

**EVALUACIÓN FISIOLÓGICA, HEMATOLÓGICA Y ÁCIDO LÁCTICO
EN EQUINOS SELLE FRANCES DURANTE ENTRENAMIENTO
PARA COMPETENCIA ECUESTRE**

**PHYSIOLOGICAL, HEMATOLOGICAL AND LACTIC ACID EVALUATION
IN SELLE FRANCAIS HORSES DURING A TRAINING PROGRAM
FOR EQUESTRIAN COMPETITION**

A. ISLAS¹ (MV, MS); V. MERINO¹ (BQ, MS); H. ROJAS¹ (MV); G. MORA¹ (MV, MS); M. QUEZADA¹ (MV, DR. MET. VET); R. KRAUSCHAAR (MV)²; C. ACUÑA¹; A. SEPÚLVEDA¹.

ABSTRACT

The effect of training was evaluated by corporal temperature determination, heart rate, respiratory rate, globular volume, hemoglobine and plasmatic lactic acid in 10 Selle Francais horses between 3 and 4 years old selectionated for to participate in equestrian competition. Determinations were performed in basal conditions and each 30 days during three months submitting the animals at velocities of 240, 300 and 360 m/min, T1, T2 and T3 respectively during 4 minutes each one with a rest period of 4 minutes for doing physiological determinations and to obtain blood samples from the yujular vein. Average and standard deviation were obtained and a variance analysis was performed for to determinate if there are significative variations between each control and between months. The results obtained showed that the exercise produces significative variations ($P < 0.05$) of temperature, heart rate, respiratory rate, globular volume, hemoglobine and plasmatic lactic acid during all months, the lactic acid decreases significantly when horses worked at velocities of 300 and 360 m/min in the last month compared with the first control. The results showed that it is possible to evaluate the training in field conditions and lactic acid is the better test for evaluate the training.

KEY WORDS: Horses, exercise, physiological parameters, lactic acid.

PALABRAS CLAVE: Caballos, ejercicio, parámetros fisiológicos, ácido láctico.

INTRODUCCIÓN

En el deporte el entrenamiento tiene como objetivo desarrollar los músculos y las aptitudes que permitan a los animales tener éxito en las competencias en que participan

Muchos de los estudios sobre la fisiología de equinos se han realizado en un "treadmill" (cinta rotatoria) (Gottlieb *et al.*, 1988); sin embargo, los

caballos son entrenados y corren en pistas al aire libre. Por esta razón, realizar un test de ejercicio en condiciones de campo que además permita la medición secuencial de constantes fisiológicas y componentes presentes en la sangre puede resultar de gran ayuda como elemento para evaluar los efectos que produce el ejercicio en los equinos (Courucé, 1998, Marlin *et al.*, 1998).

El ejercicio causa importantes modificaciones fisiológicas y bioquímicas en los animales, de tal manera que la determinación de la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, el volumen globular, la hemoglobina y el ácido láctico plasmático pueden ser utilizados

¹ Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán.

² Escuela de Equitación del Ejército de Chile, Quillota.

para evaluar el entrenamiento (Persson, 1983; Lindner, 1998).

El objetivo de este trabajo fue evaluar un programa de entrenamiento destinado a equinos de Silla Francés que inician la preparación para participar en competencias ecuestres como debutantes a través de la determinación de algunas variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas en condiciones de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron diez equinos de Silla Francés pertenecientes a la Escuela de Caballería del Ejército de Chile, de la ciudad de Quillota. La edad promedio de los ejemplares fue de 3 a 4 años y no habían realizado anteriormente ningún programa específico de entrenamiento.

Los caballos ejecutaron un programa de entrenamiento diario durante un año.

El programa incluyó trote, galope a velocidad creciente y adiestramiento (Cuadro 1). El plan de trabajo se realizó de lunes a sábado, y el domingo se dedicó a paseo.

Durante el período de entrenamiento se realizó un test de ejercicio estándar en condiciones de campo, aumentando la intensidad del ejercicio durante el test. Este test se realizó en un picadero a velocidades de 240, 300 y 360 m/min. Cada etapa

tuvo una duración de cuatro minutos, con 4 minutos de descanso, tiempo en el que se obtuvieron las muestras de sangre para determinar el volumen globular, la hemoglobina y el ácido láctico plasmático.

Las muestras se obtuvieron con tubos al vacío que tenían oxalato/ NaF como anticoagulante para analizar el ácido láctico y jeringas heparinizadas para determinar el volumen globular y hemoglobina.

La determinación de la frecuencia respiratoria se realizó con fonendoscopio.

La temperatura corporal se determinó con termómetro clínico.

La determinación de la frecuencia cardíaca se realizó utilizando un reloj cronómetro de registro continuo con dos electrodos que se ubicaron debajo de la montura (Polar Accurex Plus). Los registros se analizaron posteriormente con un programa computacional.

El volumen globular y la hemoglobina se determinaron con un equipo i-STAT (Laboratorio Abbott).

La determinación de ácido láctico se realizó utilizando un kit comercial (Sentinel Diagnostic) por espectrofotometría a 340 nm.

Todas las determinaciones se realizaron en condiciones basales (T0) y posterior a cada etapa del ejercicio (T1, T2, T3) tanto al inicio del entrenamiento (M0) como a los 30, 60 y 90 días después del entrenamiento (M1, M2, M3).

CUADRO 1

PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE LA ESCUELA DE EQUITACIÓN DE QUILLOTA PARA EQUINOS SELECCIONADOS EN PARTICIPACIÓN EN COMPETENCIAS ECUESTRES

HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
09:00	Calentamiento	Calentamiento y	Calentamiento y	Calentamiento	Calentamiento	Calentamiento
10:00	y trote a la cuerda	trote a la cuerda	trote a la cuerda	trote a la cuerda	y trote a la cuerda	y trote a la cuerda
10:15	Adiestramiento	Trote 5' a 240 m.	Adiestramiento	Trote 5' a 240 m.	Adiestramiento	Trote 5' a 240 m.
10:45	clásico	Galope 5' a 360 m.	clásico	Galope 5' a 360 m.	clásico	Galope 5' a 360 m.
		Trote 5' a 240 m.		Trote 5' a 240 m.		Trote 5' a 240 m.
		Paseo libre		Paseo libre		Paseo libre
11:00	Salto aislados	Aseo y atención	Salto aislados y	Aseo y atención	Salto aislados	Aseo
11:30	y aseo	del ganado	aseo	del ganado	y aseo	
15:00	Paseo y trabajo	Con silla de salto,	Paseo y trabajo	Con silla de salto,	Paseo y trabajo	Paseo
17:00	de tiro	trabajo en pista	de tiro.	trabajo en pista	de tiro.	
	Trabajo en pista	4 a 5 obstáculos	Trabajo en pista.	4 a 5 obstáculos.	Trabajo en pista	

MÉTODO ESTADÍSTICO

Los valores obtenidos fueron analizados por métodos estadísticos convencionales, calculando la media y la desviación estándar. La variación conjunta de los datos fue analizada mediante un análisis de varianza.

El análisis de varianza fue realizado mediante el programa estadístico SPSS en su versión 8.0 para PC.

RESULTADOS

Variables fisiológicas

Temperatura

En el Cuadro 2 se presentan los valores obtenidos para la temperatura corporal (°C) en condiciones basales y después de los ejercicios. Se presentan aumentos significativos ($P < 0.05$) entre los valores de T0 y en ejercicio para los tiempos T1, T2 y T3, no existiendo diferencias significativas entre los muestreos ($P > 0.05$) después de 30 (M1), 60 (M2) y 90 (M3) días de entrenamiento.

Frecuencia cardíaca

En el Cuadro 3 se observan los valores de frecuencia cardíaca (lat/min). Se encontraron aumentos significativos entre los valores basales y después del ejercicio para los tiempos T1, T2 y T3 ($P < 0.05$), no existiendo diferencias significativas entre los muestreos ($P > 0.05$), después de 30 (M1), 60 (M2) y 90 (M3) días de entrenamiento.

Frecuencia respiratoria

En el Cuadro 4 se presentan los valores de frecuencia respiratoria. Se encontró un aumento significativo ($P < 0.01$) entre los valores basales, T0 y ejercicio T1, T2 y T3, no existiendo diferencias significativas entre los muestreos ($P > 0.05$) después de cada mes de entrenamiento.

Variables hematológicas

En los Cuadros 5 y 6 se presentan los valores de volumen globular y hemoglobina, respectivamente. Se encontró un aumento significativo ($P < 0.01$) entre el valor basal (T0) y el ejercicio T1, T2 y T3, no existiendo diferencias significativas entre los muestreos ($P > 0.05$) después del entrenamiento (M1, M2 y M3).

CUADRO 2

VALORES DE TEMPERATURA CORPORAL DE EQUINOS SELLE FRANCÉS EN ENTRENAMIENTO PARA COMPETENCIA ECUESTRE (X±DE)

	X±DE M0	X±DE M1	X±DE M2	X±DE M3
T0				
T1	37.51 ± 0.33a	37.65 ± 0.15a	37.61 ± 0.15a	37.75 ± 0.59a
T2	37.67 ± 0.39b	37.97 ± 0.21b	38.05 ± 0.32b	38.47 ± 0.28b
T3	38.24 ± 0.56b	38.67 ± 0.51b	38.5 ± 0.33b	39.45 ± 0.71b
T3	38.77 ± 0.72b	39.18 ± 0.41b	39.03 ± 0.54b	39.73 ± 0.51b

*Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

CUADRO 3

VALORES DE FRECUENCIA CARDÍACA (LAT/MIN) DE EQUINOS SELLE FRANCÉS EN ENTRENAMIENTO PARA COMPETENCIA ECUESTRE (X±DE)

	X±DE M0	X±DE M1	X±DE M2	X±DE M3
T0				
T1	34.3 ± 5.21a	34.37 ± 6.94a	33.31 ± 3.57a	41.65 ± 12.71a
T2	122.4 ± 44.3b8	145.25 ± 16.64b	141.61 ± 23.34b	155.11 ± 7.74b
T3	146.11 ± 21.2b6	154.75 ± 16.33b	139.22 ± 17.21b	174.25 ± 7.81b
T3	155.51 ± 22.57b	161.25 ± 18.35b	160.33 ± 22.28b	182.21 ± 5.94b

*Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Ácido láctico

En el Cuadro 7 se presentan los valores de ácido láctico plasmático y se observa que aumentó en forma significativa ($P < 0.05$) por efecto del ejercicio en los tiempos T1, T2 y T3 comparados con T0 tanto en M0 como en M1, M2 y M3, observándose un descenso de la concentración de ácido láctico a T0 durante todo el tiempo del ensayo.

En la Fig. 1 se presentan los valores de ácido láctico en relación con la velocidad desarrollada en la prueba en los diferentes meses de entrenamiento. Se observa que después del primer mes de entrenamiento la concentración de ácido láctico disminuye posterior a las carreras a las velocidades de 240, 300 y 360 m/min comparado con el inicio. Este mismo comportamiento se observa al segundo y tercer mes de entrenamiento.

DISCUSIÓN

El ejercicio produce cambios fisiológicos en los animales, que pueden ser monitoreados durante o después de éste a través de la determinación de

parámetros fisiológicos, hematológicos y bioquímicos, siendo la determinación de la temperatura corporal, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, volumen globular, hemoglobina y la concentración del ácido láctico plasmático buenos indicadores de la respuesta de un equino a un ejercicio establecido (Persson, 1983; Rose y Hodgson, 1994; Messer, 1995).

El ejercicio produce un aumento de la temperatura corporal como consecuencia de la actividad de los músculos esqueléticos que es disipada por vasodilatación periférica, por el aumento y redistribución del gasto cardíaco, por la sudoración y por la ventilación pulmonar (Hodgson *et al.*, 1994). En este trabajo la temperatura corporal aumentó en relación con la velocidad desarrollada por los animales, sin embargo, los mecanismos de disipación del calor y las condiciones ambientales con temperaturas no mayores a los 25°C permitieron que los ejemplares no superaran los 40°C, mecanismos que pueden presentar dificultad cuando las temperaturas ambientales son elevadas y con alta humedad (Art y Lekeux, 1988).

El entrenamiento produce una hipertrofia del corazón y un aumento de la frecuencia cardíaca

CUADRO 4

VALORES DE FRECUENCIAS RESPIRATORIAS (RESP/MIN)
DE EQUINOS SELLE FRANCÉS EN ENTRENAMIENTOS
PARA COMPETENCIA ECUESTRE ($X \pm DE$)

T0	X±DE M0	X±DE M1	X±DE M2	X±DE M3
T0	13.11±3.08a	13.75±3.28a	12.8±1.45a	18.1±4.01a
T1	33.11±5.62b	45.62±14.51b	44.01±11.31b	44.1±5.65b
T2	65.52±32.07b	73.2±10.74b	62.22±8.02b	72.1±8.64b
T3	84.51±17.53b	78.25±13.76b	71.55±1.56b	82.5±4.42b

*Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

CUADRO 5

VALORES DE VOLUMEN GLOBULAR (%) DE EQUINOS SELLE FRANCÉS
EN ENTRENAMIENTO PARA COMPETENCIA ECUESTRE ($X \pm DE$)

T0	X±DE M0	X±DE M1	X±DE M2	X±DE M3
T0	33.1±3.44a	32.6±3.53a	29.6±6.28a	35.1±2.58 ^a
T1	45.3±5.16b	42.5±4.5b	45.4±3.24b	54.3±2.98b
T2	46.7±5.05b	44.1±3.07b	44.7±5.12b	55.5±3.31b
T3	48.4±5.34b	43.7±9.13b	47.6±3.97b	56.5±2.88b

*Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

CUADRO 6

VALORES DE CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA (g/dL) DE EQUINOS SELLE FRANCÉS EN ENTRENAMIENTO PARA COMPETENCIA ECUESTRE (X±DE)

T0	X±DE M0	X±DE M1	X±DE M2	X±DE M3
T0	11.33±1.22a	11.22±1.09a	10.2±2.31a	12.10±8.1a
T1	15.5±1.90b	±15.5±1.51b	15.44±1.23b	18.5±1.1b
T2	16.1±1.80b	15.1±1.01b	15.22±1.85b	19±1.41b
T3	16.5±1.69b	15.2±2.96b	16.11±1.36b	19±0.81b

*Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas (p<0.05)

CUADRO 7

VALORES DE LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO PLASMÁTICO (mMol/L) EN EQUINOS SELLE FRANCÉS EN ENTRENAMIENTO PARA COMPETENCIAS ECUESTRES (X±DE)

T0	X±DE M0	X±DE M1	X±DE M2	X±DE M3
T0	0.82±0.67a	0.44±0.28a	0.47±0.35a	0.67±0.46a
T1	1.18±0.73	1.23±1.72b	1.39±1.30b	1.29±0.02b
T2	2.15±2.35b	1.44±1.23b	1.46±1.08b	1.48±0.71b
T3	2.96±2.41b	2.11±2.5b	2.06±1.56b	2.17±1.19b

*Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas (p<0.05)

de los animales durante el ejercicio. El aumento de la frecuencia cardíaca es una adaptación fisiológica en las especies de deporte, produciéndose un incremento de la perfusión sanguínea a los tejidos entre tres a cinco veces los valores de reposo en solo algunos segundos, aumentando con ello el aporte de oxígeno a los tejidos y la remoción de los catabolitos desde los músculos (Ilkiw

et al.; 1989 Smith 1989; Couroucé, 1998; Davidson *et al.*, 1998).

La respuesta del corazón al ejercicio está relacionada con el trabajo o con la velocidad a la que se someten los animales y ello varía entre las razas y dentro de una misma raza, dependiendo de la capacidad atlética del caballo. Esto hace necesario contar con equipos que realicen un

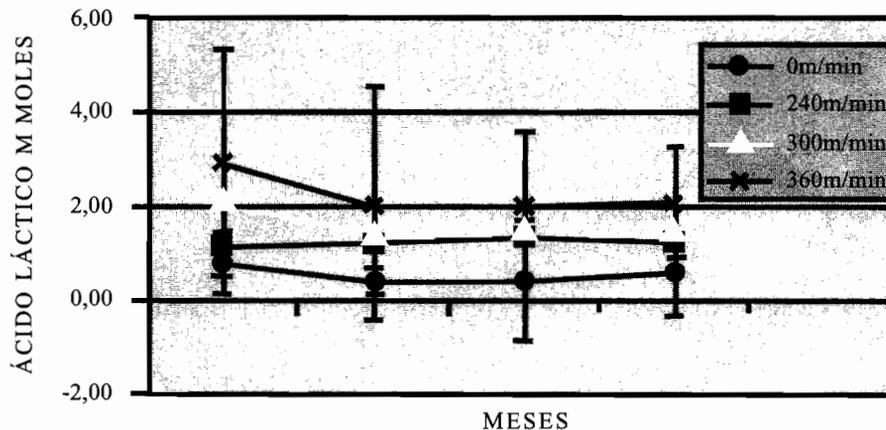


Figura 1.

Concentración de ácido láctico plasmático (moles/L) de equinos Selle Francés en entrenamiento para competencia ecuestre (X±DE)

monitoreo eficiente del corazón durante el ejercicio (Marlin *et al.*, 1998) como el utilizado en este estudio que permitió lograr un registro de la actividad del corazón cada 15 segundos durante todo el ensayo.

Algunas investigaciones han demostrado que con el entrenamiento disminuye la frecuencia cardíaca máxima alcanzada durante un ejercicio y, a la vez, reduce el tiempo de recuperación de la frecuencia cardíaca post-ejercicio; sin embargo, si la intensidad y el período de entrenamiento no es suficiente estos cambios no se producen, situación que se presentaría en esta investigación.

El aumento de la frecuencia cardíaca durante los tests fue significativo respecto al valor basal llegando este aumento a un 300% cuando los animales corrían a una velocidad de 360 m/min, no observándose disminución significativa durante los controles. Sin embargo, al término del período de entrenamiento los valores de desviación estándar fueron menores. Este aumento de la frecuencia cardíaca se produce porque incrementa tanto el gasto cardíaco como la cantidad de hemoglobina que transita en los capilares sanguíneos (Art y Lekeux, 1993).

De manera similar, la frecuencia respiratoria presentó aumentos significativos durante el ejercicio; este incremento fue de un 250%, a la velocidad de 360 m/min, manteniéndose estas variaciones significativas en los diferentes muestreos, no observándose una disminución de la frecuencia respiratoria a medida que avanzaba el período de entrenamiento. Esto se debería a que la capacidad respiratoria tiene limitada habilidad para adaptarse al entrenamiento, ya que las modificaciones que se producen están relacionadas con cambios en el control de la respiración y no con la anatomía del pulmón (Art y Lekeux, 1993).

El aumento de la frecuencia respiratoria fue inferior a la observada por Martínez (1999) en equinos fina sangre de carrera, los cuales realizaron trabajos a velocidades superiores a los ejemplares en estudio. Esta respuesta del aparato respiratorio al ejercicio tiene como objetivo entregar un mayor aporte de oxígeno a los tejidos y remover el CO₂ de la sangre (Robinson, 1994) evitando una acidosis respiratoria.

Los valores de volumen globular y hemoglobina presentaron aumentos significativos durante el ejercicio en los controles mensuales. Se observa un aumento tanto del volumen globular como de la hemoglobina por efecto del ejercicio durante

el entrenamiento como lo que ocurre en el equino fina sangre de carrera (Martínez, 1999), en respuesta a un estímulo adrenérgico que se produce por la contracción del bazo y la incorporación de eritrocitos de reserva hacia la circulación, estimándose que pueden llegar hasta un 33% del total de los eritrocitos circulantes aportando una mayor cantidad de oxígeno a los tejidos (Evans y Rose; 1988 Snow, 1990). En el último control se observa un aumento del volumen globular y de la hemoglobina tanto en las condiciones basales como durante los ejercicios, lo que se debería a una mayor producción de eritrocitos asociada a un estímulo eritropoyético (Feldman *et al.*, 2000). Los valores de volumen globular obtenidos en los equinos de este estudio son similares a los encontrados en otros equinos de competencia ecuestre (Beltrán, 1996; Leiva, 1998); sin embargo, son inferiores a los encontrados en equinos fina sangre (Martínez, 1998; 1999).

La determinación del ácido láctico plasmático en los equinos en condiciones basales presentó valores similares a los que entrega la literatura, produciéndose por el efecto del ejercicio un aumento significativo. En el primer muestreo se observa un aumento significativo en las 4 etapas de la prueba, presentándose a la velocidad de 300 y 360 m/min la mayor concentración de ácido láctico, existiendo algunos caballos que alcanzaron concentraciones superiores a las 9 mMoles/L, valores de ácido láctico que superan el umbral de equilibrio entre el ácido láctico producido por las vías aeróbicas y anaeróbicas (L4), (Persson, 1983), lo que indica que los animales no estaban preparados para realizar un esfuerzo a estas velocidades y que el ácido láctico producido no es equilibrado en forma eficiente por los sistemas tampón del organismo (Persson 1983; Lindner, 1998). Además, en el primer control se obtuvo una gran dispersión de los valores debido a la gran variación individual de los animales, lo que disminuyó en los meses siguientes asociado al entrenamiento desarrollado por los ejemplares.

En el segundo, tercero y cuarto muestreo se observa también un aumento del ácido láctico durante la prueba; sin embargo, en los dos últimos meses los animales presentan un descenso de la concentración de ácido láctico plasmático a valores cercanos a los dos mMoles/L (L2), que representa el límite superior del metabolismo aeróbico (Couroucé, 1988), lo que indicaría que

el entrenamiento ha producido una adaptación en el metabolismo energético muscular aumentando la producción de energía aeróbica y disminuyendo la anaeróbica. Esto estaría corroborando la relación entre las adaptaciones del metabolismo con las fibras musculares (Ronéus *et al.*, 1994).

Los resultados obtenidos muestran que los caballos responden a las exigencias del test de ejercicio realizado, presentando cambios significativos en las variables estudiadas y que el entrenamiento realizado produce adaptaciones en la capacidad muscular de ellos, que se refleja en una menor producción de ácido láctico cuando son evaluados en condiciones estandarizadas de campo al término del ensayo.

RESUMEN

Se evaluó el efecto del entrenamiento en 10 equinos Selle Francés de 4 años de edad seleccionados para participar en futuras competencias ecuestres determinando la temperatura corporal, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, volumen globular, hemoglobina y ácido láctico plasmático. Se realizaron las determinaciones en condiciones basales (T0) y cada 30 días por tres meses (M1, M2 y M3), sometiendo a los animales a un test de evaluación a velocidades crecientes 240 (T1), 300 (T2) y 360 (T3) metros por minuto, respectivamente, durante 4 minutos cada vez, existiendo un período de descanso entre cada velocidad de 3 minutos para realizar las determinaciones fisiológicas y la obtención de las muestras de sangre de la vena yugular. Se obtuvo el promedio y la desviación estándar de los parámetros evaluados y se realizó un análisis de varianza para determinar si las variaciones observadas dentro de cada test y entre los meses fueron significativas. Los resultados obtenidos demuestran que el ejercicio produce variaciones significativas ($P < 0.05$) en la temperatura, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, volumen globular, hemoglobina y ácido láctico plasmático todos los meses, y que el ácido láctico decrece en forma significativa el tercer mes de entrenamiento al compararlo con el primero a las velocidades de 300 y 360 metros por minuto.

Los resultados obtenidos muestran que se puede evaluar equinos en entrenamiento en condiciones de campo y que el ácido láctico es el mejor indicador del entrenamiento realizado.

BIBLIOGRAFÍA

- ART, T., P. LEKEUX. 1988. Effect of environmental temperature and relative humidity on breathing pattern and heart rate in ponies during and after standardised exercise. *Vet. Rec.* 123: 295-299.
- BELTRÁN, E. 1996. Determinación de algunos parámetros fisiológicos y bioquímicos en equinos con aptitud para salto pertenecientes a la Escuela de Equitación de Carabineros de Chile en Santiago, Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Fac. Med. Vet. Chillán, Chile.
- COUROUCÉ, A. 1998. Endurance and sprint training. In Conference on Equine Sport Medicine, ed A. Lindner, Córdoba, Spain. pp 190-201.
- DAVIDSON, N., D. MARLIN, P. HARRIS, J. ROGERSON, A. RICE, D. HARRISON. 1998. Conference on Equine Sport Medicine and Science. Córdoba. Spain. pp 230-233.
- EVANS, D. L., R.J. ROSE. 1988. Determination and repeatability of maximum oxygen uptake and other cardiorespiratory measurements in the exercise horse. *Equine Vet. J.* 20:94-98.
- GOTTLIEB, M., B. ESSÉN-GUSTAVSSON, A. LINDHOLM, S. G. B. PERSSON. 1988. Circulatory and muscle metabolic responses to draught work compared to increasing trotting velocities. *Equine Vet. J.* 20 (6): 430-434.
- HODGSON, D. R., E. DAVIS, F. F. MCCONAGHY. 1994. Thermoregulation in the horse in response to exercise. *Br. Vet. J.* 150: 219-235.
- ILKIW, J. E., P. E. DAVIS, D. B. CHURCH. 1989. Hematologic, biochemical, blood-gas, and acid-base values in Greyhounds before and after exercise. *Am. J. Vet. Res.* 4: 583-586.
- LINDNER, A. 1998. V4 allows to distinguish better the performance level of Standard bred horses than V200. In Conference on Equine Sport Medicine. A. Lindner ed, Córdoba, Spain pp 251-253.
- LEIVA, M. 1998. Valores hematológicos y determinación de las enzimas aspartato aminotransferasa, creatinofosquinasa y lactatodeshidrogenasa en equinos de salto debutantes. Tesis de grado. Universidad de Concepción. Fac. Med. Vet. Chillán. Chile.
- MARLING, D., HARRIS, P., ROGERSON, J., RICE, A., HARRISON, D. 1998. Practical assessment of heart rate response to exercise under field conditions. In Conference on Equine Sport Medicine. A. Lindner ed, Córdoba, Spain. pp 230-231.
- MARTÍNEZ, R. 1998. Bases fisiológicas para el manejo hípico del equino F.S.C. Monografías Med. Vet. 11:20-41.
- MARTÍNEZ, R. 1999. Proyecciones del empleo de la fisiología del ejercicio en el manejo hípico del equino F.S.C. *Tecnovet* 4 (2): 18-42.
- MESSER, N. T. 1995. The use of laboratory tests in equine practice. In: *Clinical Pathology*. Messer, N. T. ed., *Vet. Clinics of North Am, Equine Practice* 11:345-350.
- PERSSON, SG. 1983. Evaluation of exercise tolerance and fitness in the evaluation of soundness and fitness in the horse. In: *Equine Exercise Physiology*. Eds Snow DH, Persson SG and Rose RJ. Granta publications, Cambridge, pp. 324-327.
- ROBINSON, E. Función respiratoria. En Cunnigham, J.; 1994. *Fisiología veterinaria* 1ª Ed. Editorial McGraw-Hill. México. 716 pp.
- RONÉUS, N.; B. ESSÉN-GUSTAVSSON, A. LINDHOLM, Y. ERIKSSON. 1994. Plasma lactate response to submaximal and maximal exercise tests with training, and its relationship to performance and muscle characteristics in Standardbred trotters. *Equine Vet. J.* 26 (2): 117-121.

- ROSE, R. J., J. R. ALLEN, D. R. HODGSON, J. H. STEWART. 1983. Responses to submaximal treadmill exercise and training in the horse: Changes in Haematology, arterial blood gas and acid-base measurements, plasma biochemical values and heart rate. *Vet. Rec.* 113:612-618.
- ROSE, R. J. AND HODGSON, D.R. 1994. Hematology and Biochemistry. In: *The athletic horse, principles and practice of equine sports medicine* Hodgson DR and Rose R. J eds., WB Saunders Company, Philadelphia. pp 63 -78.
- SMITH, J. E., H.H. ERICKSON, R. M. DEBOWES. 1989. Changes in circulating equine erythrocytes induced by brief high-speed exercise. *Equine Vet. J.* 21 (6):444-446.
- SNOW, D. H. 1990. Haematological, biochemical and physiological changes in horses and ponies during the cross country stage of driving trial competitions. *Vet. Rec.* 126: 233-239.
- ROSE, R. J., J. R. ALLEN, D. R. HODGSON, J. H. STEWART. 1983. Responses to submaximal treadmill exercise and training in the horse: Changes in Haematology, arterial blood gas and acid-base measurements, plasma biochemical values and heart rate. *Vet. Rec.* 113: 612-618.