la corteza supra renal ----- (1, 9,13,26).

La concentración de K plasmático se regula en forma menos eficientemente por los riñones y en oposición al Na es decir, mientras el Na es absorbido, el K es excretado y visceversa. Mucho del K filtrado es removido del líquido tubular por resorción activa en los túbulos proximales y luego secretado en el líquido por las células tubulares distales. En ausencia de factores complicantes, la cantidad secretada es aproximadamente ---- igual a la ingestión de K y se mantiene el balance del mismo(1,18,42).

Entre los factores que influyen en la tasa de filtración glomerular y en la excreción de Na, independientes de la Aldosterona son: la presencia o falta de diuresis osmótica y los cambios en la resorción tubular de Na-- (1, 4, 9, 27).

El contenido de éstos elementos en sangre, pueden modificar o variar por diferentes factores, como son: deshidratación, sudor, vómito, diarrea, ejercicio, edad, sexo, alimentación, efecto estacionario y otros.

DESHIDRATACION Y SUDOR

Cuando el caballo realiza algún trabajo extenuante, se produce una elevación de la temperatura corporal, como los caballos no jadean normalmente, el único camino para la disipación del calor producido es la evaporación, siendo el sudor la vía principal de la termoregulación(26,42).

Como el sudor contiene iones de: K, Ca, Mg y en mayor proporción de Cl y Na, por lo que después de un ejercicio prolongado se pueden presentar deficiencias de cualquiera de éstos electrólitos. Esto provocaría que con el sudor se perderían grandes cantidades de ClNa, de no ser por que estos iones, son reabsorbidos de la secreción inicial antes de que llegue a la superficie del cuerpo, siendo tan bajas como 5mEq/L, de cada ion. Por otra parte cuando la intensidad de secreción va incrementando progresivamente, la intensidad de reabsorción no aumenta proporcionalmente: de manera que la concentración de ClNa en el sudor puede alcanzar casi el valor que contiene en el plasma (1,28,29,30).

Otras sustancias que se pierden en el sudor incluyen: urea y ácido láctico. La Aldosterona disminuye los iones de Na y Cl en el sudor, con lo cual se conservan en los líquidos corporales (9,18,20).

Por un proceso de deshidratación disminuye el líquido del compartimiento extracelular, por lo que el líquido intracelular sale junto con el ion K aumentando su nivel plasmático pero, disminuyendo posteriormente debido, a su excreción por la orina y sudor. En caso de que continuara la deshidratación, la función renal disminuiría aumentando los niveles del K

plasmático pudiendo alcanzar niveles posteriormente cardiotoxicos. En el fenómeno de hemoconcentración se produce un aumento del nivel de Na y K, --- pudiendo ocultar así una posible deficiencia(16,21,24,27,30,31,33,37).

Hintz y Schryver(23), mencionaron que debido a una exudación prolongada los niveles incrementados del K en suero indicaron una retención apreciable del mismo en los riñones dado que, las sales son fácil y prontamente disponibles así mismo, también se pudo encontrar un incremento del K en su sudor debido a una depresión crónica; sin embargo, encontraron que existió poca alteración en el nivel plasmático del Na.

DIARREA

Es una de las principales causas de deshidratación con pérdidas de líquido y electrolitos de diferentes grados e intensidad, siendo hasta del 25 - 30% del volumen del líquido intra y extracelular; por lo que se calcula, se requiere de 20 - 40lts/día de soluciones con un adecuado balance --- electrolítico para reemplazar su pérdida(1,24,33,45,47).

EJERCICIO

Cuando el aporte sanguíneo y de oxígeno es insuficiente en los músculos, se produce un fenómeno de glicólisis anaeróbica y acidosis metabólica; factores que dañan las membranas celulares dejando salir iones de K que dificultan su restauración por la bomba de Na y K. Las células musculares liberan iones de K que actúan como un potente vasodilatador, mecanismo por el cual la irrigación muscular aumenta al efectuar un ejercicio ----- (21,27,30,31,37,43).

Es discutible el hecho de ofrecer agua a los animales que estén sujetos a un periodo de ejercicio dado que, la absorción del agua por el ID es dudosa por que, la mayor afluente sanguínea se encuentra distribuida --- hacia: los músculos esqueléticos, cerebro, miocardio ventricular y diafragma con un decremento en el flujo renal; mas aún, en el periodo restante el flujo sanguíneo es restaurado al tracto esplénico facilitandose de ésta --- forma la absorción de los líquidos y demás sustancias(27,30,33).

Serrano, Rosiles y Armendaris(37) y Parks con Manohar(34), observaron posterior a una prueba de resistencia, un incremento de los niveles plasmáticos de Na y K con respecto a sus basales; Harris(21), a su vez analizó que posterior a un ejercicio extenuante se notó un pico de elevación del K sérico durante periodos cortos. En una oposición Lucke y Hall(27),-- encontraron en la misma prueba, un decremento en el nivel de K sérico con respecto a sus basales, sin que observaran alteraciones en los niveles del Na. Sommer y Szemes(44), descubrieron que la respuesta al ejercicio no es siempre la misma dado que, mientras en unos animales se incrementaron los niveles de K plasmático, en otros disminuyeron, sin embargo, no detectaron alteraciones en el nivel del Na. También se ha analizado el cambio sufrido en los electrólitos plasmáticos con respecto a los niveles basales en caballos que realizaron diferentes actividades. Craig, Hintz y Soderholm(6),-- mencionaron que los caballos de polo reflejaron cambios similares a los observados en caballos de carreras ó sometidos a pruebas de resistencia; de tal forma, observaron un incremento en el nivel del Na plasmático y una caída de los niveles normales del K. Esto lo atribuyeron a que el Na refleja el cambio en el balance del fluido extracelular.

Gaola y Ferlazzo(14), observaron que las alteraciones sufridas en los niveles de electrólitos dependieron, del tipo de ejercicio al que fué sometido el animal, de tal forma, que el nivel del K sérico se incremento en diferente grado de acuerdo, a pruebas de galope y transporte; pero el nivel del Na sanguíneo aumento con el ejercicio al galope, mientras que su nivel disminuyo con el transporte.

	SODIO	UNIDAD	POTASIO	UNIDAD	AUTOR
A. D. P	130	mEq/L	5.26	mEq/L	Serrano y col. (37)
D. P.	165.6	"	6.89	"	"
A. D. P.	143.9	mmol/L	3.69	mmol/L	Lucke y col. (27)
D. P.	142.2	"	3.38	"	"
A. D. P.	136.0	mmol/L	4.3	mmol/L	Craig y col. (6)
D. P.	138.0	"	3.7	"	"

EDAD

Después del nacimiento existe un predominio de los fenómenos asimilativos de los materiales alimentarios y la masa celular aumenta de tamaño posteriormente, se atraviesa por un periodo llamado madurez y finalmente durante la vejez ocurre el predominio de la catabolia sobre la anabolia, con una disminución de la superficie de absorción con la consiguiente alteración de las funciones celulares (18,26,36).

El efecto de la edad, es un factor que se ha considerado afecta en la distribución y contenido de electrólitos. En la práctica equina se dificulta la interpretación de resultados hematológicos y bioquímicos de recién nacidos dado que, los valores son comparados con los obtenidos de animales adultos (9,11,22,36).

Diversos autores han encontrado diferencias en las concentraciones plasmáticas de electrólitos entre los animales jóvenes con respecto a los animales adultos, sin embargo, éstas diferencias son atribuidas a: efectos alimentarios, actividad metabólica y a la particularidad de cada individuo (2, 11, 16, 36).

SEXO

En ocasiones anteriores se han estudiado a hembras en diferentes periodos de su vida reproductiva para tratar de establecer diferencias en el contenido plasmático de Na y K sin embargo, no se han establecido por la forma de parto (normal y cesarea) ni por la etapa de lactación (19,38).

Harvey y Hambright(22), realizaron una evaluación de los parámetros hematológicos normales en hembras ponies encontrando, que estos fueron muy elevados con respecto a los caballos pura sangre.

EFEECTO ESTACIONARIO

En recientes estudios realizados en equinos se ha encontrado que los niveles del Na sanguíneo, tienden a elevarse con respecto a sus basales durante el mes de enero llegando a ser de 4896.0mg/L y bajos durante junio con 3864.0mg/L. Por el contrario el K se muestra incrementado en su valor en junio 306.0mg/L y bajo en enero 247.0mg/L (22,34,39).

Este efecto es un fenómeno nutricional que se nota con un alto suministro de Na en los alimentos durante el otoño e invierno y un alto contenido de K en el forraje verde durante el verano (17,22,34,39).

EFEECTO NUTRICIONAL

El Na y K de la economía son tomados de la fuente alimenticia y dado que, los alimentos vegetales proveen de cantidades reducidas de Na, pero un exceso de sales de K, esto estimula que las necesidades de Na sean más elevadas; por lo que es conveniente suministrar de 15- 20grs. de ClNa en la dieta diaria de los équidos (25,36,46).

En reciente estudio se ha evaluado el : rendimiento, metabolismo y alteraciones de electrólitos; donde se pudo apreciar que la presencia del Mg en la dieta, interfirió con el menor consumo, retención y digestibilidad del K. También se establecieron parámetros de pérdida de sodio por orina y heces de: 993mEq/día y 116mEq/día respectivamente, sin observarse cambios significativos en la química sanguínea (19,31,34,39,46).

Quando existe una reducción de sal en el alimento, se provoca: una pérdida de peso en el individuo, retraso del crecimiento, deshidratación, reducción del consumo de agua y disminución en la producción de leche. La concentración de Na plasmático queda disminuida provocando una secreción aumentada de Aldosterona y como consecuencia una reducción en la filtración glomerular de Na, lo anterior estimula que se produzca un incremento en la concentración de K en orina pero con esto, un déficit total de K en el cuerpo (1, 47).

Una de las principales causas de toxicidad por sal en los animales es por, la toma de agua salina como única fuente de agua ó una ingestión excesiva de sal después de un periodo de privación de la misma, como consecuencia, ésto provoca un incremento en la ósmosis extracelular con niveles plasmáticos elevados de Na; de continuar puede llegar a terminar en: edema cerebral y deshidratación intra celular. Como signología puede presentarse desde poliuria, polidipsia y ansiedad, hasta ataques tónico-clónicos, deshidratación, espasmo muscular y muerte (8,26,34,39).

Un marcado incremento o decremento en la concentración de K en los fluidos extracelulares son acompañados de disturbios en la irritabilidad -- muscular, función del miocardio y respiración, además de tener un efecto importante sobre muchas enzimas, fosforilación oxidativa y metabolismo energético; pero con efectos mínimos sobre los compartimientos líquidos. Dado que el 97% del K esta dentro de la célula puede presentarse un considerable déficit total en el cuerpo sin ningún cambio ó incluso sin un aumento en su concentración plasmática (20,23,26,42).

Las deficiencias de K se pueden presentar por la administración -- prolongada de diuréticos, vómitos, diarrea, sudor excesivo, exudación, tención, alcalosis y elevada secreción de Aldosterona, presentandose: anorexia, debilidad muscular generalizada y parálisis, irritabilidad o depresión hipotención y arritmias cardiacas, llegando a límites extremos ----- (1, 23, 31, 42).

Cuando la concentración de iones de K disminuye por debajo de aproximadamente, la mitad de lo normal, suele producirse parálisis muscular o por lo menos intensa debilidad muscular. Esto se origina por hiperpolarización de las membranas de las fibras musculares nerviosas, que impide la --- transmisión de potenciales de acción. Por otra parte, cuando la Aldosterona falta, la concentración del ion K puede aumentar mucho por encima de sus niveles normales. Si se eleva hay grave toxicidad cardiaca, incluyendo debilidad de contracción y arritmias, que se manifiestan claramente; una concentración aún mayor de K inevitablemente es causa de muerte cardiaca--- (1, 18, 29).

PELO

Ha sido propuesto por diferentes autores que el estudio de los minerales almacenados en el organismo, también pueden ser estimados mediante los análisis del pelo, ya que la identificación de desequilibrios de minerales es un tanto un proceso difícil. Para esto, se ha sugerido que los análisis de minerales de : forrajes, sangre o sus fracciones de algunos tejidos o faneras (hueso, biopsia de hígado, muestras de pelo y de otros tejidos) se utilicen en la detección de deficiencias minerales. El análisis de minerales en muestras de pelo como indicador del estado mineral ha sido estudiado y sugerido por diferentes autores (5,32,34,39).

En México existe muy poca información sobre los perfiles de minerales en diferentes tejidos de equinos de diferente raza y mantenidos bajo diferentes condiciones de manejo y de alimentación.

La formación del pelo es una actividad metabólica separada del resto del tejido. Los elementos minerales, son depositados en la matriz del pelo dentro de periodos cortos y éstos a su vez son removidos por la actividad del metabolismo (34).

El pelo es formado sobre un eje dentro del folículo piloso y crece a una velocidad de 0.2 a 5 mm/día, durante esta formación es expuesto a la circulación sanguínea, linfa y fluido extracelular. Cuando se acerca la caída del pelo, el cuero cabelludo es removido desde los sitios de activi-dad metabólica y sufre queratinización. La queratina contiene bisulfuro el cual une en mayor grado a los minerales en los sitios específicos de unión- (5, 8).

La idea del análisis químico del pelo no es nuevo, de tal forma -- que se ha utilizado y considerado como indicador confiable del contenido mineral del cuerpo (32).

El analizar el contenido mineral del pelo tiene una ventaja en comparación con el análisis de la sangre, dado que, sus valores son más estables y no están sujetos al temperamento del animal, como es la respuesta al stress. Esto quiere decir, que refleja la condición fisiológica del animal aún pasadas de 6 a 8 semanas, dependiendo de la particularidad de crecimiento del pelo. Las muestras son obtenidas más fácilmente, depositadas, transportadas, guardadas cómodamente y no se deterioran fácilmente--- (32, 39).

Los minerales traza tienden a ser más concentrados en pelo, que en muchos otros tejidos o fluidos del organismo (sangre, suero y orina) y su concentración permanece constante relativamente día con día, acumulandose - por lo menos 10 veces más que en sangre (5,12,32,39).

El análisis del pelo puede ser ayuda para detectar deficiencias de requerimientos minerales, estudios de la nutrición en balanceo de raciones, deficiencias de nutrimentos y como método de diagnóstico de intoxicación, --contaminación ambiental y residuos de explosiones atómicas(5,7,12,39).

La utilización del pelo es un muestrario de los estratus, aparece como una variedad con cada elemento estudiado ya que los diferentes tipos de pelo poseen un contenido específico en cantidad y clase de oligoelementos. El contenido del pelo en; Na,Ca, P, Mg, Fe,Mn, K, Zn y Cu no es el mismo siempre sino, que fluctua de acuerdo con las condiciones y disposiciones del organismo, época del año, edad de los animales, gestación, etapa de lactación, raza, localización del cuerpo, color, herencia, sexo, estado reproductivo y estado de salud general del animal(5,7,25,32,39).

EFECTO NUTRICIONAL

Ha sido interesante considerar el efecto nutricional en la concentración de los minerales en el pelo, existen datos de la utilización del análisis del pelo para la elaboración de dietas balanceadas en el ganado;-- por lo que la búsqueda de datos que indiquen las concentraciones de ciertos elementos en el pelo con relación a la suplementación alimentaria es constante (32,34,39).

El contenido de plomo(pb) y arsénico(As) en el pelo son estudiados para evaluar las concentraciones proporcionadas en la dieta y como diagnóstico de intoxicación por éstos minerales (5).

Narasimhalu y Mckae(32),expusieron que no existe uniformidad en el contenido mineral del pelo de animales, aún dentro de cada raza, así como, tampoco se nota efecto nutrimentario en la concentración de éstos elementos.

Friendship y Wilson(12),mencionaron que los niveles de minerales depositados en el pelo aumentaron con la concentración mineral en el alimento como en el caso del Se y el Zn e inclusive existió una acumulación selectiva en los tejidos como con el caso del Mn; sin embargo, concluyeron mencionando que la media de los minerales concentrados en el pelo no reflejaron una relación con los niveles suministrados en la dieta ni con los concentrados en el tejido corporal (5, 20, 34).

EDAD

Se ha considerado importante el análisis de minerales del pelo de animales en diferentes etapas de su vida así mismo, se han observado concentraciones promedio altas en animales recién nacidos de minerales Na y K, Ca y Cu con respecto a los parámetros reportados en los animales viejos(39).

SEXO

Se han mencionado alteraciones en la función reproductiva de los animales, al detectar niveles elevados de Zn y Mg contenidos en el pelo---- (39).

HERENCIA Y RAZA

Este es un efecto que interfiere en la determinación de la concentración de referencia en la cuantificación de minerales tanto en sangre -- como en el pelo, debido a que en la mayoría del ganado sus progenitores no son conocidos . Se han encontrado diferencias significativas en el contenido mineral del pelo de : K,Ca,Mg, Fe y Mn entre el ganado producido en diferentes explotaciones (5, 32).

COLOR

Combs y Goodrich(5) y Narasimhalu y col.(32), en sus estudios nos expusieron que la concentración de minerales traza en el pelo no fueron --- grandemente influenciados por el color del mismo; sin embargo, que el pelo pigmentado en mayor intensidad tendieron a ser más concentrados en su contenido de minerales Na, Ca, Cu y K.

LOCALIZACION DEL CUERPO

El efecto de la variación en el contenido mineral del pelo por la localización anatómica del cuerpo del animal, puede ser debido a las diferentes superficies de contaminación, a los ciclos de crecimiento del pelo, la dieta y las diferencias en la textura del mismo. También, se ha mencionado que la dureza del pelo en el cuerpo no es la misma siempre, como en el caso de los localizados en cola y frente dado que son muy tiesos y tos--cos en comparación con los del resto del cuerpo, por lo que los minerales--tienden a concentrarse en mayor proporción (5,32,34)

En otro artículo se menciona que es posible la detección de desvia--ciones de valores de minerales específicos analizando las muestras de pelo--además, se menciona que el cuello, flancos y lomo son los sitios dónde se encuentran concentrados en menor proporción en relación con los otros siti--os del cuerpo (32).

ESTACION

Los efectos estacionarios dependen y afectan el grado de crecimiento del pelo, así como, cambios causados por el sudor de la piel. Se ha comentado que los efectos estacionarios en el contenido mineral del pelo pueden ser un reflejo de los cambios nutrimentarios además, se hace notar que en los meses de verano se observan concentraciones más altas de Na y K. Esto en un efecto culla causa puede deberse en parte al incremento del sudor de los animales durante los meses más calurosos (5,32).

Por otro lado Sippel y Flowers(39), observaron que el Na y K tienden a ser más estacionarios, manteniendo niveles más elevados durante los meses de invierno (diciembre y febrero), en relación con el resto del año.

Es importante mencionar que los animales que se encuentran en malas condiciones físicas tienen todos los promedios hematológicos y bioquímicos bajos (34,39).

OTROS FACTORES

El pelo es un indicador de exposición a metales pesados ya sea por efecto nutrimentario o exposición ambiental, dependiendo de factores como la edad, sexo y largo del pelo pero, que no siempre tienen que ser correlativos con los del suero sanguíneo. Por último, se han detectado correlaciones entre los minerales contenidos en pelo, siendo entre el K y Mn ; Na y Mg (5, 34, 39).

HIPOTESIS

Los valores del contenido de sodio y potasio en sangre y pelo de caballos de México son diferentes, en relación a los informados en otros--- países.

OBJETIVOS

- Evaluar la concentración de los electrólitos sodio y potasio en sangre y pelo de caballos, de acuerdo a su edad y sexo.
- Comparar los valores de referencia propuestos por autores de literatura extranjera, con los obtenidos en este estudio.
- Establecimiento de éstos parámetros como referencia de animales--- que vivan en condiciones climáticas y alimenticias del Distrito--- Federal.

3 MATERIAL Y METODOS

Este proyecto experimental se realizó en el laboratorio de Toxicología del Depto. de Patología de la F.M.V.Z. de la Universidad Nacional---Autonoma de México.

Se recolectaron las muestras sanguíneas y de pelo de 43 equinos de diferentes caballerizas pertenecientes a la Sria. Gral. de Protección y Vialidad del Distrito Federal. Los animales fueron escogidos al azar de 4 Delegaciones Políticas (Iztapalapa. Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo y Tlalpan).

Las muestras fueron obtenidas durante los meses de mayo y junio. Se escogieron animales sanos que estuviesen trabajando rutinariamente; el cual consiste en vigilancia nocturna en su zona y agrupamiento antimotines. Su alimentación estuvo formulada de acuerdo con las funciones que desempeñaron, a base de forrajes y concentrados en raciones proporcionadas con base a su peso corporal.

Para la obtención de la muestra sanguínea se presionó la vena yugular e introdujo una aguja con doble punta, en el extremo libre de la aguja se introdujo en los tubos al vacío Vacutainer con anticoagulante EDTA----- (Sal disódica del ácido tetraacético de etilendiamina), a razón de 10.0mg por cada 10.0ml de sangre(3).

Las muestras de pelo se recolectaron de la región del dorso de la base de la cola, lo suficiente para recolectar 2 gramos; ayudandose para esto de unas tijeras e introduciendose posteriormente en bolsas de polietileno para su transporte y conservación hasta su preparación en el laboratorio.

Una vez obtenidas las muestras sanguíneas fueron sometidas a un proceso de digestión ácida el cual consistió en : la agregación de ac. nítrico y ac. perclórico a razón de 2cc. de sangre por 3cc. de ac. nítrico y 1cc. de ac. perclórico.

Las muestras de pelo se lavaron con un detergente no ionico. A continuación se introdujeron en una estufa a una temperatura de 90 a 100°C durante un promedio de tres horas para el secado de las muestras, posteriormente en un Crisol se estandarizaron los pesos para trabajar con cantidades conocidas; a continuación, se introdujeron en la Mufia donde se incineraron a una temperatura de 450°C., durante un periodo de 8 horas.

Las cenizas se suspendieron igual que el digerido de la sangre a un volumen conocido.

El calculo de las concentraciones finales se realizó tomando en cuenta las diluciones finales y su lectura en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica. El manejo del instrumento fué de acuerdo, a las especificaciones del Manual de métodos analíticos para la Espectroscopía de Absorción Atómica del fabricante. ***

Las concentraciones finales se obtubieron al multiplicar el factor de dilución de la muestra con la lectura en el instrumento.

Los resultados de sodio y potasio en sangre se organizaron por la edad y sexo de los animales, formandose dos grupos de edades:

I	1 -- 8 años	17 observaciones
II	9 años o más	26 observaciones

Los datos también se clasificaron por el sexo obteniendose los siguientes grupos :

I	machos	28 observaciones
II	hembras	15 observaciones

La información se analizó mediante un análisis de Varianza incluyendo en el modelo el efecto de la edad y sexo de los animales; así como el efecto de la correlación entre ambos.

Se utilizó un análisis estadístico similar para los resultados obtenidos de sodio y potasio en el pelo (35).

La exposición de los resultados se realizó mediante la utilización de cuadros y gráficas.

Los resultados se reportaron en mEq/L (miliequivalentes / Litro), por ser una medida de concentraciones estándar mundial, que es utilizada -- por muchos investigadores.

4 RESULTADOS

En el cuadro 1, se anotan los valores de Na y K, tanto en sangre-- como en el pelo de caballos estudiados en el Distrito Federal. Se señala su: identificación, edad, sexo y los valores obtenidos (mEq/L) de Na y K en sangre y pelo.

Se señala que el valor mínimo encontrado de Na sanguíneo fué de 91.14mEq/L, en el grupo de los machos jóvenes y el más alto de 195.54mEq/L₂ en el grupo de las hembras adultas; para el Na contenido en el pelo el valor mínimo fué de 325.0 mEq/Kg, en el grupo de machos adultos, mientras - que el valor máximo de 3184.39 mEq/Kg, en el grupo de las hembras adultas.- Por otro lado los valores encontrados de K sanguíneo tuvieron como valor -- mínimo 24.61 mEq/L, en el grupo de los machos jóvenes y el valor máximo de 109.91 mEq/L, en el grupo de los machos adultos. Las concentraciones de K en pelo, el valor mínimo observado fué de 86.31 mEq/Kg, en el grupo de los machos jóvenes y el valor máximo, de 1425.65 mEq/Kg, en el grupo de hem--- bras jóvenes.

Como se puede observar en el cuadro 1, la concentración promedio - de Na sanguíneo fué de 152.61 mEq/L, con una dispersión de 18.70 unidades.- Se observa que el promedio entre los grupos de animales no existe una diferencia estadística significativa ($P > 0.05$). Así mismo los valores del error estándar (S), se encuentran en un rango reducido de dispersión.

En la gráfica 1, se observa el comportamiento del contenido de Na- en sangre. En la evaluación por edades, se distingue una concentración de 154.41 mEq/L, para los animales- jóvenes y de 151.44 mEq/L, para el grupo de los animales adultos, no encontrándose diferencia estadística significati- va ($P > 0.05$). En la evaluación por sexo se observó una concentración- de 150.86 mEq/L, para los machos y 155.88 mEq/L, para las hembras, siendo éstas diferencias no significativas ($P > 0.05$).

En el cuadro 2, se aprecia una concentración promedio de Na en el pelo de 1122.39 mEq/Kg, con una dispersión en el error estándar de 611.02-- unidades, existiendo una mayor diferencia entre los valores medios de los grupos con respecto a la media grupal. Así en el caso de las hembras jóvenes con 957.12 mEq/Kg y las hembras adultas con 1349.09 mEq/Kg, observándose un rango de mayor dispersión en el error estándar entre los grupos.

El comportamiento de los grupos en el contenido de Na en el pelo se encuentran en la gráfica 2. En la evaluación por edades se observa un alza en los valores de los promedios en el grupo de los animales adultos -- 1132.39 mEq/Kg, en comparación al grupo de los animales jóvenes 1107.10---- mEq/Kg. Sin embargo éstas diferencias no son estadísticamente significativas a ($P > 0.05$). En la evaluación por sexo, se identificaron valores promedios bajos en el grupo de los machos 1084.93 mEq/Kg, sin embargo éstas diferencias no son significativas ($P > 0.05$). También se detectó que existe una elevación en los promedios de los machos jóvenes en comparación al grupo de los machos adultos; pero éstas diferencias tampoco fueron estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

El contenido promedio de K sanguíneo se observa en el cuadro 3,--- siendo de 71.36 mEq/L, con una dispersión de 18.99 unidades en el error estándar, no apreciándose diferencias estadísticas significativas($P > 0.05$).

La evaluación por el sexo del contenido de K sanguíneo se encuentra en la gráfica 3, Se identificaron las concentraciones promedio más altas en los grupos de hembras jóvenes con 74.74 mEq/L, y en los machos adultos con 72.72 mEq/L. Mientras los valores mínimos se encontraron en los grupos de las hembras adultas con 68.76 mEq/L, y machos jóvenes con ----- 69.52 mEq/L, sin notarse diferencias estadísticas significativas entre los grupos de edades ($P > 0.05$). En la evaluación por sexo, se manifestó un patrón similar de comportamiento con 71.46 mEq/L, los machos y 71.15-- mEq/L, las hembras no detectándose diferencias significativas entre ambos-- ($P > 0.05$).

El contenido promedio de K en el pelo se observa en el cuadro 3,-- siendo de 555.27 mEq/Kg, con una dispersión de 356.09 unidades. Se puede distinguir una mayor dispersión entre los valores promedios y del error estándar. En la gráfica 4, se observan las concentraciones promedios más elevadas de K en el pelo, en el grupo de las hembras jóvenes 778.16 mEq/Kg- y las concentraciones más bajas en el grupo de los machos adultos con 455.18 mEq/Kg. En la evaluación por edades, el contenido de K en pelo se apreció, que el grupo de los animales jóvenes se mantuvieron altas concentraciones-- 642.58 mEq/Kg, en relación a los animales adultos 498.18 mEq/Kg. Sin embargo, no existieron diferencias estadísticas significativas entre estos ----- ($P > 0.05$). De igual forma en la evaluación por sexo, el grupo de las hembras permaneció con concentraciones elevadas 658.89 mEq/Kg en relación - al grupo de los machos 499.15 mEq/Kg, aunque dichas diferencias no fueron - estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

a evaluación de los coeficientes de correlación, entre el contenido Na y K sanguíneo y de pelo, se encuentran en el cuadro 4, donde se observa que los efectos correlativos de la concentración entre el Na y K sanguíneo fué negativa, siendo significativa a ($P < 0.05$) Para el contenido de Na sanguíneo y K en el pelo, la correlación fué positiva y estadísticamente significativa a ($P < 0.05$). También se determinó la correlación entre el contenido de Na y K en el pelo; siendo esta la de valor más alto y significativa a ($P < 0.01$).

Por último, en el cuadro 5, se identifican los promedios de los grupos por edad y sexo de los caballos; así como, los intervalos de confianza de cada grupo, donde se puede apreciar que todos los promedios de grupo quedan dentro de los rangos de confianza por lo que no existe una diferencia estadística significativa entre estos ($P > 0.05$).

5 DISCUSION

Tanto en el campo de la investigación biológica como en el de la clínica, el Médico Veterinario tiene dificultades para interpretar y valorar diversas patologías clínicas. Esto es debido, a que las diversas fuentes de información carecen de datos ciertos ó de acuerdo, con la condición real de los animales explotados en México. En nuestra medio generalmente se toma como norma las constantes que señalan autores de literatura extranjera; de tal forma que es casi imposible que éstos datos puedan ser utilizados, debido a que las condiciones en que fuéron obtenidos son diferentes a los factores que condicionan el medio en que trabajamos. Tales factores son: temperatura ambiente, altitud, sexo, alimentación, función zootécnica tipo de trabajo, entre otros.

Estos factores son los que obligan a la necesidad de contar con parámetros de animales sanos de acuerdo a nuestras condiciones reales y a la altura de la Ciudad de México (2240 m.s.n.m.), a fin de corroborar dicha información.

A pesar de encontrarse pocos trabajos sobre el estudio mineral del pelo, existe controversia en la información de tal forma que mientras unos autores mencionan que el pelo es una muestra confiable, otros, opinan que el análisis mineral del pelo no es lo indicativo del estado nutricional y metabólico del animal; ya que son muy variados los factores que influyen en su concentración y que también puede reflejar alteraciones por la contaminación de la capa superficial de minerales contenidos en: orina, heces, sudor, alimento y substancias en el aire (5,12,32).

Se ha propuesto el estudio de diferentes tejidos para establecer un patrón de comportamiento de minerales de tal forma, se han analizado tejidos como: hígado, huesos, fluidos corporales (sangre, linfa, líquido raquídeo, entre otros) y pelo.

Cuando se requiere hacer una evaluación de algún electrólito en los fluidos ó tejidos corporales, es importante recordar que pueden ser detectados en los diferentes constituyentes sanguíneos: sangre entera, linfa, suero o plasma y en los eritrocitos; por lo que hace importante evaluar la información de cada uno de los investigadores y valorar el tipo de muestras que utilizaron en su estudio. Esto es una variable, que aún siendo el mismo elemento, se le pueda encontrar en diferente concentración en los constituyentes sanguíneos (25,37).

En el presente estudio se observaron concentraciones de Na en sangre entera de 152.61 mEq/L. (3510.03mg/L), Serrano y col.(37), notificaron concentraciones en plasma sanguíneo de 130 mEq/L y Spector(45), promedios hasta de 152- 156 mEq/L. Por otro lado Kolb y Gürtler(25), han encontrado concentraciones de 200 mg/L, en sangre entera; valores que estan por debajo del parámetro notificado en este estudio.

Se encontraron cantidades de K en sangre de 71.36 mEq/L(21711.05--mg/L), mientras que en la literatura consultada se expusieron valores en suero y plasma sanguíneo de : 1.17 - 4.93 mEq/L, Tasker(45) y 5.26 mEq/L,-- Serrano y col.(37). Por otro lado Muyllie y Hende(31), señalaron parámetros de 90.0 - 104 mmol/L, intra eritrocíticamente y concentraciones en suero sanguíneo de 3.6 mmol/L. Cantidades que se encuentran ligeramente elevados a los encontrados en el presente estudio. Sin embargo Kolb y col.(25), mencionaron promedios en sangre entera de 170 mg/L; valores que se encuentran bajo los notificados en este estudio.

Se notificaron concentraciones de Na en pelo de 1122.39 mEq/Kg ---- (25814.97 mg/Kg), mientras que Sippel y Flower(39), señalaron 225 -365ppm. Las concentraciones detectadas de K en el pelo fueron de 555.27 mEq/Kg(--- 21711.05 mg/Kg), sin embargo Sippel y col(39), encontraron un rango de 497 a 1215 ppm ; pero de igual forma en ambos casos, los promedios reportados se encontraron debajo de los mencionados en el presente estudio.

Se han encontrado diferencias significativas entre todos los informes, por otro lado, como se ha mencionado anteriormente, fué diferente el tipo de muestra estudiada y diferentes las condiciones de trabajo en las que se mantuvieron a los animales.

Es conveniente recalcar, que el establecimiento de parámetros --- como las concentraciones deben indicar las variaciones normales, pudiendo también enmascarar alteraciones patológicas.

Como ya se ha indicado, la variación individual normal de cada individuo y la dieta, dificultan la interpretación de los resultados. Suplementos vitamínicos y minerales, en el manejo de los alimentos y de los animales son, condiciones que ejercen un efecto en la variación mineral. Ya se han detectado diferencias entre animales de laboratorio y de campo así como, también por los diferentes tipos de suelos donde pastorean los hatos (7, 10, 32, 39).

El efecto de la edad en el contenido mineral del suero ha sido -- estudiado e informado por Farahat y Aideen(11), y Bayer con Harvey(2),----- quienes determinaron 144 mEq/L, de Na; 4.5 mEq/L, de K y por otro lado ----- 134.6 mEq/L, de Na ; 4.0 mEk/L, de K mencionados por Gosset y French(16), - quienes a su vez descubrieron que los niveles plasmáticos de Na y K tendieron a permanecer ligeramente elevados en animales jóvenes, en relación a los animales adultos. Pero con el desarrollo corporal los niveles de K se incrementaron y los de Na disminuyeron. De forma similar la concentración-de la "Brecha anionica" se mostro elevada en neonatos, ocurriendo un incremento en el nivel de Na pasadas 4 semanas de vida; ésto se atribuyo a que existe una mayor actividad metabólica de los animales jóvenes y a la diferencia del balanceo nitricional: concentrado mixto, granos y substitutos-de leche entera (11, 15, 30).

Mundt(30), observó en un estudio realizado con caballos de mediana edad (7 - 17), que fueron sometidos a ejercicio extenuante, no mostraron cambios significativos para los niveles de Na y K; concluyendo que ésto -- fué debido, a que sus constantes tienden a ser más estables que en los animales adultos.

En el presente trabajo no se encontraron diferencias estadísticas-- significativas de las concentraciones sanguíneas para el Na y K ($P > 0.05$). Se detectaron niveles sanguíneos para el Na de : 154.41 mEq/L(3551.43---- mg/L), los jóvenes y de 151.44 mEq/L(3483.12mg/L), los animales adultos y para K 71.36 mEq/L (2790mg/L), los animales jóvenes y 71.35 mEq/L (----- 2789.78 mg/L), en los adultos.

El efecto del sexo en el contenido mineral de la sangre lo notificó Hcadam y Dell(19), Sevcik con Elecko(38), quienes declararon que no detectaron cambios significativos en los contenidos sanguíneos del Na y K en hembras. Por la forma de parto, etapa de gestación ó lactación. Sin embargo Tasker(45) y Gromadzka y Ostrowska(17), si apreciaron diferencias-- entre los parámetros sanguíneos de Na y K en los individuos de diferente se xo, aún de la misma edad. Al respecto Gromadzka y col.(17), en el mismo trabajo concluyen aclarando que las diferencias entre los rangos apreciados fueron debido más a un efecto estacionario. Por otro lado Harvey y ----- Hambright(22), analizaron que caballos ponies siguieron un patrón de concen tración diferente, por lo que al comparar sus parámetros con los de caba--- llos pura sangre, se pudo apreciar que los valores de K sanguíneo se mos-- traron significativamente altos comparados con los de referencia 132 -140-- mEq/L. Esto se puede atribuir ha que los rangos cambian de acuerdo, a la forma de mantenimiento, trabajo de los animales y tipo de alimento, aspectos que algunos autores no especifican (17, 22).

En el presente estudio en los valores sanguíneos de Na no se determinó que existiera una diferencia estadística significativa. Un patrón similar se observó en las concentraciones de K sanguíneo ($P > 0.05$). Detectándose parámetros de Na sanguíneo de 150.86 mEq/L (3469.78 mg/L), para los machos y de 155.88 mEq/L (3585.24 mg/L), en las hembras; y concentraciones para K sanguíneo de 71.46 mEq/L (2794.08 mg/L), en los machos y 71.15 mEq/L (2781.96 mg/L), para las hembras.

Respecto al efecto de la edad en el contenido mineral del pelo ---- Friendship y Wilson(12), confirmaron que no existe relación alguna entre los niveles de elementos traza establecidos entre neonatos y sus madres.--- También se observó que no existe correlación de los niveles minerales contenidos en el pelo con relación a los contenidos en los fluidos corporales.-- Sin embargo Combs y Goodrich(5), expusieron que el contenido mineral del pelo en los animales jóvenes puede ser más elevado en su concentración de Na, K, Ca, y Cu en relación a los animales viejos que poseen cantidades elevadas en Zn, Mn y Fe. De igual forma Sippel y col.(39), observaron la misma variación en el contenido mineral del Na y K en el pelo de los animales, notificando concentraciones de 404 ppm, de Na y 1054 ppm, de K en potros y de 551 ppm, de Na y 1215 ppm, de K en animales destetados y 348 ppm, de Na con 1054 ppm, de K en añejos. En cambio las hembras mostraron 365 ppm, de Na y 685 ppm, de K los garranes con 225 ppm, de Na y 497 ppm, de K en el pelo.

En el presente estudio se distinguió que los animales adultos mantuvieron promedios más elevados de Na en pelo 1132 mEq/Kg (2644.97 mg/Kg), con respecto a los animales jóvenes 1107.10 mEq/Kg (25463.3 mg/Kg). Sin embargo , en el grupo de los animales jóvenes se encontraron las concentraciones de K más elevadas 642.58 mEq/Kg (25124 mg/Kg), con respecto a los animales viejos con 498.18 mEq/Kg (19478.83 mg/Kg), pero en ambos casos - no existe una diferencia estadística significativa ($P > 0.05$).

El efecto del sexo en el contenido mineral del pelo fué estudiado-- por Hintz y Schryver(23), en su estudio no encontraron algunas diferencias-- significativas en las concentraciones de minerales Na y K en el pelo. ---- Sippel y col.(39), por su parte observaron alteraciones en la función repro-- ductiva de los animales al detectar niveles elevados de Zn y Mn en el pelo de los animales. Así mismo detectaron un incremento en las concentraciones de los electrólitos en las hembras 353 - 365 ppm, para el Na y 685 ppm, en el K con respecto a los machos de 225ppm, de Na y 497 ppm, de K. De la misma manera, en el presente análisis se ha identificado que el grupo de las hembras se mantuvieron los promedios de concentración más elevados para el Na en el pelo 1192.30 mEq/KG (27422 mg/Kg), a comparación del grupo de los machos 1084.93 mEq/Kg (24953.39 mg/Kg). El nivel de K en el pelo siguió un comportamiento similar al distinguirse más elevados en el grupo de las hembras 658.89 mEq/Kg (25762 mg/Kg), a diferencia de los machos ---- 499.15 mEq/Kg (19516.76 mg/Kg). Sin embargo éstas diferencias, en ambos-- casos no mostraron significancia estadística ($P > 0.05$).

El efecto de la correlación entre minerales fué estudiado por ---- Narasimhalu y McKae(32), quienes concluyeron en su análisis que, no observa-- ron correlación entre el Na y K contenidos en suero y pelo. De igual forma Sippel y col.(39), mencionaron que entre los minerales almacenados en san-- gre y pelo, el Na y el K fueron los más estables manteniendo un coeficiente de correlación menor comparado con otros minerales. A diferencia en el pre-- sente trabajo, se determinó un patrón de distribución diferente. Esto quie-- re decir, que por cualquier factor que modifique la concentración del Na en sangre ésta afectará en forma opuesta en la concentración del K sanguíneo,-- siendo significativa a ($P < 0.05$). Sin embargo, cuando por alguna alte-- ración los niveles sanguíneos de Na se modifiquen aumentando ó disminuyendo las concentraciones del K en el pelo responderán de la misma forma siendo-- ésto significativo a ($P < 0.05$). Por último, se observó que al modifi-- carse las concentraciones del Na en el pelo se modifican en la misma forma-- las concentraciones de K en el pelo. O sea que ambos minerales están condi-- cionados a las alteraciones sufridas por los mismos efectos y cuya signifi-- cancia es ($P < 0.01$).

Estos resultados son básicos y se pueden utilizar como referencia - en aquellos animales que se sujeten a un esfuerzo extenuante, entrenamiento o cambios por patologías como: deshidratación por diarreas, vómitos, privación de agua, sudoración. alteraciones de la permeabilidad vascular (hidro torax y ascitis) entre otros. Por lo que los cambios en la concentración de minerales en sangre, se ve afectada principalmente como lo mencionan en la literatura por: factores de tipo alimentario y por efecto del ejercicio. Sin embargo el pelo tiende a ser más estable y aunque son muchos los factores los que influyen se ve afectado en mayor grado por el efecto alimentario. Por lo que el efecto de la edad ó el sexo no tiene significancia estadística y no afectan en el contenido mineral sanguíneo y del pelo.

6 CONCLUSIONES

En el presente estudio se determinó que el contenido de sodio y --- potasio contenidos en sangre y pelo de caballos domésticos de diferentes -- zonas del Distrito Federal, no sufrieron cambios en sus concentraciones por influencia de la edad o el sexo de los animales. Siendo no significativo-- ($P > 0.05$).

Los valores obtenidos en el presente estudio, al no sufrir ninguna- variación por efecto de la edad o el sexo, se pueden utilizar como referen- cia, para aquellos animales que vivan en condiciones similares a las del Distrito Federal.

Se observó un efecto correlativo entre el contenido de minerales de sangre y pelo, siendo negativa entre el sodio y potasio sanguíneo. También se encontró una correlación positiva entre el sodio sanguíneo y el potasio- del pelo. Así mismo, una correlación positiva entre el contenido de sodio y potasio almacenados en el pelo.

Los resultados del presente estudio difieren con los de la literatu- ra citada; ésto pudo ser debido a las variantes del tipo de muestra, las condiciones climáticas, alimenticias y de mantenimiento de los animales.

LITERATURA CITADA

- 1.- Anderson, W.A.D.: Anderson's Pathology. 8a ed. Vol. 1 Ed. by --- John M. Kissane The C.V. Mosby Co., St. Louis Missouri , 1985.
- 2.- Baver, E.J., Harvey, W.J. and Asquith, R.L.: Clinical chemistry-reference values of foals during the first year of life. -----
Eq. Vet. J., 16 : 361 - 363 (1984) .
- 3.- Benjamin, M.M.: Manual de Patología Clínica Veterinaria. Limusa, - México, D.F., 1984.
- 4.- Coles, H.E.: Veterinary Clinical Pathology. W.B. Saunders, ----- Philadelphia, 1967.
- 5.- Combs, K.D. and Goodrich, D.R.: Mineral concentrations in hair as indicators of mineral status: a review. J. Anim. Sci., 54 :----- 391 - 398 (1982) .
- 6.- Craig, L., Hintz.F.M. and Soderholm,L.V.: Changes in blood constituents accompanying exercise in polo horses. Cornell Vet., 75: ---- 297 - 302 (1985) .
- 7.- Doi, R., and Nakaya, K.: Metal content in the fur of domestic and -experimental animals. Bulletin of Environmental. Cont. and --- Toxic. , 37 : 213 - 218 (1986) .
- 8.- Doxey, D.L.: Veterinary Clinical Pathology. Bailliere Tindall, -- London, 1971.
- 9.- Dukes, H.H.: Physiology of Domestic Animals. 9a. ed. Cornell ---- University Press , Ithaca, 1977.

- 10.- Duncan, J.R. and Prasse, W.K.: Veterinary Laboratory Medicine. -- Clinical Pathology. 2a. ed. The Iowa State University Press Ames, Iowa, 1978.
- 11.- Farahat, A.A. and Aideen, K.: The content of calcium, phosphorus, sodium and potassium in the foetal and maternal blood of goats--- (Capra hircus).Egypt.J. vet. Sci., 18 : 19 - 25 (1981).
- 12.- Friendship, R.M. and Wilson, M.R.: The concentrations of copper, -- zinc, manganese and selenium in the hair of newborn piglets and their dams. Can J. Comp. Med. , 49 : 308 - 310 (1985).
- 13.- Gallina Blanca Purina : Sodio, cloro y potasio. Cuadriservicio -- Vepe de Purina., 2 : 5 - 8 (1989).
- 14.- Gaola, G. and Ferlazzo. H.: Serum electrolytes in the San Fratellano horse after physical exercise. Archivio Vet. Italiano., 54: 122 - 126 (1983).
- 15.- Geiser, D.R. and Goble, D. : Normal hematology and serology of the Clides - dale draft horse. Eq. Pract., 6 : 7 - 11 (1984).
- 16.- Gossett, A.K. and French, D.D.: Effect of age on anion gap in -- clinically normal quarter horses. Am. J. vet. Res., 44 : 1744 --- 1745 (1983).
- 17.- Gromadzka, A. and Ostrowska.: Three - year study on trace mineral concentration in the plasma of Shetlan pony mares. ----- Com. Bioch. and Phys., 82 : 651 - 660 (1985).
- 18.- Gyton, C.A.: Tratado de Fisiología Médica. 5a. ed. Interamericana, México, D.F. 1977.

- 19.- Hcadam, P.A. and Dell, O.: Mineral profile of blood plasma of --- lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 65 : 1219 - 1226 (1982).
- 20.- Harper, A.H.: Manual de Química Fisiológica. 5a. ed. El Manual - Moderno, México, D.F., 1976.
- 21.- Harris, P.: Alterations in plasma potassium concentrations during- and following short-term strenuous exercise in the horse. ----- J. Psychol., 46 : 376 - 379 (1986).
- 22.- Harvey, B.R. and Hambright, B.M.: Clinical biochemical and hema-- tologic values of the American miniature horse: Reference values. Am. J. vet. Res., 45 : 987 - 990 (1984).
- 23.- Hintz, F.H. and Schryver, H.F.: Potassium metabolism in ponies. - J. Anim. Sci. , 42 : 637 - 643 (1976).
- 24.- Jastremski, M. and Ferrabee, W.J.: Fluid replacement in the treat- ment of dehydration from diarrhea in the horse. J. Am. vet. med. Ass., 128 : 153 (1956).
- 25.- Kolb, L. and Gürtler, H.A.: Fisiología Veterinaria, 2a. ed. ----- Acribia, Zaragoza, España, 1971.
- 26.- Kolmer, A.J.: Diagnóstico Clínico por los Análisis de Laboratorio- 2a. ed. Tomo I. Interamericana , México, D.F., 1954.
- 27.- Lucke, J.N. and Hall, G.M.: Biochemical changes in horses during- a 50- mile endurance ride. Vet. Rec., 102 : 356 - 358 (1978).
- 28.- Medway, W. and James, E.P.: Patología Clínica Veterinaria, 2a.ed. Unión Tipográfica Editorial Hispanoamericana , México, D.F., 1973.

- 29.- Morros, S.J. : Elementos de Fisiología., 9a. ed., Tomo I. Ed. --- Científico Médica., Barcelona, España, 1967.
- 30.- Mundt, E.: Minerals metabolites and enzymes in serum of horses -- after long- term submaximal exertion, compared with values given in the literature. Praktische tierarz., 67 : 871 - 879 ----- (1986).
- 31.- Myllye, E., Hendee, van den C. and Nuytten, J.: Potassium concentration in equine red blood cell: Normal values and correlation - with potassium leveles in plasma. Eq. vet. J., 16 : 447 -449 --- (1984).
- 32.- Narasimhalu, P. and Mckae, K.B.: Disposition of hair minerals at four different body sites of hereford cows. Can J. Am. Sci., 66: 1141 - 1144 (1986).
- 33.- Parks, M.C., Manohar, M.: Distribution of blood flow during moderate and strenuous exercise in ponies (Equus caballus). Am. J. -- vet. Res., 44 : 1861 - 1866 (1983).
- 34.- Payan, R.M. and Díaz, N.R.: Contenido de minerales en suero, pelo de capa y pelo de cola de bovinos Holstein, Hereford, Cebu y Pardo Suizo bajo diferentes condiciones ambientales y de manejo. -- Téc. Pec. Méx., 45 : 61 - 66 (1985).
- 35.- Reyes, C.P.: Bioestadística Aplicada. Trillas, México, D.F., 1980.
- 36.- Sato, T., Katsuichi, O. and Kubo, M.: Hematological and biochemical values of thoroughbred foals in the first six months of life.- Cornell Vet., 69 : 3 - 19 (1978).
- 37.- Serrano, S.E., Rosiles, M.R. y Armendariz, F.R.: Cambios hemáticos y electrofíticos en caballos sometidos a la prueba de resistencia de los 100 kilómetros. Vet. Méx., 19: 19 -23 (1988).

- 38.- Sevcik,A. and Elecko,J.: Efect of parturition some components of mineral metabolism in cows. Folia Vet., 24 : 89- 101 (1980).
- 39.- Sippel, L.W., Flowers,J. and Farrell, O.J.: Nutrition consulta---
tion in horses by aid feed, blood and hair analysis. Edited by: -
Am. Ass. Eq. Prac. Co., Proceeding of the 10Th. annual Conven---
tion., Denver, Colorado (1964).
- 40.- Soliman,M.K. and Nadim, M.A.: Calcium, sodium and potassium leve-
ls in the serum and sweat of healthy horses after strenous exerci
se. Zbl. Vet.Med., 14: 53 - 56 (1967).
- 41.- Spector, W.S.: Handbook of biological data. W.B. Saunders , -----
Philadelphia , 1956.
- 42.- Spinetti, B.M.: Manual de bioquímica. Ed Científico- Médica , ---
Barcelona, España, 1959.
- 43.- Sreter, F.A.: The effect of systematic training on plasma electro
lytes, haematocrit value and blood sugar in thoroughbred race ---
horses. Can J. Biol. and Phys., 37 : 237 - 240 (1959).
- 44.- Sommer, H. and Szemes, A.: Influence of racing on the concentra--
tion of minerals in blood serum of racehorses [Zum Einfluss der -
rennbelastung auf den minerals to ffgchalt im blufserum von galo-
ppern] . Tierärztliche Umschau., 37 : 759 - 763 (1982).
- 45.- Tasker,J.B.: Fluid and electrolytes studies in the horse. I. -----
Blood values in 100 normal horses. Cornell Vet., 56 : 67 - 76 ----
(1966).

- 46.- Tasker, J.B.: Fluid and electrolyte studies in the horse. III. --
Intake and output of water, sodium and potassium in normal horses.
Cornell Vet., 57 : 649 - 657 (1967).
- 47.- Weisberg, F.H.: Water, electrolytes and acid- base balance. -----
Williams & Wilkins, Baltimore, 1953.

VALORES DE SODIO Y POTASIO EN SANGRE Y PELO DE CABALLOS ENCONTRADOS EN EL DISTRITO FEDERAL

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

IDENT. P. SUR	EDAD AÑO	SEXO	SODIO		POTASIO	
			(mEq/L)	(mEq/Kg)	(mEq/L)	(mEq/Kg)
24	7 "	M	147.77	1761.58	89.354	810.67
32	4 "	M	156.52	433.97	77.685	116.898
71	7 "	M	151.63	353.26	56.937	86.317
98	3 "	M	173.64	1587.07	47.314	1414.239
103	8 "	M	165.16	1469.58	85.358	785.869
174	8 "	M	91.14	1389.05	79.763	600.236
194	5 "	M	187.23	1656.95	24.616	684.750
217	7 "	M	160.71	802.61	85.378	661.476
242	5 "	M	160.71	1199.86	56.937	620.204
409	6 "	M	143.64	1883.70	76.023	297.95
P. GAM.	1 "	HEMBRA	165.16	971.38	58.120	420.146
166	6 "	H	143.64	1237.27	71.835	333.292
169	8 "	H	143.64	657.68	94.629	1338.804
203	6 "	H	173.64	1576.09	79.763	1425.658
226	5 "	H	156.52	547.40	62.595	489.168
397	5 "	H	156.52	752.88	81.521	66.913
274	18"	MACHOS	126.14	325.0	56.937	141.304
7	10"	M	135.05	581.52	54.980	351.662
9	9 "	M	120.82	1181.00	98.46	779.584
63	10"	M	129.62	1035.42	76.023	402.161
70	10"	M	173.64	2560.93	24.616	881.572
75	9 "	M	160.71	1790.22	70.268	246.163
84	10"	M	135.05	944.29	94.629	202.730
113	10"	M	156.52	1547.82	83.439	767.053
148	10"	M	165.16	1359.83	68.286	663.459
164	20"	M	165.16	929.07	109.910	347.487
190	12"	M	138.75	917.80	71.835	435.300
239	17"	M	156.52	380.24	83.439	547.218
252	21"	M	167.50	1442.37	98.46	1118.414
264	19"	M	156.52	874.12	73.849	440.735
268	19"	M	160.71	454.35	38.203	174.552
347	21"	M	138.75	422.83	66.464	121.483
417	22"	M	151.63	553.42	66.464	117.35
277	15"	HEMBRA	165.16	1122.39	66.464	789.75
287	9 "	H	195.54	1921.67	85.368	863.30
47	11"	H	156.52	1219.97	66.464	609.622
97	10"	H	178.26	1319.09	26.694	706.656
112	15"	H	151.63	431.15	76.023	140.664
137	10"	H	129.62	1135.87	70.268	121.48
144	9 "	H	143.64	534.96	77.685	275.594
221	12"	H	135.05	3184.39	73.849	957.468
233	9 "	H	143.64	1272.36	76.023	749.808

CUADRO 2

CONCENTRACIONES PROMEDIOS Y ERROR ESTANDAR (S) DEL CONTENIDO DE SODIO EN SANGRE Y EN PELO DE CABALLOS DEL DISTRITO FEDERAL AGRUPADOS POR EDAD Y SEXO.

VARIABLE:

CATEGORIA	CANTIDAD	SODIO EN SANGRE (mEq/L)		SODIO EN PELO (mEq/Kg)	
		MEDIA \bar{X}	S	MEDIA \bar{X}	S
JOVENES	17	154.41	20.29	1107.10	491.99
ADULTOS	26	151.44	17.92	1132.39	679.97
MACHOS	28	150.86	19.40	1084.93	575.16
HEMBRAS	15	155.88	17.53	1192.30	688.48
MACHOS JOV.	11	153.27	24.18	1188.90	560.83
MACHOS ADUL.	17	149.31	16.22	1017.66	591.12
HEMBRAS JOV.	6	156.52	11.828	957.12	390.14
HEMBRAS ADUL.	9	155.45	21.21	1349.09	815.62
T O T A L	43	152.61	18.70	1122.39	611.02

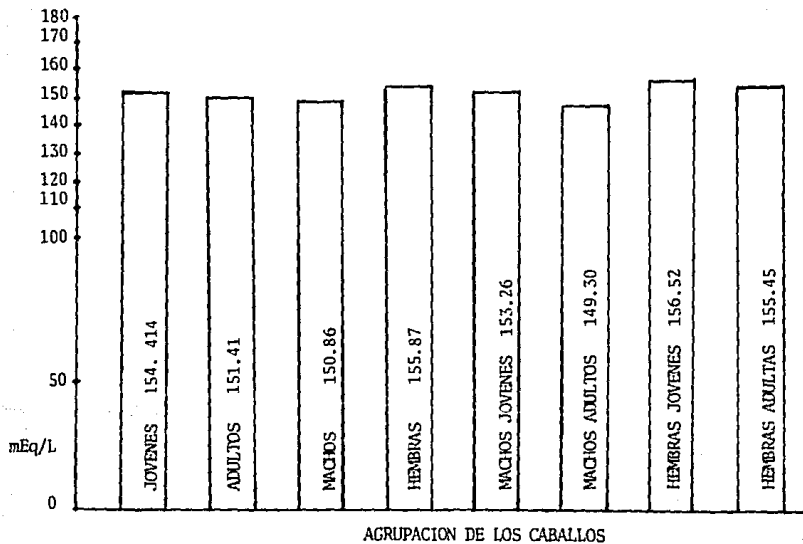
CUADRO 3

CONCENTRACIONES PROMEDIOS Y ERROR ESTANDAR (S) DEL CONTENIDO DE POTASIO EN SANGRE Y EN PELO DE CABALLOS DEL DISTRITO FEDERAL AGRUPADOS POR EDAD Y SEXO.

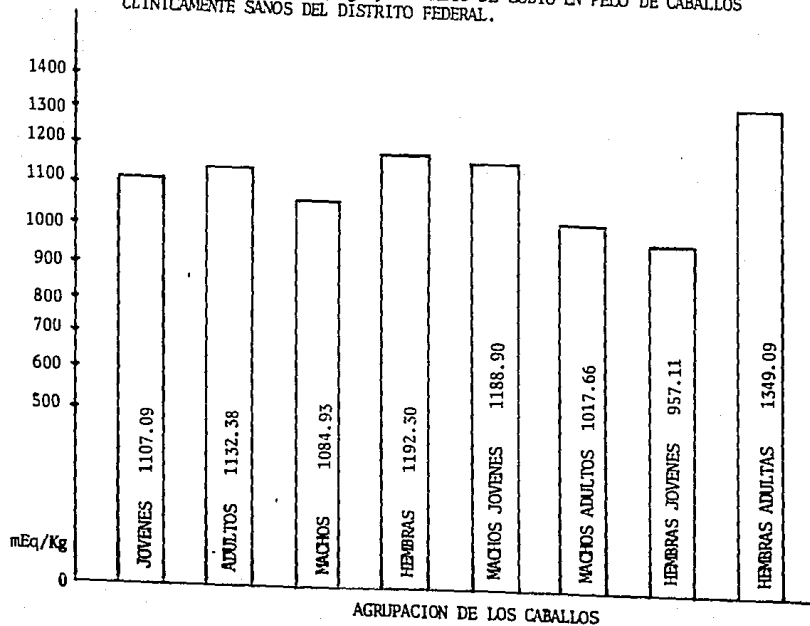
CATEGORIA	CANTIDAD	VARIABLE:			
		POTASIO EN SANGRE		POTASIO EN PELO	
		(mEq/L)		(mEq/Kg)	
		MEDIA \bar{X}	S	MEDIA \bar{X}	S
JOVENES	17	71.36	18.01	642.58	421.13
ADULTOS	26	71.35	20.02	498.18	722.41
MACHOS	28	71.46	20.95	499.15	333.79
HEMBRAS	15	71.15	15.34	658.89	387.97
MACHOS JOV.	11	69.52	20.46	568.63	388.65
MACHOS ADUL.	17	72.72	21.80	455.19	297.06
HEMBRAS JOV.	6	74.74	13.91	778.16	480.97
HEMBRAS ADUL.	9	68.76	16.84	579.37	24.07
T O T A L	43	71.36	18.99	555.27	356.09

GRAFICA 1

CONCENTRACIONES (mEq/L) PROMEDIO DE SODIO EN SANGRE DE CABALLOS CLINICAMENTE SANOS DEL DISTRITO FEDERAL.

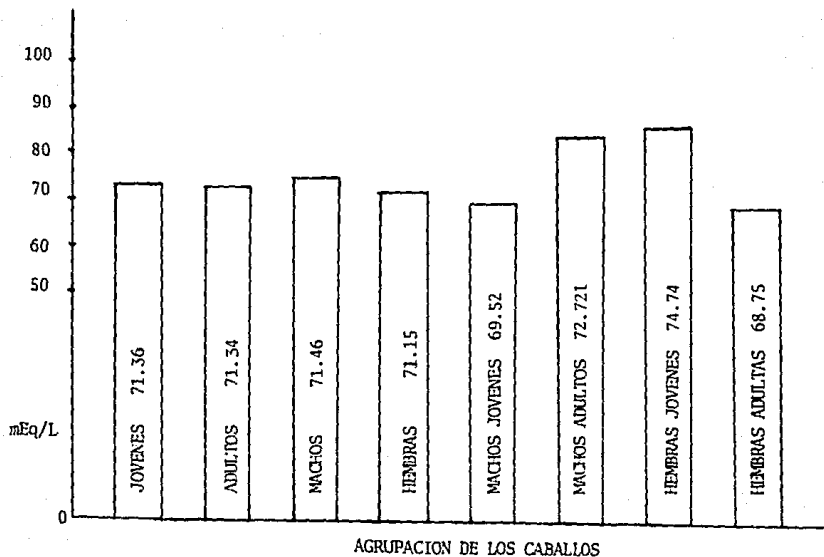


CONCENTRACIONES (mEq/Kg) PROMEDIO DE SODIO EN PELO DE CABALLOS CLINICAMENTE SANOS DEL DISTRITO FEDERAL.

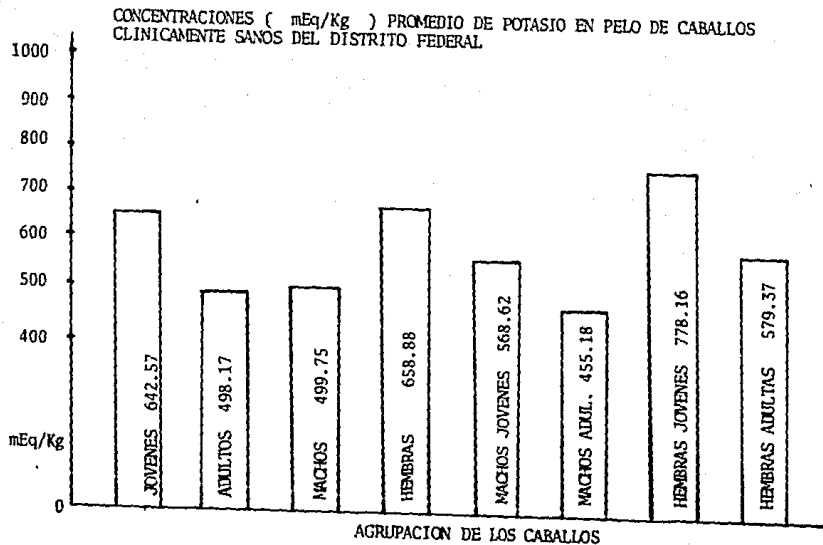


GRAFICA 3

CONCENTRACIONES (mEq/L) PROMEDIO DE POTASIO EN SANGRE DE CABALLOS CLINICAMENTE SANOS DEL DISTRITO FEDERAL.



GRAFICA 4



CUADRO 4

ANALISIS DEL COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE EL CONTE
NIDO DE SODIO Y POTASIO EN PELO Y SANGRE DE CABALLOS
DEL DISTRITO FEDERAL.

	SODIO EN PELO	POTASIO EN SANGRE	POTASIO EN PELO.
SODIO EN SANGRE	***** 0.2092 P=0.89	-0.3026 P=0.024	0.3409 P=0.013
SODIO EN PELO	*****	-0.1029 P=0.256	0.5437 P=0.001
POTASIO EN SANGRE		*****	0.0727 P=0.322

CUADRO 5

RANGOS DE LA CONCENTRACION DE SODIO Y POTASIO EN
SANGRE Y PELO DE CABALLOS DEL DISTRITO FEDERAL

	\bar{X} (mEq/L)	[$\bar{X} \pm 2 (S)$]
SODIO EN SANGRE	152.61	115.21 - 190.01
SODIO EN PELO	1122.39	99.67 - 2344.41
POTASIO EN SANGRE	71.37	33.39 - 109.35
POTASIO EN PELO	555.27	-156.91 - 1267.45

** Intervalo con 95% de confianza.