

MADURACIÓN OSEA Y NIVELES SÉRICOS DE CALCIO Y FÓSFORO EN CABALLOS JÓVENES PURASANGRE DE CARRERA

Bone Maturity and Serum Levels of Calcium and Phosphorus in young thoroughbred Horses

Euro Enrique Semeco Soto
Manuel S. Alvarado Morillo
Mardon Rodríguez Vargas
Marcos Fernández Padrón
Rilma Rincón Rall

Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad del Zulia
Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

RESUMEN

Los propósitos de la investigación fueron: (1) Determinar la edad en la cual se presenta la madurez ósea, [2] Determinar los valores séricos de calcio y fósforo, [3] Relacionar los niveles séricos de calcio y fósforo con la maduración ósea, y [4] proveer una referencia radiográfica en el desarrollo de la porción distal del hueso radial del equino. Usando una técnica radiográfica, ambos miembros anteriores de 50 caballos purasangre de carrera, con edades comprendidas entre los 24 y 28 meses, fueron radiografiados en una posición antero-posterior a nivel de la extremidad distal del radio, para determinar la maduración ósea. Las radiografías fueron evaluadas de acuerdo a un patrón de clasificación, determinándose que en el Hipódromo Nacional de Santa Rita los caballos comienzan a alcanzar la madurez ósea a partir de los 28 meses de edad, puesto que ningún caballo entre los 24 y 27 meses de edad presentó un cartílago epifisiario distal del radio totalmente osificado. Con respecto a la determinación de los valores séricos de calcio y fósforo, éstos fueron cuantificados a través del método espectrofotocolorimétrico, encontrándose un valor medio de calcio de $11.56 \text{ mg/dl} \pm 1.61$ y de fósforo de $2.60 \text{ mg./dl} \pm 1.36$. Los resultados obtenidos al comparar las cantidades séricas de calcio y fósforo con la maduración ósea, sugieren que no existe diferencia significativa entre estas variables.

Palabras claves: Maduración ósea, calcio y fósforo, caballos jóvenes purasangre de carrera.

ABSTRACT

The purposes of this research were [1] To determine the age when bone maturity occurs in the horse, [2] to determine the calcium and phosphorus seric values, [3] to determine the relationship of calcium and phosphorus seric levels with bone maturity, and [4] to provide a radiographic technic in the development of the distal portion of the equine radial bone. Using a radiographic technique, both front limbs of fifty (50) thoroughbred horses between 24 and 28 months of age, were radiographed in an antero-posterior view of the distal end of the radius and carpal joint in order to determine bone maturity. The radiographs were evaluated according to a clasification pattern wich showed that at the Santa Rita National Racetrack the horses begin to reach bone maturity at twenty-eight (28) months of age, this is confirmed because, the horses with ages between 24 and 27 months did not show the distal epiphyseal growth plate (cartilage) completely ossified. With respect to the determination of calcium and phosphorus seric values, these were quantified with a spectrophotocolorimetric method and the medial value of calcium was $1.56 \text{ mg/dl} \pm 1.61$ and 2.60 ± 1.36 of phosphorus. The results when compared with seric calcium and phosphorus quantities with bone maturity suggest, that there is not a significative difference between these variables.

Key words: Bone maturity, calcium and phosphorus, young thoroughbred horses.

INTRODUCCIÓN

Cuando el cartílago epifisario distal del radio se osifica totalmente, se dice que el caballo ha alcanzado su madurez ósea. En otras palabras el período de crecimiento óseo del animal ha terminado.

En el Hipódromo Nacional de Santa Rita, se considera que cuando los caballos jóvenes purasangre de carrera comienzan su entrenamiento fuerte para las carreras a los 24 meses de edad, todavía no han logrado su madurez ósea y por lo tanto, están muy expuestos a las lesiones relacionadas con las carreras, como por ejemplo fracturas, periostitis de la cara dorsal del metacarpo, etc.

Existe mucha controversia en cuanto al momento en el cual los caballos alcanzan su madurez ósea. Algunos investigadores [9,10] indican que esto ocurre a los 24 meses de edad, y otros [1,4,5] dicen que la línea de crecimiento epifisial del radio cierra, o sea, se osifica entre los 22 y 36 meses de edad.

El crecimiento longitudinal del hueso puede explicarse sucintamente en la forma siguiente: una capa de cartílago en actividad de crecimiento (el cartílago epifisario) que se halla interpuesto entre la diáfisis y la epífisis, provee la incesante osificación en cada extremidad de la diáfisis. Es evidente que en tanto dicho cartílago persista y crezca puede continuarse formando a sus expensas hueso nuevo y el incremento en longitud del hueso es posible. Cuando el cartílago epifisario cesa su actividad éste se osifica, el hueso se consolida y ya no es posible un ulterior crecimiento en longitud. Esta fusión se produce cabalmente en períodos definidos para cada hueso, y es importante conocer el momento en que esto ocurre, al menos en los huesos largos de las extremidades, particularmente para la interpretación adecuada de la anatomía radiográfica [5].

Para determinar la madurez ósea en los caballos jóvenes purasangre de carrera la extremidad distal del radio es radiografiada y clasificada en tres categorías o grados: A,B,C. En la categoría A el cartílago epifisario distal del radio está completamente osificado, de modo que en la radiografía se observa la epífisis distal del radio totalmente unida a la diáfisis de éste, FIG. 1. En la categoría B el cartílago epifisial distal del radio está parcialmente osificado, de manera que en la radiografía se observa la epífisis distal del radio unida a la diáfisis solamente en el centro, mientras que los aspectos lateral y medial no están todavía fusionados, FIG. 2. En la categoría C el cartílago epifisario distal del radio no se ha osificado, por lo que en la radiografía se observa la epífisis distal del radio totalmente separada de la diáfisis motivado a que el cartílago epifisario está en pleno desarrollo y es radiolúcido, FIG. 3. Para esta interpretación radiográfica, una radiografía en posición antero-posterior es todo lo que se necesita. Los caballos de la categoría A pueden ser sometidos a un entrenamiento completo de carrera, los de la categoría B pueden ser entrenados y trabaja-



FIGURA 1. RADIOGRAFÍA ANTERO-POSTERIOR DE LA ARTICULACIÓN DEL CARPO. OBSERVE LA UNIÓN DE LA DIÁFISIS DEL RADIO CON LA EPÍFISIS DISTAL (GRADO A). EL CARTÍLAGO EPIFISARIO DISTAL DEL RADIO ESTÁ COMPLETAMENTE CERRADO (OSIFICADO).

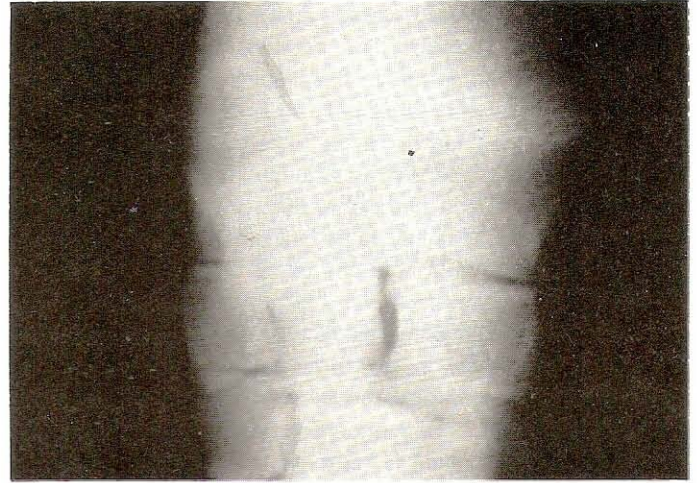


FIGURA 2. RADIOGRAFÍA ANTERO-POSTERIOR DE LA ARTICULACIÓN DEL CARPO. NOTE QUE EL CARTÍLAGO EPIFISARIO DISTAL DEL RADIO NO ESTÁ COMPLETAMENTE CERRADO (OSIFICADO). SE OBSERVA ABIERTO EN LA PORCIÓN MEDIAL Y LATERAL DEL MISMO (GRADO B).



FIGURA 3. RADIOGRAFÍA ANTERO-POSTERIOR DE LA ARTICULACIÓN DEL CARPO. OBSERVE COMO EL CARTÍLAGO EPIFISARIO DISTAL DEL RADIO ESTÁ COMPLETAMENTE ABIERTO (GRADO C).

dos permitiendo un limitado número de partidas, preferiblemente que no excedan de 10 en una temporada; y para los caballos de la categoría C ningún trabajo pesado debería ser permitido y únicamente se debe realizar un entrenamiento disciplinario [1].

El retraso en el logro de la madurez ósea se puede deber a la ingestión inadecuada de calcio y fósforo o a una relación inapropiada de estos minerales en la ración. Ambos mine-

rales son necesarios para la deposición de los cristales de hidroxapatita en los sitios de osificación. La inadecuada disponibilidad celular de calcio y fósforo retardará la mineralización ósea presumiblemente debido a un retardo en la calcificación de las columnas cartilaginosas durante la osificación del cartílago epifisario, resultando todo esto en un hueso que es menos maduro que su edad cronológica haciéndose más vulnerable al stress traumático [6,11].

La determinación de las concentraciones séricas de calcio y fósforo, puede servir de ayuda para establecer cualquier desbalance dietético de éstos minerales [7]. Aunque en opinión de Lewis [6] estas determinaciones tienen poca utilidad y pueden ser mal interpretadas al momento de considerar el desequilibrio nutricional de estos elementos, porque cuando esto ocurre no se provocan cambios significativos o únicamente se originan pequeños cambios cíclicos en las concentraciones sé-

ricas de calcio y fósforo, debido a que los mecanismos homeostáticos son efectivos para mantener los niveles séricos dentro de los límites normales. Por ejemplo, cuando hay un exceso de fósforo y una inadecuada absorción de calcio, inicialmente la concentración sérica de fósforo se incrementa. Así, sus concentraciones séricas en este momento son indicadoras de que un desbalance nutricional está presente. La disminución de la concentración sérica de calcio estimula un incremento en la secreción de la hormona paratiroidea (PTH). La PTH aumenta la absorción intestinal y la reabsorción tubular renal de calcio, la movilización de calcio y fósforo desde el hueso, e incrementa la excreción urinaria de fósforo. Estos efectos retornan al calcio y al fósforo a las concentraciones normales, donde ellos pueden permanecer. Frecuentemente hay una sobrecompensación lo cual incrementa la concentración sérica de calcio y disminuye la concentración sérica de fósforo desde los valores normales, de manera que sus concentraciones séricas en este momento están exactamente en el lado opuesto del desbalance nutricional presente. La concentración elevada de calcio en su suero disminuye la secreción de PTH. Esto retorna la concentración sérica de calcio y la de fósforo a los límites normales donde el calcio puede comenzar de nuevo.

El calcio se encuentra en la sangre en dos formas, una soluble o ionizada que representa el 60% del total, la otra, se encuentra unida a las proteínas del plasma principal a la albúmina. El calcio ionizado es la forma fisiológicamente activa [7,13]. Las concentraciones séricas de calcio consideradas como normales en los equinos varía de acuerdo a la opinión de diferentes autores. Por ejemplo, Simesen [13] da un valor de 12 mg/dl, Robinson [12] aporta valores de 10.9 a 12.8 mg/dl, Berrier [2] reporta niveles de 9.0 a 11 mg/dl, Blood y colaboradores [3] proporcionan valores de 11.2 a 12.8 mg/dl, Mullen y colaboradores [8] quienes trabajaron con potros purasangre de carrera de dos años de edad citan valores de 13.6 a 15.1 mg/dl.

El fósforo en la sangre está presente como un ester orgánico dentro de los eritrocitos o en el plasma como fosfolípidos y fosfato inorgánico. El fósforo sérico es usualmente medido como la fracción inorgánica [13]. Los niveles séricos normales de fósforo inorgánico en los caballos también difieren de acuerdo a las observaciones realizadas por los investigadores. Así tenemos que Simesen [13] reporta un valor de 4.2 mg/dl, Robinson [12] cita valores de 1.6 a 4.5 mg/dl. Berrier (2) aporta valores de 3.9 a 7.9 mg/dl, Blood y colaboradores [3] dan valores de 3.1 a 5.5 mg/dl.

Todo por lo anteriormente expuesto, el presente trabajo de investigación tiene cuatro objetivos principales: (1) Determinar la edad en la cual se presenta la maduración ósea, [2] Determinar los valores séricos de calcio y fósforo, [3] Relacionar los niveles séricos de calcio y fósforo con la maduración ósea y [4] Proveer una referencia radiográfica en el desarrollo de la porción distal del hueso radial del equino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en el Hipódromo Nacional de Santa Rita; ubicado en el Municipio Santa Rita, Costa Oriental del Lago, al noroeste del Estado Zulia-Venezuela. Esta zona geográfica es una planicie correspondiente al bosque seco tropical a nivel del mar con una pluviosidad anual de 844 mm, temperatura promedio anual de 27.9 ° C y una humedad relativa de 76%.

En el Hipódromo Nacional de Santa Rita existe una población de 558 caballos con edades comprendidas entre 18 meses y 7 años de edad, de los cuales 98 de ellos son menores de 35 meses de edad. Los caballos se encuentran alojados en compartimientos individuales de aproximadamente 9 mts² de superficie.

Los caballos son alimentados con concentrado, heno y alfalfa dos veces al día y se les administra agua *ad libitum*; son entrenados todos los días durante las mañanas (de 6:00 a 10:00 am) y las carreras se realizan por las tardes, una vez por semana.

Debido a limitaciones de recursos fue imposible realizar un censo sobre los 98 caballos menores de 35 meses de edad; población objeto de este estudio, determinando esto que se seleccionará al azar 50 caballos (23 hembras y 27 machos) con edades comprendidas entre los 24 y 28 meses de edad.

Las variables a medir fueron: edad del animal, sexo del animal, categoría o grado de osificación del animal, niveles séricos de calcio, y niveles séricos de fósforo.

A cada caballo se le realizó una historia clínica; procediéndose luego a determinar la madurez ósea, tomándole a cada uno de ellos una radiografía antero-posterior en cada uno de sus miembros anteriores a nivel de la extremidad distal del radio y la articulación del carpo. Estas radiografías fueron tomadas con un equipo de rayos X portátil (CGR de 100 mA y 120 Kvp), y las películas fueron procesadas por los métodos convencionales en el servicio de radiodiagnóstico de la Policlínica Veterinaria de LUZ.

Los resultados de la observación de las radiografías fueron clasificados en tres categorías o grados de osificación: A,B,C, tomándose como referencia la clasificación empleada por Adams [1].

Además a cada caballo se le extrajo una muestra de sangre de la vena yugular en tubo de ensayo sin anticoagulante, para obtener suero, y así determinar los niveles séricos de calcio y fósforo, los cuales se cuantificaron por el método espectrofotocolorimétrico mediante el procesamiento del suero en un automatizador de química sanguínea modelo Shimadzu 790. Los niveles de calcio y fósforo fueron comparados con los valores para la especie y clasificados en normales, bajos y altos.

TABLA I

DISTRIBUCION DE LOS CABALLOS SEGUN SU EDAD Y EL GRADO DE OSIFICACION

Edad (meses)	Grados de Osificación			Total
	A	B	C	
24	0	1	3	4 (8.00)
25	0	5	5	10 (20.00)
26	0	8	2	10 (20.00)
27	0	6	2	8 (16.00)
28	4	14	0	18 (36.00)
Total	4 (8.00)	34 (68.00)	12 (100.00)	50 (100.00)

Fuente: Historia clínica de los caballos sujetos a muestreo.
Entre paréntesis porcentajes con respecto al total de caballos.

TABLA II

DISTRIBUCION DE LOS CABALLOS SEGUN EL GRADO DE OSIFICACION Y EL SEXO

Sexo	Grado de Osificación			Total
	A	B	C	
Machos	2	15	10	27(54.00)
Hembras	2	19	2	23(46.00)
Total	4(8.00)	34(68.00)	12(24.00)	50(100.00)

Fuente: Historia clínica de los caballos sujetos a muestreo.
Entre paréntesis porcentajes con respecto al total de caballos.

TABLA III

ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS NIVELES SÉRICOS DE CALCIO Y FÓSFORO

Estadísticas	Calcio	Fósforo
N	(50)	(50)
\bar{X}	11.36 mg/dl	2.60 mg/dl
SD	± 1.61	± 1.43
Vmin	8.00 mg/dl	0.90 mg/dl
Vmax	16.00 mg/dl	8.80 mg/dl

Fuente: Historia Clínica de los caballos sujetos a muestreo.

Para recolectar la información se utilizaron fichas diseñadas para tal caso.

Los datos fueron sometidos a un análisis descriptivo, donde inicialmente se trató de determinar los valores promedios de las variables a medir. Para investigar sobre las posibles asociaciones entre el grado de osificación y el resto de las variables se utilizaron la prueba de independencia de chi cuadrado, el coeficiente de correlación de Pearson, y el análisis de varianza. Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico S.A.S. (Statistical Analysis System).

Los resultados de las pruebas de asociación resultaron inconvenientes por lo que la distribución según el censo de las variables se hizo descriptivamente.

COMENTARIO SOBRE LOS RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 50 caballos purasangre de carrera entre 24 y 28 meses de edad, con una edad promedio de 26.52 ± 1.37 ; siendo 27 de estos animales machos y 23 hembras.

Como puede observarse en la TABLA I, 4 de los 50 caballos sujetos a muestreo presentaron un cartílago epifisario distal del radio totalmente osificado (categoría o grado A), de modo que solamente el 8% de la población evaluada alcanzó la madurez ósea. Además, 34 de los 50 caballos, lo cual constituye el 60% de la población, presentaron un cartílago epifisario distal del radio parcialmente osificado (categoría o grado B). 12 de los 50 caballos, que representan el 24%, mostraron un cartílago epifisario distal del radio sin osificar (categoría o grado C).

Los resultados obtenidos sugieren que los caballos en el Hipódromo Nacional de Santa Rita comienzan a alcanzar la madurez ósea a partir de los 28 meses de edad, ya que ningún caballo entre los 24 y 27 meses de edad fue clasificado como grado A, y además, a los 28 meses de edad hay un mayor porcentaje de caballos grado B (41.18%) y no hay ningún grado C, TABLA I.

El 83.3% de los animales clasificados como grado C son machos y el 16.7% hembras. Este hecho nos puede hacer pensar que las hembras alcanzan más temprano que los machos la madurez ósea, lo cual no pudo ser ratificado estadísticamente, TABLA II.

Con respecto a la determinación de los niveles séricos de calcio, estuvieron comprendidos entre un valor mínimo de 8.00 mg/dl y un valor máximo de 16.00 mg/dl con una media de 11.36 ± 1.61 . Por otro lado los valores séricos de fósforo fueron desde un mínimo de 0.90 mg/dl hasta un máximo de 8.80 mg/dl con un valor promedio de $2.60 \text{ mg/dl} \pm 1.43$, TABLA III.

Para investigar la posible asociación entre los niveles séricos de calcio y fósforo con la edad del animal, se determina-

TABLA IV

COEFICIENTES DE CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON PARA LAS VARIABLES EDAD, CALCIO Y FÓSFORO

	Edad	Calcio	Fósforo
Edad	1.00	-0.12 ^a	-0.03 ^a
		0.39 ^b	0.79 ^b
		(50) ^c	(50) ^c
Calcio		1.00	0.07 ^a
			0.60 ^b
			(50) ^c
Fósforo			1.00

a: Coeficiente de correlación

b: Nivel de probabilidad

c: Tamaño de la muestra

ron valores de coeficiente de correlación ($r = -0.12$ y $r = -0.03$) para calcio y fósforo respectivamente. En este sentido los coeficientes de correlación que asociaron la edad a la cantidad de calcio fue no significativa ($P > 0.05$) con una magnitud cercana a cero. Igual resultado se obtuvo al asociar la edad con el fósforo, TABLA IV .

Al examinar los resultados presentados en la TABLA V, se puede observar que el 96% de los caballos sometidos a investigación presentaron los niveles séricos de calcio dentro de los límites normales citados por la literatura, estando este 96% constituido por un 52% de machos y un 44% de hembras. En relación al fósforo la TABLA VI nos indica que el 76% de los animales presentaron los niveles séricos de fósforo dentro de los límites normales citados por la literatura, estando ese 76% representado por un 36% de machos y un 40% de hembras.

Con el fin de establecer las posibles diferencias existentes entre las cantidades séricas de calcio y fósforo con el sexo de los animales, se realizó una análisis de varianza para el calcio y fósforo, encontrándose que no existe diferencia significativa ($P > 0.05$), a pesar que las hembras muestran niveles séricos de calcio y fósforo más altos que los machos, TABLAS VII y VIII .

En relación a las posibles diferencias entre las cantidades séricas de calcio y la maduración ósea, los resultados obtenidos sugieren que no existe diferencia significativa ($P > 0.05$) entre estas variables, a pesar que los caballos, de la categoría A tienen un nivel sérico de calcio ligeramente mayor que los caballos de la categoría B y C TABLA IX y anexos . Tampoco se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las cantida-

TABLA V

DISTRIBUCIÓN DE LOS CABALLOS SEGUN EL SEXO Y LOS NIVELES SÉRICOS DE CALCIO

Sexo	Bajos	Normales	Altos	Total
Machos	1	26	0	27(54.00)
Hembras	0	22	1	23(46.00)
Total	1(2.00)	48(96.00)	2(2.00)	50(100.00)

Fuente: Historia clínica de los caballos sujetos a muestreo. Entre paréntesis porcentajes con respecto al total de caballos.

TABLA VI

DISTRIBUCIÓN DE LOS CABALLOS SEGUN EL SEXO Y LOS NIVELES SÉRICOS DE FÓSFORO

Sexo	Bajos	Normales	Altos	Total
Machos	9	18	0	27(54.00)
Hembras	2	20	1	26(46.00)
Total	11(22.00)	38(76.00)	1(2.00)	50(100.00)

Fuente: Historia clínica de los caballos sujetos a muestreo. Entre paréntesis porcentajes con respecto al total de la población.

TABLA VII

VALORES MEDIOS DE CALCIO PARA LOS DIFERENTES SEXOS

Sexo	\bar{X}	S_x
Machos	11.67	± 0.436(a)
Hembras	12.25	± 0.440(a)

Medias seguidas con la misma letra no arrojaron diferencias significativas ($P > 0.05$)

Fuente: Historia clínica de los caballos sujetos a muestreo.

TABLA VIII

VALORES MEDIOS DE FÓSFORO PARA LOS DIFERENTES SEXOS

Sexo	\bar{X}	S_x
Machos	2.39	± 0.392(a)
Hembras	3.21	+ 0.395(a)

Medias seguidas con la misma letra no arrojaron diferencias significativas ($P > 0.05$)

Fuente: Historia clínica de los caballos sujetos a muestreo.

TABLA IX

**VALORES MEDIOS DE CALCIO
PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE OSIFICACIÓN**

Grados de Osificación	\bar{X}		Sx
A	12.96	±	0.929(a)
B	11.50	±	0.342(a)
C	11.42	±	0.526(a)

Medias seguidas con la misma letra no arrojaron diferencias significativas ($P>0.05$)

Fuente: Historia clínica de los caballos sujetos a muestreo.

TABLA X

**VALORES MEDIOS DE FÓSFORO
PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE OSIFICACIÓN**

Grados de Osificación	\bar{X}		Sx
A	2.80	±	0.835(a)
B	2.19	±	0.307(a)
C	3.41	±	0.473(a)

Medias seguidas con la misma letra no arrojaron diferencias significativas ($P>0.05$)

Fuente: Historia clínica de los caballos sujetos a muestreo.

des séricas de fósforo y la maduración ósea, (TABLA X y anexos).

DISCUSIÓN

Los caballos jóvenes purasangre de carrera comienzan a alcanzar la madurez ósea a partir de los 28 meses de edad, ya que ningún animal fue clasificado como grado A entre los 24 y 27 meses de edad. Este resultado difiere de lo señalado por Myers [9]. Myers y Emmerson [10] quienes afirman que la madurez ósea se presenta a partir de los 24 meses de edad; y coincide parcialmente con las observaciones realizadas por Getty [5], Adams [1], Fretz [4] quienes indican que los caballos logran su madurez ósea entre los 22 y 36 meses de edad.

Por otro lado, compartiendo lo expresado por Ott [11] y Lewis [6] en el sentido de que el retraso en la osificación se puede deber a una ingestión inadecuada de calcio y fósforo o a una relación inapropiada de estos elementos, se procedió a determinar los niveles séricos de calcio y fósforo como una ayuda para establecer el desbalance dietético de estos minerales, tal como es recomendado por Maynard [7]. Sin embargo, el hecho de que la gran mayoría de los animales presentaran los niveles séricos de calcio y fósforo dentro de los límites normales citados por la literatura [2,3,8,12,13] reafirma lo expresado por Lewis [6] en el sentido de que las determinaciones séricas de calcio y fósforo tienen poca utilidad y pueden ser mal interpretadas al momento de considerar el desequilibrio nutricional de estos elementos, porque cuando esto ocurre no se provocan cambios significativos o únicamente se originan pequeños cambios cíclicos en las concentraciones séricas de calcio y fósforo, debido a que los mecanismos homeostáticos son efectivos para mantener los niveles séricos dentro de los límites normales.

Por lo tanto al no haber diferencia significativa ($P>0.05$) entre las cantidades séricas de calcio y fósforo con la maduración ósea, como fue demostrado en la presente investigación, debe entenderse que existe algún desbalance nutricional que esté afectando la maduración ósea en los animales objeto de

estudio. La mejor forma de establecer el desbalance nutricional de estos minerales es realizando un análisis de la ración, como lo recomienda Lewis [6].

Finalmente, contrario a lo expresado por Maynard [7] y Simesen [13] quienes dicen que existe una relación entre los niveles séricos de calcio y fósforo con la edad, en esta investigación se demostró estadísticamente que no hay asociación entre los niveles séricos de calcio y fósforo con la edad del animal.

CONCLUSIONES

- 1 Los caballos jóvenes purasangre de carrera en el Hipódromo Nacional de Santa Rita, objetos de este estudio, cuando inician su actividad pistera o de entrenamiento a los 24 meses de edad, no han alcanzado su madurez ósea.
- 2 No se encontró diferencia entre las cantidades séricas de calcio y fósforo con respecto a los grados de osificación y por ende a la maduración ósea.
- 3 No se encontró diferencia entre las cantidades séricas de calcio y fósforo con respecto al sexo de los animales.
- 4 No se detectó asociación entre los niveles séricos de calcio y fósforo con la edad de los animales.

RECOMENDACIONES

- 1 Continuar la línea de investigación en maduración ósea.
- 2 Realizar evaluaciones de las raciones que consumen los caballos en los haras y en el Hipódromo, para de esa manera determinar, si el retraso en la osificación se debe a una ingestión inapropiada de calcio y fósforo o a una relación inadecuada de estos minerales en la ración.
- 3 Proseguir las investigaciones en estos animales, cuando

estén en plena actividad pistera en el hipódromo, para tratar de establecer la posible relación existente entre las lesiones óseas que se presentan durante el período de entrenamiento fuerte y la maduración ósea.

- 4 Promover el establecimiento de convenios Inter-institucionales entre la Universidad y las asociaciones de criadores de caballos de la región, que permitan el desarrollo de nuevas investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Adams, O. Lameness in horses (2a. ed.). Philadelphia: Lea and febiger, 549-557. 1966.

[2] Berrier, H. Diagnostic aids in the practice of veterinary medicine (3a. ed.). St. Lovis: Alban Professional Books. 1968.

[3] Blood, D., Henderson, A., et al. Veterinary Medicine (5a. ed.). London: Balliere Tindall. 1979.

[4] Fretz, P. Angular limb deformities in foals. The Veterinary Clinics of North America. Large Animal Practice. Equine Lameness, 2, 125-150. 1980.

[5] Getty, R. Anatomía de los Animales Domésticos (5a. ed.). Barcelona: Salvat editores, 26-27, 308-309, 317-320. 1982.

[6] Lewis, L. Nutrition for the brood mare and growing horse and its role in epiphysitis. Proc. 25th annual convention

of Am. Assoc. Equine Practitioners. December, 269-291. 1979.

[7] Maynard, L., Loosli, J., Hintz, H., Warner, R. Nutrición Animal. (4a. edición). México: McGraw-Hill, 480. 1989.

[8] Mullen, P., Hopes, R., et al. The biochemistry, haematology, and racing performance of two year old thoroughbreds. Vet Rec, 104, 90-95. 1979.

[9] Myers, V., Jr. Confusing radiologic variations at the distal end of the radius of the horse. J. Am Vet Med Assoc, 147, 1310-1312. 1965.

[10] Myers, V., Jr., and Emmerson, M. The age and manner of epiphyseal closure in the forelegs of two arabian foals. J Am Vet Radiology Soc, 7, 39-47. 1966.

[11] Ott, E. Nutritional factors in developmental orthopedic disease. En E. Robinson (Ed), Current Theraphy in Equine Medicine (pp. 720-724). Philadelphia: W.B. Saunders Company. 1992.

[12] Robinson, E. Current Theraphy in Equine Medicine (2a. ed.). Philadelphia: W. B. Saunders Company, 189, 396-398. 1987.

[13] Simesen, M. Calcium, inorganic phosphorus, and magnesium metabolism in health and disease. En J. Kaneko y C. Cornelius (Ed), Clinical Biochesmistry of Domestic Animals (pp. 313-367) New York and London: Academic Press. 1970.