

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Y

AGROPECUARIAS

DIVISIÓN CIENCIAS VETERINARIAS



**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HIERRO  
SÉRICO TOTAL EN EQUINOS DE RAZA 1/4 DE MILLA EN SANTA  
PAULA, MUNICIPIO DE TONALÁ JALISCO.**

**Tesis profesional  
que para obtener el Título de  
Medico Veterinario y Zootecnista  
Presentan:**

**JAVIER DE LA PEÑA TOPETE  
J. CAPISTRAN DE LA PEÑA TOPETE**

**Director, MVZ. David Sánchez Chiprés.  
Asesor, MVZ. Oscar Gabriel Octavio De la Peña Topete.**

Las Agujas, Zapopan Jalisco.

Agosto de 1998.

## CONTENIDO

### Página

1	Resumen .....	X
2	Introducción .....	1
3	Planteamiento del problema .....	7
4	Justificación .....	8
5	Objetivos .....	9
6	Material y Método.....	10
7	Resultados .....	12
8	Discusión .....	20
9	Conclusión .....	23
10	Bibliografía .....	24

## RESUMEN

En la clínica veterinaria de equinos es importante para el diagnóstico de algunas enfermedades metabólicas y/o infecciosas desarrollar pruebas de laboratorio para determinar la concentración de hierro sérico. En México son pocos los reportes de estos valores, por lo que se acude a la información encontrada en el extranjero. Este trabajo se realizó en Santa Paula, Municipio de Tonalá Jalisco. para conocer la concentración de hierro en suero sanguíneo.

Para esta prueba se utilizaron 100 equinos, de diferente edad y sexo, usando la prueba de Determinación fotométrica de la concentración de hierro en suero sanguíneo. Los resultados obtenidos de los animales muestreados, fueron en valores promedio para las hembras < 2 años 180.88 mg./100 ml. , hembras > 2 años 175 mg/100ml. , machos < 2 años 181.36 mg/100 ml. , machos > 2 años 210.88 mg/100 ml. Resultando similares a los reportados por la bibliografía internacional. Por lo tanto se concluye que no hay diferencias entre los valores encontrados en el presente trabajo, con los consultados.

## INTRODUCCIÓN

A los elementos minerales se les reconocen funciones esenciales en el organismo y , por lo tanto deben estar presentes en la alimentación (7).

Estos se dividen en dos grupos:

a) Macrominerales: Calcio, Magnesio, Fósforo, Potasio, Sodio.

b) Microminerales: Cromo, Cobre, Yodo, Hierro, Zinc,

Manganeso, Selenio.(9, 10, 11).

En general los macrominerales son los que condicionan el desarrollo y la robustez del esqueleto y las pérdidas de los mismos por la sudoración.

Los Microminerales influyen notablemente sobre la fertilidad y tienen una importancia especial en los caballos.

Debido a que el esqueleto tiene tanta importancia fundamental para la actuación del caballo, sus necesidades de minerales, merecen cuidadosa atención. (5, 8, 10).

La ingestión excesiva de ciertos minerales puede ser tan lesiva como la deficiencia; en consecuencia, los suplementos minerales deben basarse en el consumo de los alimentos básicos de la dieta. Las fuentes principales de

minerales en la alimentación del caballo son los forrajes y los granos, además podemos incluir productos comerciales y suplementos. (2, 5, 10).

Los requerimientos de minerales para equinos son según N.C.R. (National Research Council, USA).

Calcio	.....27.5 mg/kg de P.V./día.
Fósforo	.....11.5 mg/kg de P.V./día.
Cloruro de Sodio	.....20 a 60 grs. por día.
Magnesio	.....13 mg/ kg de P.V./día.
Potasio	.....5-6 % de la dieta.
Hierro	.....50 mg/kg de ración.
Cobre	.....5-8 mg/kg de ración.
Cobalto	.....05 mg/kg de ración.
Yodo	......1 mg/Kg de ración.
Manganeso	.....20 mg/kg de ración.
Zinc	.....50 ppm./día.
Selenio	......1 ppm./día.

(10, 11).

## Funciones generales de los elementos minerales:

Los minerales esenciales sirven en el organismo de diferentes maneras; como constituyentes de los huesos y los dientes, le dan rigidez a las diversas estructuras del esqueleto. También forman parte de los compuestos orgánicos como proteínas y lípidos que componen los músculos, órganos, células sanguíneas y otros tejidos suaves del cuerpo. Son importantes en la activación de muchas enzimas además intervienen en una serie de funciones, como sales solubles en la sangre y otros fluidos corporales. A ellos también se debe el mantenimiento de las relaciones osmóticas y el equilibrio ácido-básico, ejerciendo efectos característicos e la irritabilidad de músculos y nervios. Muchas de sus funciones vitales se deben a una interrelación iónica que se conoce bajo las denominaciones “acción antagonista” y solución balanceada. (4, 7, 8).

Dentro de los principales minerales ( Microminerales) se encuentra el Hierro.

Este elemento desempeña un papel central dentro de los procesos vitales, en vista de que es el constituyente principal del pigmento respiratorio de

hemoglobina, el hierro es fundamental para el funcionamiento de todos los órganos y tejidos del cuerpo.

El hierro es constituyente de los transportadores de oxígeno y de los catalizadores o enzimas oxidantes. Cerca de la mitad del hierro presente en el cuerpo se encuentra en la hemoglobina.

Como los glóbulos rojos y su hemoglobina son destruidos y reemplazados constantemente, el hierro está sometido a un metabolismo muy activo.

#### Metabolismo del Hierro:

El hierro es absorbido principalmente en intestino delgado, aunque el estomago puede tomar cierta cantidad. Una vez que éste ha sido absorbido, este se encuentra retenido dentro del cuerpo y no se excreta en cantidades apreciables.(6, 7, 10).

Esto quiere decir que los animales adultos con sus reservas completas, necesitan muy poco hierro en la ración, si no hay pérdidas de sangre o estados patológicos.

El hígado es el órgano principal de almacenaje, aunque encontramos cantidades menores en médula ósea y bazo. Cuando los animales reciben

cantidades adecuadas en los alimentos, regulan en forma normal la absorción del hierro de acuerdo con sus necesidades.

Durante la gestación y el crecimiento hay un incremento en la absorción del mismo. (6, 7, 10)

#### Absorción del Hierro:

Los iones de este mineral son primeramente absorbidos por los receptores en la superficie de las células de la mucosa, pasan luego al interior por un mecanismo de transporte activo dependiente de energía.

Una vez aquí, el hierro es conducido a la superficie de las células y forma un compuesto de bajo peso molecular y transferido a través de la membrana serosa de las células por un sistema de transporte pasivo que no requiere de energía. (6, 7, 10).

El hierro restante regresa al lumen intestinal cuando las células de la mucosa se descaman de las vellosidades, además de los niveles alimentarios, otros factores que influyen en la absorción del hierro son el resto de los minerales. El hierro es conservado efectivamente por el organismo ya que las pérdidas endógenas son pequeñas. La causa principal de la pérdida de hierro son las heridas y cargas parasitarias intensas. (6, 7, 10).



### Requerimientos de Hierro y fuentes de suministro:

La necesidad dietética de mantenimiento del hierro es de 40 ppm. en caballos adultos y potros en crecimiento 50 ppm.

Los niveles de hierro en suero sanguíneo, para caballos 1/4 de milla es de  $154 \pm 34$  mg /100 ml. ..

A excepción de la leche, la mayoría de los alimentos para animales contienen cantidades suficientes de hierro, para cubrir las necesidades del organismo. Las plantas con follaje son fuentes muy ricas, así como también la mayoría de las semillas o granos. (1,10,11).

### Deficiencia de Hierro:

La escasez de hierro en la dieta produce anemias y defectos de crecimiento y se observa con más frecuencia en potros cuyo único alimento es la leche. (1,2,3,8,10).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de la práctica de la clínica equina es común la utilización de pruebas de laboratorio como métodos auxiliares para el diagnóstico.

En el caso de la deficiencia de hierro se requiere de pruebas como es ;  
Determinación Fotométrica de la concentración de hierro en suero sanguíneo.

El conocimiento de estos valores son punto de referencia que permiten al clínico de equinos, elementos para el diagnóstico.

Existe en la bibliografía mundial valores en el nivel de hierro sérico, para cada una de las razas de equinos, pero esta situación representa un obstáculo para México, ya que en este medio no hay referencias de valores para hierro en la zona, debido a que las principales fuentes de consulta son reportados por bibliografía internacional, cuyas condiciones, de medio ambiente y alimentación son diferentes y no pueden trasladarse a esta región.

## JUSTIFICACIÓN

El tener valores de nivel de Hierro Sérico, dentro de la zona de Santa Paula, Tonalá, Jalisco. El cual es un lugar con una importante población de caballos, permitirá remitir al Médico Veterinario Especialista en Equinos, a la consulta de valores más confiables y ayudarán a un diagnóstico más certero de aquellos problemas clínicos relacionados con la deficiencia de hierro, como son anemias, deficiencia en el crecimiento, las cuales constituyen un obstáculo importante para la salud de los animales y en consecuencia para el desarrollo adecuado de sus actividades zootécnicas.

Por lo tanto se requiere desarrollar y obtener valores promedio para equinos cuarto de milla mantenidos en la zona de Santa Paula, Tonalá, Jalisco.

## OBJETIVOS

### General:

Determinar la concentración de Hierro Sérico Total en el suero sanguíneo de caballos de raza cuarto de milla.

### Particular:

- a).- Relacionar niveles de hierro con sexo.
- b).- Relacionar niveles de hierro con edad
- c).- Relacionar niveles de hierro con edad y sexo.

## MATERIAL Y MÉTODO:

Para esta prueba se utilizaron 100 equinos raza cuarto de milla en el área de Santa Paula, municipio de Tonalá, Jalisco.

Todos los equinos que se usaron para esta prueba se encuentran en las mismas condiciones de alimentación (granos, Alfalfa) y no recibieron suplementos minerales durante el trabajo de investigación.

Se formaron dos grupos por edad: a) Menores de dos años.

b) Mayores de dos años.

Dos grupos por sexo. a) Hembras

b) Machos.

A los caballos utilizados para esta prueba se les tomaron las muestras de la siguiente manera:

Las muestras se tomaron por la mañana, antes de administrar alimento o salir de la caballeriza, Se tomó la muestra de sangre proveniente de la vena yugular, previa asepsia, algodón impregnado de alcohol, utilizando jeringa estéril de 10 ml. y se depositó en tubos de ensayo sin anticoagulante, Una vez recolectadas las muestras se transportaron en refrigeración hacia un laboratorio de análisis clínicos particular en donde se sometieron a la prueba de Determinación Fotométrica de la Concentración de Hierro en suero.

Cuyo Fundamento es:

En el suero , El hierro está unido a la proteína transferrina - (siderofilina), en un amortiguador de fosfato débilmente ácido, es escindido el hierro quedando las proteínas séricas en solución.

Tras la reducción con ascorbato de sodio se transforma el hierro con un reactivo específico del hierro (batofenantrolina sulfonada) en un compuesto de color rojo y se determina fotométricamente.

Los resultados se analizaron a través del método de T de student para grupos de edad y sexo y factorial para relacionar niveles de hierro con edad y sexo.

## RESULTADOS

Un total de 100 caballos de raza 1/4 de milla de Santa Paula, municipio de Tonalá fueron sometidos a una investigación clínica y de laboratorio, con el fin de establecer en esta población animal los valores de la concentración de hierro sérico, como un referente auxiliar para el diagnóstico de enfermedades por trastornos de hierro en suero sanguíneo.

Para los resultados en suero se obtuvieron los siguientes valores : Machos mayores de dos años ; mínima 130 mg/100 ml, máxima 320 mg/100 ml. Media 210.88 mg/100 ml.

Machos menores de dos años, mínimo 110 mg/100ml. máximo 290mg/100ml. media 181.36 mg/100ml.

Hembras mayores de dos años, mínimo 124mg/100ml. , máximo 270mg/100ml., media 175mg/100ml.

Hembras menores de dos años; mínimo 110 mg/100ml. máximo 298mg/100ml., media 180.88 mg/100 ml. ( Cuadro No. 3 , Gráfica No. 1)

Al realizarse el análisis estadístico de los valores reportados, se encontró que al aplicar una comparación de medias a través de la prueba de T de Student, mostró valores de significancia  $p < 0.01$  al comparar los grupos de machos mayores de dos años contra machos menores de dos años.

Así mismo al establecer la comparación de hembras mayores de dos años contra machos mayores de dos años se encontró la misma diferencia significativa.

Por lo que respecta a la comparación de los grupos de machos menores de dos años contra hembras menores de dos años no existió diferencia significativa, entre estos grupos tal y como ocurrió también al comparar hembras mayores de dos años con machos menores de dos años.

Al relacionar niveles de hierro con sexo, hierro con edad, hierro con edad y sexo, el análisis estadístico no mostró significancia.  $P < 0.05$  (Cuadro No. 4 y Gráfica No. 2)



**Cuadro No. 1**  
**CONCENTRACIÓN DE HIERRO SÉRICO EN EQUINOS MAYORES DE 2 AÑOS**

<b>Sexo</b>	<b>Edad</b>	<b>Resultado en mg/100 ml.</b>
Hembra	11 años cargada	176
Hembra	5 años	197
Hembra	6.5 años cargada	172
Hembra	3 años	137
Hembra	4.5 años	162
Hembra	5 años cargada	124
Hembra	11 años cargada	170
Hembra	12 años cargada	152
Hembra	14 años cargada	190
Hembra	3 años	133
Hembra	5 años cargada	142
Hembra	3.5 años	202
Hembra	3.5 años	264
Hembra	4 años	270
Hembra	4 años cargada	150
Hembra	4 años	220
Hembra	5 años	140
Hembra	10 años cargada	175
Hembra	7 años	145
Hembra	3 años	148
Hembra	13 años	125
Hembra	16 años	220
Hembra	5 años	160
Hembra	7 años cargada	190
Hembra	4 años	235
Macho	14 años	290
Macho	6 años	180
Macho	8 años	189
Macho	5 años	320
Macho	9 años	300
Macho	7 años	213
Macho	11 años	270
Macho	8 años	148
Macho	10 años	130
Macho	4 años	172
Macho	15 años	290
Macho	4 años	237
Macho	5 años	180
Macho	7 años	130
Macho	8 años	200
Macho	5 años	190
Macho	6 años	215
Macho	15 años	195
Macho	4.5 años	263
Macho	6 años	195
Macho	9 años	200
Macho	3.5 años	180
Macho	10 años	155
Macho	6 años	225
Macho	5 años	210

**Cuadro No. 2**  
**CONCENTRACIÓN DE HIERRO SÉRICO EN EQUINOS MENORES DE 2 AÑOS**

<b>Sexo</b>	<b>Edad</b>	<b>Resultado en mg/100 ml.</b>
Hembra	18 meses	160
Hembra	19 meses	298
Hembra	03 meses	227
Hembra	04 meses	210
Hembra	11 meses	120
Hembra	20 meses	117
Hembra	17 meses	130
Hembra	2 años	200
Hembra	22 meses	210
Hembra	21 meses	230
Hembra	2 años	185
Hembra	16 meses	142
Hembra	20 meses	168
Hembra	05 meses	180
Hembra	21 meses	215
Hembra	14 meses	240
Hembra	01 mes	110
Hembra	08 meses	130
Hembra	09 meses	150
Hembra	2 años	200
Hembra	1 año	175
Hembra	1 año	165
Hembra	19 meses	185
Hembra	20 meses	230
Hembra	17 meses	165
Macho	2 años	180
Macho	21 meses	292
Macho	22 meses	173
Macho	20 meses	152
Macho	10 meses	140
Macho	23 meses	183
Macho	2 años	205
Macho	2 años	215
Macho	23 meses	185
Macho	2 años	290
Macho	16 meses	160
Macho	06 meses	135
Macho	15 meses	145
Macho	2 meses	190
Macho	2 años	240
Macho	12 meses	116
Macho	10 meses	175
Macho	1 año	148
Macho	2 años	160
Macho	2 años	170
Macho	2 meses	110
Macho	2 años	215
Macho	18 meses	125
Macho	07 meses	150
Macho	14 meses	180

## CUADRO No. 3

## Valores de Hierro Sérico

Valores en mg./100 ml.

Edad	Media	Rango	Mínimo	Máximo
Hembras < 2 años	a180.88	188	110	298
Hembras > 2 años	b 175	146	124	270
Machos < 2 años	ac181.36	180	110	290
Machos > 2 años	abd 210.88	190	130	320

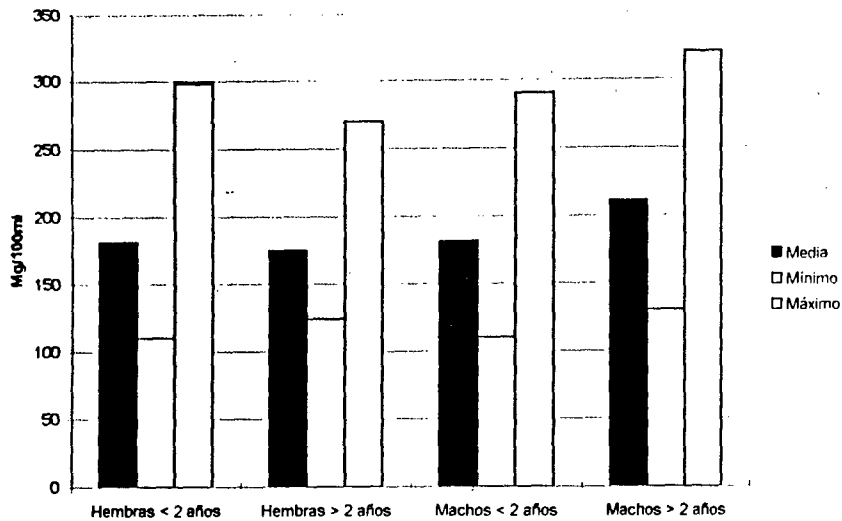
\* Literales diferentes indican diferencia significativa.  $P < 0.01$

**Cuadro No. 4****Valores de Hierro Sérico por Edad y Sexo**

	mg/100 ml
<b>Machos</b>	196.12
<b>Hembras</b>	177.94
<b>&lt; 2 años</b>	181.12
<b>&gt; 2 años</b>	192.94
<b>p &lt; 0.05</b>	<b>para todos los grupos</b>

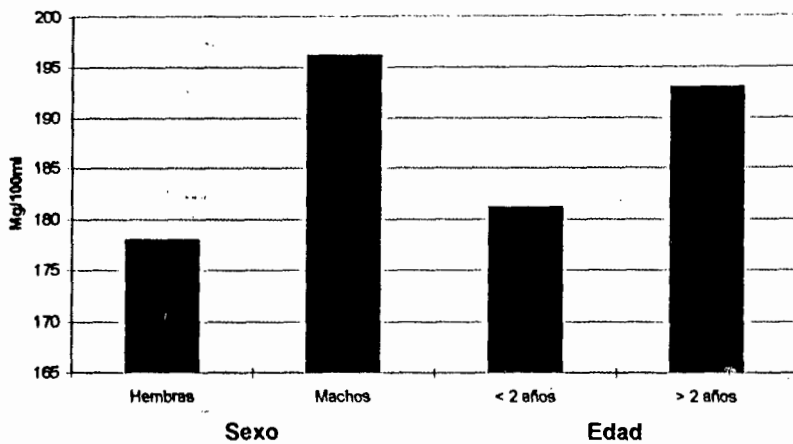
## GRAFICA No. 1

## Valores de Hierro Sérico



## Gráfica No. 2

Valor de Hierro Sérico por Sexo y Edad



## DISCUSIÓN

La importancia clínica que tiene la prueba de determinación de hierro sérico, está relacionada a problemas clínicos con la deficiencia de hierro en sangre en los equinos y que algunas de ellas parecen ser más frecuentes de lo que el clínico está acostumbrado a ver en su práctica diaria y su determinación resulta una alternativa más para el conocimiento de los problemas de hierro en los equinos dedicados a cualquier actividad zootécnica.

Uno de los problemas más frecuentes por la deficiencia de hierro, son las anemias y defectos de crecimiento.

Por esta razón es importante tener a la vista los valores normales del hierro sérico en equinos cuarto de milla, el cuál es de  $154 \pm 34$  mg/100 ml (7, 8). Los cuales serán de utilidad para el veterinario de la clínica de equinos en esta zona.

El presente trabajo se desarrolló con animales de la población de Santa Paula, muy cercano a la zona metropolitana, cuyas condiciones climáticas son de una temperatura promedio anual de  $21.11^{\circ}$  C, una precipitación pluvial promedio al año de 79.95 cc., una humedad relativa anual de 55.85 y una

altitud sobre el nivel del mar de 1660 mts. Estas condiciones favorecen y mantienen cualidades de salud similares a las reportadas en la bibliografía.

Al comparar los resultados del presente trabajo con los de la bibliografía, se encontró que esta solo reporta una concentración de hierro en general, la cual es de  $154 \pm 34$  Mg /100 ml. Y en las muestras reportadas se obtuvo 187.03 mg/100 ml, por lo tanto se encuentran dentro del rango que establece la literatura revisada.

Un aspecto importante es el que la literatura solo reporta los valores sin especificar edad y sexo, por lo que este trabajo, reconoció estas variables para observar su relación.

Por tanto en esta investigación se observó que los animales de menor edad tienen una concentración de hierro más baja que los de mayor edad y se debe a que los equinos de menor edad sintetizan mayor cantidad de hierro y lo necesitan más durante su crecimiento para sus escasas funciones metabólicas, mientras tanto los animales de mayor edad no requieren grandes cantidades de hierro siempre y cuando se encuentren en un adecuado estado de salud. En cuanto al sexo, en el estudio observamos que los machos tienen una mejor atención que las hembras, esta referida a la alimentación la cual es a base de concentrado con un 12% de proteína y alfalfa y están estabulados, mientras



que las hembras están en pastizales y en más malas condiciones físicas o bien se encuentran preñadas por lo tanto presentan una menor concentración de hierro cuya media es de 164.1 mg/ 100 ml. En lo que se refiere a la raza, observamos que también hay diferencias por ejemplo; caballo de raza Pura sangre su concentración de hierro es de 129 +/- 29, raza Arabe 163 +/- 3.31, raza Española 109 +/- 12 mg/ 100 ml. Que son las razas más comunes en nuestro medio, sin embargo no se reporta a que se debe.

Los reportes de la bibliografía no indican el tipo de técnica para determinar valores de hierro, más sin embargo dentro de la clínica de equinos, la técnica de determinación fotométrica de la concentración de hierro sérico, es la más utilizada, por lo que se optó por ella para reportar este estudio.

## CONCLUSIÓN

1.- Los resultados de la concentración de hierro en suero sanguíneo en equinos de raza 1/4 de milla, en Santa Paula , Municipio de Tonalá Jalisco, se mantiene dentro del rango normal que establece la literatura internacional . El cual es de  $154 \pm 34$  mg/100 ml, y se obtuvieron 187.03 mg/100 ml.

2.- Dentro del sexo se encontró que los machos tiene una concentración de hierro mas alta que las hembras .

3.- En cuanto a la edad observamos que los equinos de menor edad presentan una concentración de hierro mas baja que los de mayor edad.

4.- En las hembras preñadas la concentración de hierro no varia con respecto a las no preñadas siempre y cuando tengan una buena alimentación.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Amstutz E. H., Archivald J. Armour J. Blood C.D., Newberne M.P. Shoeyembos H.G. El manual Merck de veterinaria. Tercera Edición, Editorial Merck & Co., Inc. 1988. pp. 1354 - 1357.
- 2.- Blood C.D., Henderson A.J., Radostis M.O. Medicina Veterinaria. Sexta Edición. Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. 1988. pp. 1136.
- 3.- Finch C.A. : The effect of iron absorption in the rat. American Journal C.N. : pp. 22-26.(1973).
- 4.- Gunha T.J. :The mineral need of horse Feedstuffs. Horse, pp. 11-15.(1985).
- 5.- Hayes H.M. Veterinary notes for horse owner.. Editorial Stanley Paul.1981. pp. 630.
- 6.-Leavell S.B., Thourup A.Jr.O. Hematología Clínica. Cuarta Edición. Editorial Nueva Editorial Interamericana. 1978. pp. 13-20.
- 7.- Maynard A.L., Loosli K.J. , Hintz F.H. , Warner G.R. Nutrición Animal. Sexta Edición. Editorial Mc. Graw-Hill. 1983. pp. 233-266.
- 8.- Miller W.J. : Role of biochemical measurements in diagnosing in mineral deficiency.Problems in farm anim. Feedstuffs. pp. 43-48.(1982)
- 9.- Murray K.R. ,Gramer K.D. , Mayes A.P. , Rodwell W.V. Bioquímica de Harper. Tercera edición. Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V. 1988. pp. 578-580.
- 10.- Warren E.J. , Borton A., Hintz F.H. Vleck V.D. El Caballo. Editorial Acribia. Zaragoza ,España. 1979. pp. 262.
- 11.- Wolter R. Alimentación del Caballo. Editorial Acribia. Zaragoza ,España. 1978. pp. 74-86.