



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA CARGA DE TRABAJO EN EQUINOS DE TIRO
URBANO SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS Y SANGUÍNEAS EN
CONDICIONES DE CAMPO**

Fernando Benjamín Vergara Hernández

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico
Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

PROFESOR GUÍA: TAMARA ALEJANDRA TADICH GALLO
Universidad de Chile

FONDECYT INICIACIÓN 11121467

SANTIAGO, CHILE
2014



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA CARGA DE TRABAJO EN EQUINOS DE TIRO
URBANO SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS Y SANGUÍNEAS EN
CONDICIONES DE CAMPO**

Fernando Benjamín Vergara Hernández

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico
Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

NOTA FINAL:

		Nota	Firma
Profesor Guía	Tamara Tadich Gallo
Profesor Corrector	Iván Núñez Prado
Profesor Corrector	Mario Acuña Bravo

SANTIAGO, CHILE
2014

AGRADECIMIENTOS

Ante todo quiero agradecer a la mujer que me acompañó, acompaña y acompañará por el resto de su vida, mi mamá; Gloria Beatriz, este trabajo está dedicado a ti, siendo este el último paso para ser un profesional Médico Veterinario. Todo este trabajo es el reflejo de lo que tu has criado, influenciado y educado; todo lo que soy te lo agradezco y estoy orgulloso de ser fiel imagen tuya; te amo mamá.

Un gran abrazo también para mi hermana, Marcela Paz. Agradecerte por tu apoyo en todo momento a pesar de la distancia geográfica de los últimos años; sobre todo por hacerme un Tío feliz con esos dos sobrinos bellos que me diste, Florencia Beatriz y Julián Agustín. Los amo

También le agradezco a mi padre, Carlos Benjamín, quien inspiro mucho en mí por su cercanía con los animales, y el que siempre estudiara y me esforzara para ser el mejor. No alcanzaste a estar vivo para ser testigo de lo que he llegado a ser, pero sé que de esa nube blanca que decías, ahí estás observando como voy creciendo. Te amo papá.

Dra. Tamara Alejandra quiero agradecerte por esa llamada telefónica a finales del 2012, donde después de esa reunión terminé siendo tu tesista y todo lo que implicó; muchísimo aprendizaje, seguir relacionándome con los equinos y viajar y conocer a muchas personas valiosas en el camino. Fuiste un pilar fundamental en el término de pregrado y siempre estaré agradecido de ti. Gracias profe!

Muy agradecido estoy de la Dra. Pierdona, quien siendo Médico Veterinario de la I. Municipalidad de Viña del Mar me otorgó un gran apoyo para poder tomar las muestras para la realización de esta memoria. Muchas gracias colega.

Faltarán páginas para seguir agradeciendo a familiares y amigos, que han sido o son parte importante de estas hojas, mencionando a mi abuelita Hortensia; mi gran amigo/hermano Mario Andrés; mi gran amiga Nicole Dusanka; mis amigazos Christian Ignacio, Fabricio Hernán, Dr. Mario Nelson, Dr. Iván Núñez; Tío Enri; gracias Rodrigo Gaete; mis profes del colegio Carmen Gaete, Roder Mori, Álvaro Castro, Lorena Lastra, Madre Adela, Madre Anunciación, Madre Genoveva; también para Camila, Ana María, Raúl Nicolas. Muchas gracias a todos.

Y para ti, Alejandra Patricia, siendo participe de los últimos desvelos de este trabajo, te agradezco por apoyarme y por ser como eres. Te amo bonita.

RESUMEN

El bienestar de los equinos de trabajo es un asunto de interés público, con escasa información sobre sus posibles mecanismos de adaptación fisiológica. El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios en los posibles indicadores fisiológicos de bienestar en los equinos de trabajo, como consecuencia de la tracción de coches de turismo en condiciones de campo y sus implicaciones fisiológicas, hematológicas y de bioquímica sanguínea. Diez equinos de tiro se estudiaron en condiciones normales de trabajo; calculando la velocidad, distancia y fuerza; también evaluando las variables fisiológicas como la frecuencia cardíaca (FC), frecuencia respiratoria (FR), temperatura rectal y parámetros hematológicos y de bioquímica sanguínea evaluadas antes, durante y después del trabajo. Los equinos ejercieron un esfuerzo submaximal en términos de velocidad, fuerza y variables fisiológicas. La FC y la FR mostraron un aumento significativo ($p < 0,05$) después del trabajo, pero se recuperaron a valores basales dentro de los primeros 10 minutos. La concentración de lactato y el hematocrito (VGA) presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), con la concentración de lactato decreciendo en el tiempo y con aumento del VGA con la actividad, retornando a los niveles basales a los diez minutos posterior al trabajo. Las variables fisiológicas mostraron una posible adaptación al trabajo de los equinos de tiro, pero no fueron suficientes para diagnosticar un problema de bienestar. Las prácticas de manejo y otros indicadores basados en el animal debiesen ser incluidos en otros estudios para obtener una visión completa sobre las condiciones en que se desenvuelven estos equinos.

Palabras clave: Equinos de tiro, bienestar animal, carga de trabajo, fisiología del ejercicio, hematología, bioquímica sanguínea.

ABSTRACT

Welfare of working horses is a matter of public concern, with scarce information on their possible physiological coping mechanisms. The aim of this study was to assess changes in possible physiological welfare indicators in working horses, as a result of pulling tourism carriages under field conditions and their physiological, haematological and blood biochemistry implications. Ten tourism carriage horses were studied under normal working conditions; calculating speed, distance and force; physiological variables such as heart rate (HR), respiratory rate (RR), rectal temperature, haematological and blood biochemistry parameters were evaluated before, during and after work. Horses exerted a submaximal effort in terms of speed, force and physiological variables. The HR and RR showed significant increases ($p < 0.05$) after work, but recovered basal values within the first 10 minutes. Lactate and packed cell volume (PCV) were the only blood variables with significant differences across work ($p < 0.05$) with lactate decreasing over time and PCV increasing with work and returning to basal levels at ten minutes after work. Physiological variables showed a possible adaptation to work by the carriage horses, but were not sufficient to diagnose a welfare problem. Management practices and other animal based indicators should be included in further studies to obtain a complete view of the conditions in which these horses developed it work.

Key words: Draught horses, animal welfare, workload, exercise physiology, haematology, blood biochemistry.

INTRODUCCIÓN

Los equinos de tiro cumplen un rol importante en la agricultura a nivel global, se estiman alrededor de 100 millones repartidos entre caballares, asnales y mulares, número que ha tendido a mantenerse estable en el tiempo (Pritchard, 2010). Tanto en los cultivos como en el transporte los equinos se consideran como una máquina que transforma de manera eficiente energía química en mecánica, sumado a numerosos estudios que dan cuenta de la adaptabilidad fisiológica y metabólica al ejercicio que los ponen a la delantera para la realización del trabajo físico frente a otras especies domésticas (Pérez *et al.*, 1991a; Pérez *et al.*, 1992a) sobre todo si no son requeridas grandes fuerzas de tracción, superando en este ámbito a otros animales como bueyes, además de la versatilidad de usos en terrenos difíciles de abordar comparados con maquinaria agrícola (Pearson y Vall, 1998). Si bien no existen muchos datos, el aporte de animales de trabajo a las economías en vías de desarrollo es de gran relevancia ya que más de la mitad de la población mundial depende de la fuerza animal como fuente principal de energía (Pritchard, 2010).

El ejercicio al que son sometidos los equinos de trabajo como cualquier actividad física genera cambios a nivel orgánico, en especial el trabajo de tiro el cual implica fuerza y resistencia por periodos prolongados (Pérez *et al.*, 1992b; Merino *et al.*, 1997). Todos estos cambios van a favor de adaptarse a las condiciones de aumento de demanda de oxígeno y por ende el transporte de éste a la musculatura, ya que el trabajo de tiro se caracteriza por ser un ejercicio principalmente de tipo aeróbico (Pérez *et al.*, 1992b; Merino *et al.*, 1997; Martínez *et al.*, 2001a; Martínez *et al.*, 2001b). Además es importante destacar que cualquier actividad física se caracteriza por ser un evento estresante (Pérez *et al.*, 1991b), siendo varios los sistemas involucrados en la adaptación al trabajo de tiro como el sistema cardiovascular, respiratorio, músculo esquelético y endocrino, y por tanto sirven como indicadores del trabajo realizado (Merino *et al.*, 1997; Marlin y Nankervis, 2002; Bobobee y Gebresenbet, 2007). Otra herramienta complementaria para evaluar el esfuerzo es la hematología y bioquímica sanguínea, que aporta información como variaciones en eritrocitos, leucocitos, actividad sérica de enzimas, hormonas y la concentración de lactato sanguíneo, entre otros (Pérez *et al.*, 1991b; Islas *et al.*, 1992; Pérez *et al.*, 1997; Marlin y Nankervis, 2002; Trilk *et al.*, 2002; Lindner *et al.*, 2009; Tadich, *et al.*, 2013).

Diversos estudios se han realizado en cuanto a desempeño deportivo principalmente en equinos fina sangre Inglés (FSI); lo contrario sucede en equinos de tiro donde es escasa la investigación (Pérez *et al.*, 1991b; Pérez *et al.*, 1992b; Pérez *et al.*, 1996). Estudios a nivel nacional dan los lineamientos para conocer la adaptación de los equinos mestizo de tiro, pero no hay datos de experiencias en terreno bajo condiciones a las cuales se enfrentan a diario; por lo tanto es importante el determinar el efecto de la carga de trabajo sobre parámetros fisiológicos, hematológicos y de bioquímica sanguínea en equinos de tiro urbano. Con este objetivo se describió el trabajo que realizan los equinos de los coches Victoria (recorrido, velocidad, fuerza de tiro) durante un recorrido, incluyendo pausas si se realizan rutinariamente, observando y describiendo el efecto del trabajo sobre las variables fisiológicas, hematológicas y de bioquímica sanguínea en distintos tiempos; para así conocer la aptitud al trabajo al cual son sometidos regularmente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Para el presente estudio se utilizaron 10 equinos mestizos con un peso promedio de 420 Kg (380-500Kg) mayores de dos años, clínicamente sanos al examen físico general. Éstos se seleccionaron mediante participación voluntaria de los dueños y/o cocheros, en coordinación con la Médico Veterinario del Departamento de Servicios del Ambiente de la I. Municipalidad de Viña del Mar, ente encargado de la fiscalización del trabajo de estos equinos bajo la Ordenanza Municipal “Transporte de Pasajeros en Coches Victoria en la comuna de Viña del Mar” (Chile, 2002).

El estudio cuenta con la aprobación del Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, para el uso de animales en experimentación. Por otro lado previo a las actividades en terreno, cada dueño aceptó y firmó un "consentimiento informado", donde se detallaron las actividades a realizar.

Materiales para obtención y procesamiento de las muestras

Para la medición de variables fisiológicas, muestras de sangre y procesamiento de las mismas se utilizaron los siguientes materiales:

1. Fonendoscopio 3M *Littmann® Classic II S.E.*
2. Ficha “Toma de muestras equinos de coches victorias de Viña del Mar” (Anexo 1).
3. Termómetro de mercurio.
4. Equipo de monitoreo de la frecuencia cardíaca *Polar® Equine H2 Heart Rate Monitor.*
5. Computador de entrenamiento *Polar® Equine RS800CX training computer.*
6. Puerto infrarrojo *Polar® IrDA USB.*
7. *Software Polar® ProTrainer Equine Edition* (Versión 5.41.002).
8. *Software Editor GPX* (Versión 1.3.83.1509).
9. Sistema de posicionamiento global *Polar® G3 GPS sensor W.I.N.D.*
10. 2 dinamómetros digitales *GSE® Model 250.*
11. 2 mosquetones de liberación rápida de 125 mm *Ideal Equestrian BV®.*
12. 2 sogas de 1,50m.
13. 90 tubos de ensayo (30 sin aditivo, 30 con ácido etilendiamino-tetracético (EDTA) y 30 con heparina).
14. 60 tubos *eppendorf.*
15. 90 jeringas de 20 mL.
16. Analizador de lactato *Accutrend® Lactate de Roche.*
17. 30 tiras *Accutrend® BM-Lactate de Roche.*
18. Nevera más *ice-packs.*
19. Refractómetro *Atago® SPR-T2.*
20. Analizador hematológico *Abacus Junior Vet®.*
21. Centrífuga *Biofuge Haemo Heraeus®.*
22. Autoanalizador *Cobas Mira Plus Roche®.*

Métodos

El estudio se llevó a cabo en dos jornadas (22 y 26 de Diciembre del 2013) en la ciudad de Viña del Mar, Región de Valparaíso, Chile. Se muestrearon siete equinos en la primera jornada y tres en la segunda. Para las tomas de muestras se establecieron cinco tiempos: un Tiempo 0 (T₀) previo al trabajo, Tiempo 1 (T₁) inicio de la primera pausa del trabajo,

Tiempo 2 (T_2) inicio del segundo tramo del trabajo, Tiempo 3 (T_3) inicio de la pausa final del trabajo y Tiempo 4 (T_4) a los 10 minutos de terminado el trabajo. En cada tiempo se recopiló información respecto a: frecuencia cardíaca (FC), frecuencia respiratoria (FR), temperatura rectal (TR); además de muestras sanguíneas en T_0 , T_3 y T_4 . Sólo se consideró una pausa en el recorrido, menos un equino que no realizó pausas. El recorrido se llevó a cabo con dos pasajeros (el investigador y una ayudante) más el cochero. Cabe destacar que se muestreó un equino a la vez en tiempo sucesivo, tomando aproximadamente una hora de tiempo por ejemplar.

A cada equino se le realizó un examen clínico antes de comenzar la actividad; posteriormente se procedió a anotar en la ficha adjunta en el Anexo 1 la FC con el fonendoscopio, FR observando latero-caudalmente al equino contando el número de ciclos por minuto (cpm) y la TR medida con un termómetro de mercurio vía rectal por tres minutos; todos datos tomados para T_0 , T_1 , T_2 , T_3 y T_4 ; posteriormente se procedió a la instalación del equipo de monitoreo de la FC (*Polar® Equine H2 Heart Rate*) para la medición de esta variable durante todo el trabajo, instalándose el transmisor en la parte superior del cinchón, el electrodo positivo (+) al costado derecho de la cruz y el electrodo negativo (-) en el área de auscultación cardíaca sujeta por el cinchón del equino, ambos electrodos previamente humedecidos con agua (Ver figura Nro. 1); la FC fue medida en latidos por minuto (lpm). El sistema de posicionamiento global (*Polar® G3 GPS sensor W.I.N.D.*), fue llevado en el brazo del investigador para obtener la distancia recorrida, el mapeo del circuito de cada equino y la velocidad (Km/h). Ambos aparatos se enlazan mediante telemetría al computador de entrenamiento (*Polar® Equine RS800CX training computer*) también llevado por el investigador (Ver Figura Nro. 2(b)). Todos estos datos son descargados a un computador mediante el puerto infrarrojo (*Polar® IrDA USB*) utilizando el *software Polar® ProTrainer Equine Edition*. Adicionalmente se calculó la latencia, esto es el tiempo de recuperación de la FC a su valor basal. Se consideró la latencia menor entre los dos periodos de descanso, es decir entre T_1 - T_2 y T_3 - T_4 , con un tiempo máximo considerado de 600 segundos equivalente a los 10 minutos de pausa entre T_3 - T_4 . Los mapas de los recorridos se realizaron exportando los archivos del *software Polar® ProTrainer Equine Edition* al *software Editor GPX*.

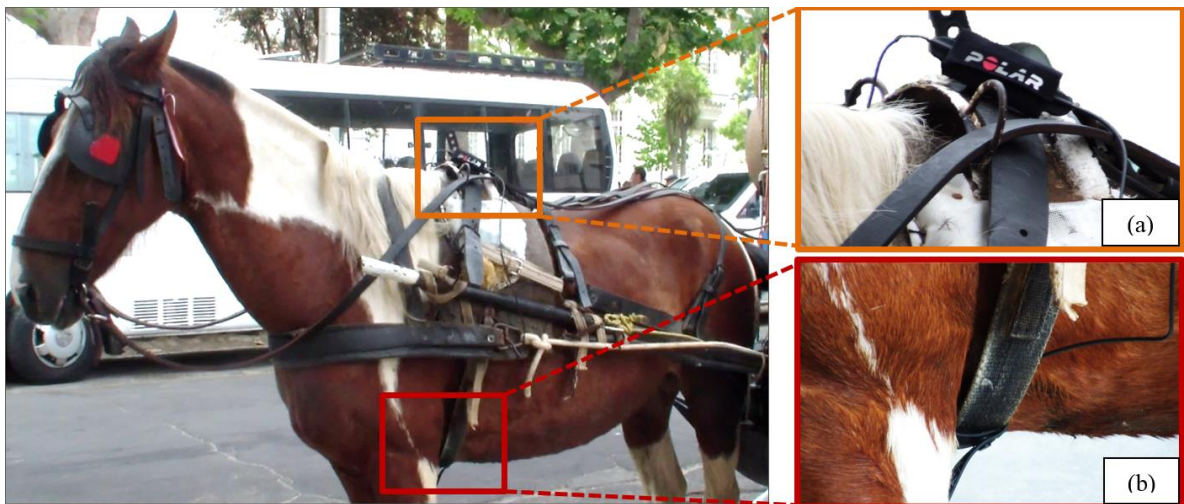


Figura Nro. 1: Posición topográfica del equipo *Polar® Equine H2 Heart Rate*. (a) Transmisor telemétrico ubicado arriba del cinchón y electrodo (+) en la cruz en contacto con la piel del equino. (b) Ubicación del electrodo (-) zona cardíaca en contacto con la piel.

Entre el coche y el equino se montaron dos dinamómetros digitales (*GSE® Model 250*). Se instaló un dinamómetro a cada lado del eje delantero del coche y éste su vez a la pechera del equino mediante una soga a cada lado (Ver Figura Nro. 2). Se evaluó la fuerza máxima registrada por cada dinamómetro y se tomó nota del rango de fuerza ejercida durante el movimiento del coche (fuerza de movimiento), datos registrados en la ficha para ambos tramos del recorrido (T_0 - T_1 y T_2 - T_3). La unidad de medida de los equipos son kilogramos fuerza (kgf) convertidos al Sistema Internacional a kilo Newton (kN) para su posterior análisis.

Se realizaron tres extracciones de sangre (T_0 , T_3 y T_4) extrayendo en cada tiempo 12 mL de sangre por venopunción de la vena yugular izquierda y depositando 4 mL en cada tubo (sin aditivo, con EDTA y heparina); al mismo tiempo se colocó una gota de sangre en una tira *Accutrend® BM-Lactate* introducida en el *Accutrend® Lactate* para la medición de la concentración de lactato sanguíneo. Las muestras en los tubos fueron mantenidas a temperatura de refrigeración (0 - 4° C) hasta su procesamiento; el hemograma y la obtención del suero en tubos *ependorf* se realizó en el Laboratorio de Patología Clínica del Departamento de Patología Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de

la Universidad de Chile para ser congelados ($-25\pm 2^\circ\text{C}$). El suero fue analizado en dos laboratorios; el Laboratorio de Patología Clínica del Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias de la Universidad Austral de Chile para el perfil bioquímico y el Laboratorio de Fisiología Animal y Endocrinología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Concepción para la medición de Cortisol.

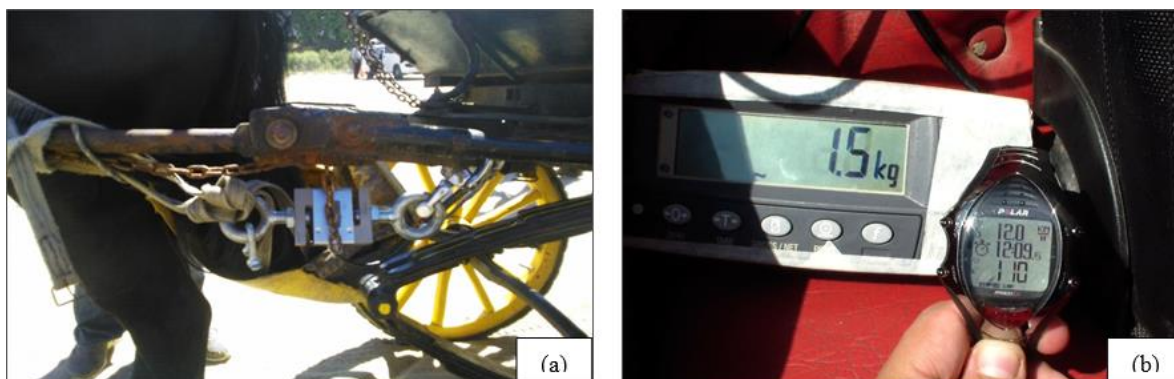


Figura Nro. 2: (a) Posición topográfica de los dinamómetros (GSE® Model 250). (b) A la izquierda panel digital de uno de los dinamómetros mostrando la fuerza de movimiento (1,5 kgf) y a la derecha el computador de entrenamiento (Polar® Equine RS800CX training computer) midiendo velocidad (12,0 km/h), el tiempo del recorrido (00:12:09) y la FC (110 lpm).

Análisis de las muestras

1. Concentración de lactato mediante *Accutrend® Lactate* mediante determinación enzimática y fotometría de reflejo (con longitud de onda de 660 nm) utilizando muestras de sangre (una gota equivalente a 15-50 μL) en las tiras *Accutrend® BM-Lactate de Roche*.
2. Volumen globular aglomerado (VGA), recuento de leucocitos, linfocitos y neutrófilos mediante hemograma automatizado por el método de impedancia volumétrica en el analizador hematológico *Abacus Junior Vet®*.
3. Proteínas plasmáticas mediante refractometría (*Atago® SPR-T2*).
4. Fibrinógeno mediante la técnica del microhematocrito, se centrifugan (*Biofuge haemo Heraeus*) dos tubos capilares; uno para determinar las proteínas plasmáticas y el otro dejándolo en agua a $56-58^\circ\text{C}$ por tres minutos y centrifugar nuevamente

precipitando el fibrinógeno. Para calcular su concentración en g/dL se midió por la diferencia entre las proteínas plasmáticas y el fibrinógeno mediante un refractómetro (Kaneko y Smith, 1967).

5. Proteínas totales (g/L): Método Biuret, fotométrico, colorimétrico, 550 nm.
6. Actividad de creatínfosfoquinasa (CK): Método cimétrico según IFCC y ECCLS, UV 340 nm. Human.
7. Actividad de la aspartato aminotransferasa (AST): Método cimétrico según IFCC, UV, 340 nm. Human.
8. Actividad de la lactato deshidrogenasa (LDH): Método cimétrico según SCE UV, 340 nm. Human.
9. Actividad eritrocítica de la enzima Glutación Peroxidasa (GSH-Px): Método cimétrico Paglia y Valentine, UV, 340 nm, Randox.
10. Cortisol mediante la técnica de Radioinmunoensayo (RIA).
11. Relación neutrófilos:linfocitos (N:L) los cuales se realizó la división del valor de neutrófilos y linfocitos obtenido para cada tiempo y equino.

Para todas las variables sanguíneas se utilizaron los valores de referencia de Wittwer (2012).

Análisis Estadístico

Todos los registros fisiológicos y variables sanguíneas de los equinos fueron ingresados a una planilla Microsoft Excel para su análisis. La distancia de cada recorrido, el tiempo empleado para realizarlo, la velocidad lograda de cada ejemplar, la fuerza de tiro, el periodo de latencia de la frecuencia cardíaca y la concentración de lactato fueron analizados mediante estadística descriptiva. Todas las variables de FC, TR, FR, se compararon entre los cinco tiempos descritos a través de la prueba de *One-way AOV* en caso de obtener datos paramétricos o con *Kruskall-Wallis One-way AOV* de ser no paramétricos. Se estableció un nivel de significancia de $p < 0,05$. Para las variables sanguíneas se compararon en los tres tiempos también con la prueba *One-way AOV* o de *Kruskall-Wallis One-way AOV* para datos paramétricos o no paramétricos respectivamente. El *software* utilizado fue *Statistix* (Versión 8.0). Los resultados se presentan en tablas y figuras.

RESULTADOS

Descripción de la actividad de trabajo

El circuito que realizaron los 10 equinos se detallan en el Anexo 2, el cual no fue idéntico entre ellos, pero de distancias similares. El equino 7 fue el que realizó el recorrido de mayor distancia (4,65 km) y el equino 4 fue la distancia menor de recorrido (3,010 km); las distancias y los tiempos de cada equino se detallan en la Tabla Nro. 1.

En la Tabla Nro. 2 se describen la moda, valor máximo y mínimo de la velocidad; siendo la velocidad máxima lograda por el equino 2 con 19,4 Km/h (5,4 m/s).

La fuerza máxima y la fuerza para mantener el movimiento del coche se muestran en la Figura Nro. 3. El Equino 9 fue el que realizó la mayor fuerza, la cual fue de 1,07 kN (109 kgf) y para mantenerlo en movimiento con una fuerza ejercida de 0,18 kN (18,75 kgf).

Tabla Nro. 1: Distancia total (DT) en kilómetros (Km), Tiempo (T) y promedio (\bar{x}) de ambas variables de los 10 Equinos (E_n).

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	\bar{x}	Mín	Máx	DS
DT(Km)	3,24	3,11	4,12	3,01	3,72	3,01	4,65	3,19	3,24	3,34	3,5	3,01	4,65	0,54
T(s)	1900	1085	2550	1320	2070	1720	2580	1635	1905	1785	1855	1085	2580	472,59

Tabla Nro. 2: Promedio, moda, valor máximo (Máx), valor mínimo (Mín) y desviación estándar (DS) de la velocidad (m/s) de los 10 recorridos de los Equinos (E_n).

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}
Promedio (m/s)	2,51	3,60	2,80	3,35	3,55	3,12	2,36	2,99	2,46	2,92
Moda (m/s)	2,6	4,1	3,3	3,8	2,8	3,6	2,9	3,1	2,6	3,1
Máx (m/s)	4	5,4	4,6	5,2	4,6	5,1	5	5,3	4	4,9
Mín (m/s)	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
DS	0,78	1,11	1,12	1,05	0,91	1,08	0,94	1,06	0,80	0,94

VARIABLES FISIOLÓGICAS

Los promedios de la FC, la FR y la TR obtenidos en los cinco tiempos de los 10 equinos se especifican en la Tabla Nro. 3. Se observó un incremento de la FC y de la FR estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en T₁ y T₃ en relación a T₀, T₂ y T₄. Para la TR no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los 5 tiempos ($p > 0,05$).

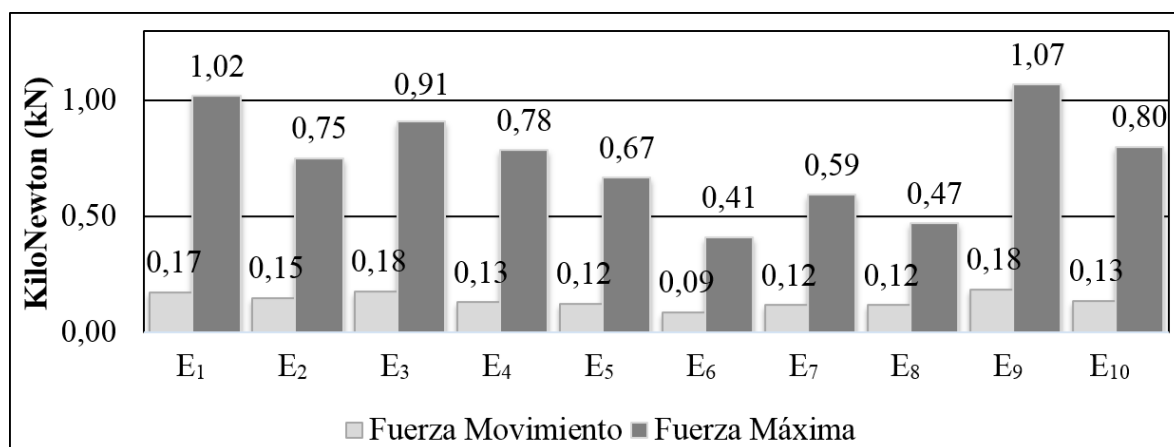


Figura Nro. 3: Fuerzas realizadas por cada equino (E_n) tanto Fuerza Máxima como Fuerza de Movimiento.

Tabla Nro. 3: Promedios y desviación estándar de FC (lpm), FR (cpm) y TR (°C) para los 4 tiempos.

	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
FC ¹	42,33 ± 5,70 ^b	90,89 ± 19,95 ^a	48,67 ± 8,87 ^b	102,33 ± 15,22 ^a	46,67 ± 9,80 ^b
FR ¹	24,6 ± 5,74 ^b	45,25 ± 7,69 ^a	26 ± 6,78 ^b	38,8 ± 10,51 ^a	23,8 ± 8,97 ^b
TR	37,91 ± 0,49	38,09 ± 0,39 ²	38,09 ± 0,39 ²	38,14 ± 0,26	38,19 ± 0,41

¹ Para estas variables se consideraron nueve equinos ya que uno de ellos no realizó pausas en su trayecto. Diferencias entre a y b $p < 0,05$. ² El tiempo de pausa entre T₁ y T₂ (Cinco minutos aproximadamente) no alcanzó a modificar la temperatura rectal.

La latencia de la FC se observa en la Tabla Nro. 4, donde el Equino 5 logró la latencia menor (130 segundos) y los Equinos 2, 4 y 10 no recuperaron el valor basal durante el estudio.

Tabla Nro. 4: Tiempo de recuperación (s) al valor basal de la FC (Latencia) para cada equino (E_n).

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀
Latencia (s)	495	>600	250	>600	130	230	180	525	180	>600

Variables Sanguíneas

La Tabla Nro. 5 muestra los datos obtenidos de concentración de lactato sanguíneo en T₀, T₃ y T₄. Cabe mencionar que por razones técnicas el *Accutrend® Lactate* tiene como valor mínimo de medición 0,8 mmol/L, valores inferiores el medidor lo indica como “*Low*”.

Tabla Nro. 5: Valores de la concentración de lactato (Lac) en cada tiempo (T_n) de los 10 equinos (E_n).

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀
Lac T₀ (mmol/L)	0,9	1,6	0,8	1,2	0,8	1,4	1,5	1,2	0,9	0,7*
Lac T₃ (mmol/L)	0,8	1,1	0,8	0,8	0,7*	0,7*	0,7*	0,7*	1,1	0,7*
Lac T₄ (mmol/L)	0,7*	1,0	0,7*	0,7*	0,7*	0,7*	0,7*	0,7*	0,7*	1,2
Promedio	0,80	1,23	0,77	0,90	0,73	0,93	0,97	0,87	0,90	0,87
Máx	0,9	1,6	0,8	1,2	0,8	1,4	1,5	1,2	1,1	1,2
Mín	0,7	1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
DS	0,10	0,32	0,06	0,26	0,06	0,40	0,46	0,29	0,20	0,29

* $\leq 0,7 = Low$.

En cuanto al VGA los promedios se muestran en la Figura Nro. 4. Se encontró un aumento significativo del VGA en T₃, en relación a T₀ y T₄ ($p < 0,05$). Ningún individuo mostró esta variable fuera de rango fisiológico.

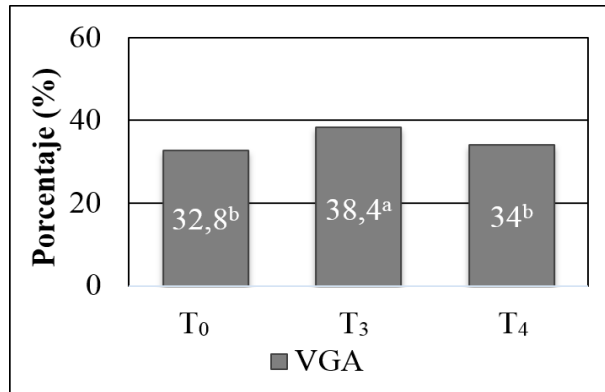


Figura Nro. 4 Promedios del volumen globular aglomerado (VGA) expresado en porcentaje (%) en cada Tiempo (T₀^b, T₃^a y T₄^b).

Los resultados leucocitos totales, linfocitos y neutrófilos, se muestran en la Figura Nro. 5, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ninguno de los tiempos para ningún tipo celular.

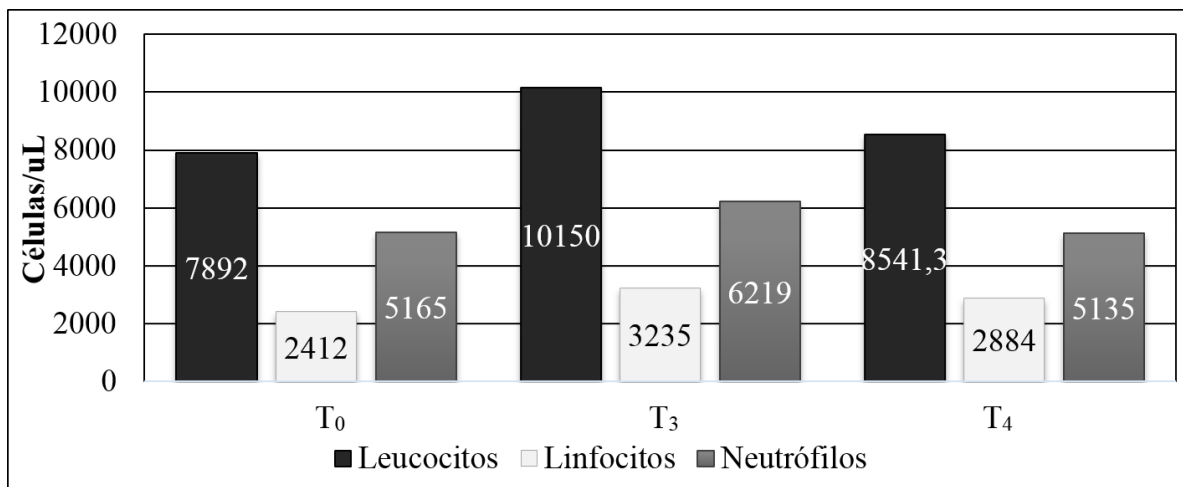


Figura Nro. 5: Promedios de concentración leucocitos, linfocitos y neutrófilos cada Tiempo (T₀, T₃ y T₄) no mostrando diferencias significativas ($p > 0,05$).

El promedio de las concentraciones de proteínas plasmáticas y de fibrinógeno se muestran en la Figura Nro. 6, donde no se produjeron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

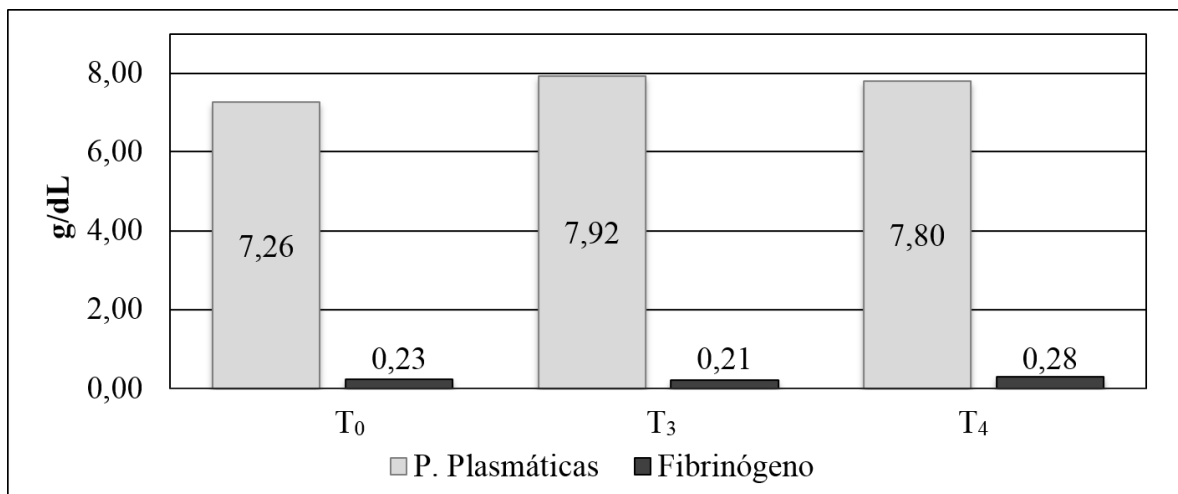


Figura Nro. 6: Promedios de proteínas plasmáticas y fibrinógeno de los 10 equinos para los 3 tiempos (T₀, T₃ y T₄) sin diferencias significativas ($p > 0,05$).

En relación a las enzimas evaluadas en el perfil bioquímico (CK, AST y LDH) no hubo cambios significativos en ninguno de los tiempos evaluados ($p > 0,05$), resultados que se exponen en la Figura Nro. 7.

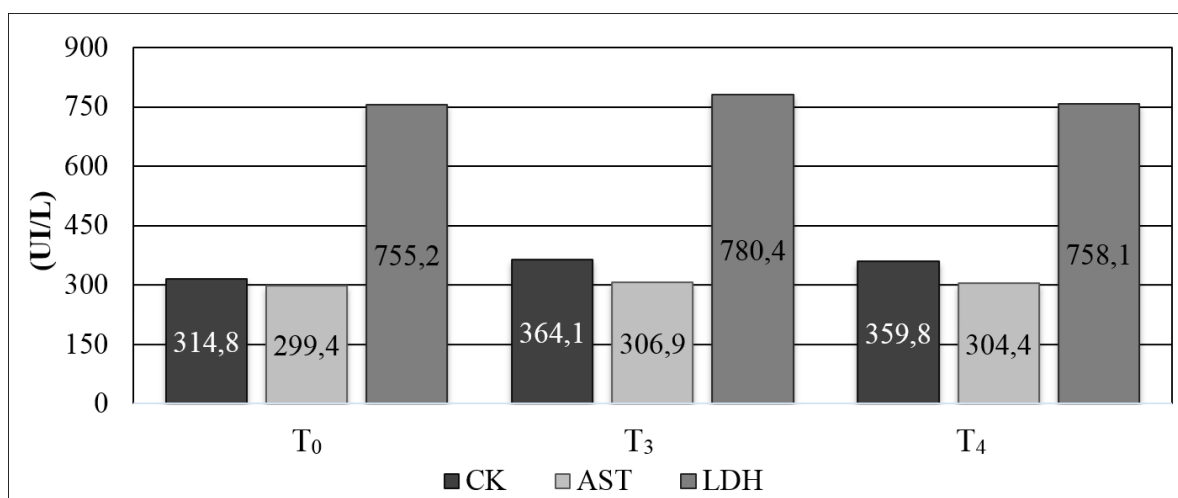


Figura Nro. 7: Promedio de las actividades de las enzimas plasmáticas CK, AST y LDH cada Tiempo (T₀, T₃ y T₄) sin diferencias significativas ($p > 0,05$).

En la Figura Nro. 8 se presentan los resultados para la actividad de la Glutatión Peroxidasa (GSH-Px) para la cual no se registraron cambios significativos entre los tres tiempos ($p > 0,05$).

En la Figura Nro. 9 se grafican los resultados del cortisol plasmático, no mostrando diferencia significativa entre los tiempos ($p>0,05$).

Finalmente en la Figura Nro. 10 se muestran los resultados de la relación N:L para cada tiempo, no existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

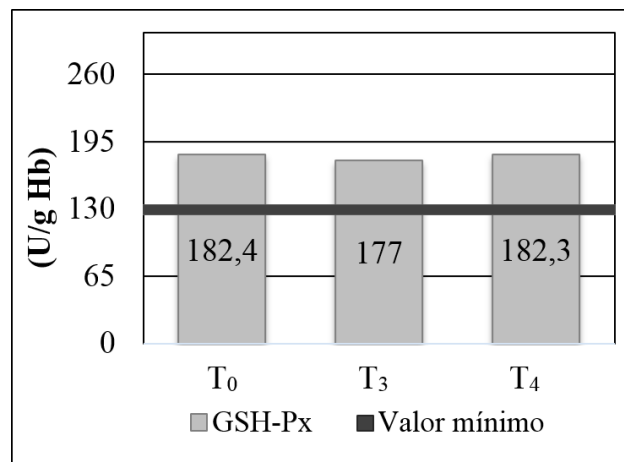


Figura Nro. 8: Promedios de la actividad sanguínea de la Glutación peroxidasa (GSH-Px) cada Tiempo (T₀, T₃ y T₄) sin diferencias significativas ($p>0,05$). 130 U/g Hb es el valor mínimo de referencia esperado para GSH-Px (Wittwer, 2012).

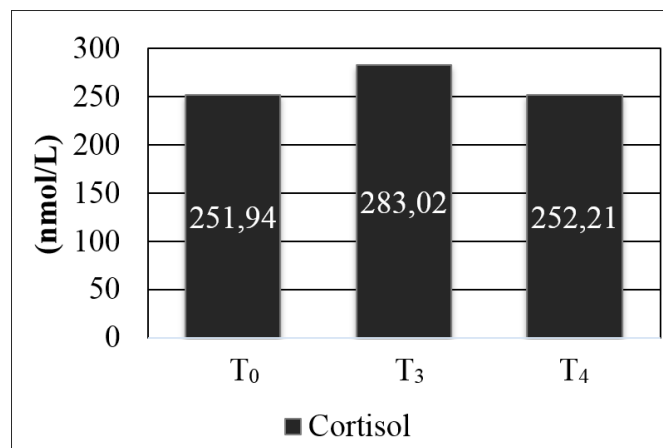


Figura Nro. 9: Promedios de la concentración plasmática de cortisol plasmático en cada tiempo (T₀, T₃ y T₄) sin diferencias significativas ($p>0,05$).

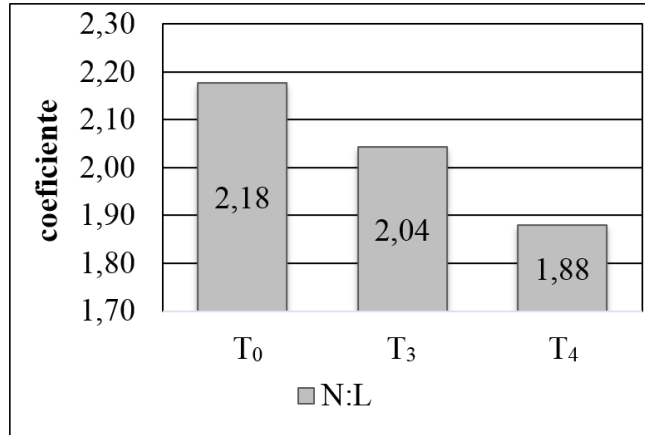


Figura Nro. 10: Media aritmética de la relación neutrófilos:linfocitos (N:L) en cada tiempo (T₀, T₃ y T₄), sin diferencias significativas ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

Descripción de la actividad

El objetivo general de este estudio fue describir el trabajo de tiro de las Victorias de Viña del Mar, y su efecto sobre algunas variables fisiológicas. En primer lugar se advirtió que la trayectoria realizada por los 10 equinos no fue idéntica, lo cual muestra que no respetan el recorrido oficial expuesto en la ordenanza municipal (Chile, 2002). Sin embargo, los recorridos en cuanto a tiempo y velocidad fueron similares, por lo tanto se puede presumir que el nivel de esfuerzo fue equivalente entre los ejemplares (Tabla Nro. 1), con el detalle del circuito de cada uno en el Anexo 2. Todos los trayectos incluyeron una pausa exceptuando el equino 2, ya que su cochero no realizaba pausas en el trayecto, logrando lógicamente un menor tiempo de recorrido. Las pausas durante el trabajo habitual de las Victorias se asocian a detención en zonas con algún atractivo turístico, como lo fue la detención en el Museo *Folk*, además de varias pausas debido a las distintas señales del tránsito, restándole exigencia al trabajo. La velocidad lograda fluctuó entre los 9,3 y 14,7 km/hr (Figura Nro. 2) durante los viajes, valores similares a los obtenidos por Pérez *et al.* (1991a y 1991b); donde equinos mestizo de tiro lograron una velocidad de $8,2 \pm 2,0$ Km/hr en una prueba de menor esfuerzo y de $10,01 \pm 0,8$ Km/hr en el segundo estudio; pudiendo hacer equivalente al esfuerzo realizado en los equinos con los del presente estudio. Cabe destacar que en este estudio algunos cocheros estimularon una mayor velocidad de

desplazamiento mediante un látigo, hecho no permitido en la actual ordenanza municipal (Chile, 2002). Relacionado con lo anterior, la velocidad ideal a la cual deberían circular las Victorias no está determinada, pero es sabido que los equinos, al igual que otros mamíferos, adaptan la velocidad de trabajo a un ritmo en el cual el desplazamiento de su carga implique un gasto energético mínimo (Hoyt y Taylor, 1981), por lo tanto el no azuzar a los individuos en su actividad podría favorecer a que estos adopten una velocidad propia a la cual se desempeñen de mejor manera a distintas cargas de peso neto.

La fuerza máxima de tiro en todos los casos coincidió con el inicio del circuito, donde los equinos debían sacar de la inercia los coches. Los valores de fuerza están registrados en la Figura Nro. 3 y se pudo apreciar que por el temperamento y/o tratamiento del cochero al equino, al salir más rápido de la inercia, mayor fuerza ejerció; pero esto no se puede atribuir sólo a este hecho debido a que no se tiene el dato de los pesos netos de los coches junto a la de los pasajeros, pudiendo influir en esta cifra; en este sentido estos equinos ejercieron una menor fuerza comparado con los del estudio de Pérez *et al.* (1991a y 1991b), donde dichos caballares ejercieron una fuerza de 1,19 kN (con carga liviana de 946 Kg) y 1,35 kN (con carga liviana de 856 Kg) respectivamente. Por otro lado los valores de la fuerza para mantener en movimiento el carruaje fueron muy bajos y similares entre los equinos (Figura Nro. 3) cifras por debajo de los recabado en los estudios de Pérez *et al.* (1991a y 1991b) y, donde los valores de la fuerza para mantener en movimiento la carga liviana fue de 0,48 kN y $0,48 \pm 0,01$ kN respectivamente. Por lo tanto se puede inferir que la carga de los coches fue menor a la de los estudios mencionados, ya que las fuerzas realizadas fueron menores, mientras que la velocidad fue mayor. Otro factor que pudiese determinar diferencias entre los estudios son los equipos de medición utilizados, los cuales no fueron los mismos.

Variables fisiológicas

En el presente estudio se observó un aumento significativo de la FC en T₁ y T₃ ($p < 0,05$) (Tabla Nro. 3). El aumento de la FC registrado es equivalente a la FC submaximal de un trote de un equino fina sangre Inglés (FSI) (80-100 latidos por minuto (lpm)) (Marlin y Nankervis, 2002), lo cual generalmente se asocia al estímulo adrenérgico del ejercicio sobre el marcapaso cardíaco (Martínez *et al.*, 2001a). Por otra parte McKeever y Gordon (2008) concuerdan que FC submaximales en ejercicio de alrededor 120 lpm se logran por una

inhibición del sistema parasimpático más que por estimulación adrenérgica, y sobre este valor (>120 lpm) se suma el efecto del sistema simpático más catecolaminas. Esta última explicación concuerda con otros hallazgos de este estudio analizados más adelante, donde se observa que no existe un aumento significativo en los niveles de la concentración de cortisol y alteración en la relación N:L ($p>0,05$), concluyendo por este motivo que el aumento de la FC estaría dada por la inhibición del sistema simpático. En el trabajo de Pérez *et al.* (1996), los equinos de tiro trabajando con carga liviana lograron promedios entre 106 y 118 lpm sugiriendo que estos animales trabajaron bajo condiciones submaximales, condiciones similares a las observadas en este estudio. En diferentes especies se ha demostrado que la FC aumenta de manera casi lineal relacionado con la carga de trabajo, por lo tanto esta variable es de gran valor de evaluación del nivel de esfuerzo realizado (Pérez *et al.*, 1994), por lo tanto los datos obtenidos en relación a la FC dan cuenta de que estos equinos son sometidos a un esfuerzo submaximal.

La FR (Tabla Nro. 3), al igual que la FC, tuvo aumentos significativos en T₁ y T₃ ($p<0,05$), lo cual muestra que se generó una mayor demanda de oxígeno y el necesario incremento de la ventilación alveolar para eliminar el aumento de dióxido de carbono (Pérez *et al.*, 1992; Merino *et al.*, 1997; Martínez *et al.*, 2001a). Este aumento va en directa relación a la intensidad del trabajo (Ainsworth, 2008), es por esto que si bien hubo un aumento en esta variable, éste no fue maximal, ya que en equinos FSI pueden llegar en galope a 121 ciclos respiratorios por minuto (Ainsworth, 2008), por lo tanto la demanda de oxígeno de los equinos del presente estudio no fue alta comparado con los equinos FSI en ejercicio maximal; otro parámetro que muestra un bajo nivel de esfuerzo realizado.

Al contrario de la FC y FR, la TR no evidenció cambios significativos ($p>0,05$) (Tabla Nro. 3), lo que demuestra que a pesar de que existe una mayor demanda metabólica por el sistema músculo esquelético, por un aumento de la FR para entregar mayor oxígeno y un aumento del gasto cardíaco los equinos pudieron compensar el aumento de temperatura corporal. Existe una mayor producción de calor al inicio de cualquier actividad física ya que aproximadamente el 80% de la energía química es liberada en forma de calor (Marlin y Nankervis, 2002; McCutcheon y Geor, 2008), pero en ejercicio de baja a moderada intensidad eventualmente la tasa de disipación de calor puede balancear la producción de

calor, manteniéndolo en valores cercanos al reposo (McCutcheon y Geor, 2008), mecanismos que incluyen la sudoración y aumento de la FR (Merino *et al.*, 1997; Martínez, *et al.*, 2001a; McCutcheon y Geor, 2008). Por lo anterior, se puede asumir que el trabajo fue de baja intensidad sin sobrepasar los mecanismos compensatorios de los animales ya que la temperatura no aumentó de manera significativa ($p>0,05$). Entre T₁ y T₂ se consideró la misma temperatura ya que el tiempo breve de pausa de 5 minutos no modificó la TR.

De la latencia de la FC (Tabla Nro. 4) se obtuvo información de la adaptación al trabajo ya que entre mayor velocidad de recuperación de la FC a los valores basales mejor adaptado está el individuo (Pérez *et al.*, 1994), sobre todo dentro de los tres primeros minutos (Pearson y Vall, 1998) pudiéndose distinguir una primera fase y una segunda fase de recuperación (Marlin y Nankervis, 2002). En el estudio de Pérez *et al.* (1996), los equinos lograron una disminución de los valores de la FC dentro de los primeros cinco minutos y a los 30 minutos terminado el trabajo llegaron a valores similares a la FC basal, situación disímil a la del presente estudio donde tres de los diez equinos recuperaron los valores basales de la FC dentro de los primeros cinco minutos, mostrando una alta capacidad compensatoria al esfuerzo y/o el trabajo realizado. El resto de los individuos tuvieron una recuperación rápida dentro de los primeros minutos para después disminuir lentamente. Tres de los equinos no recuperaron los valores basales dentro de la duración del estudio por individuo (10 minutos). En el caso del Equino 4 era esperable una menor adaptación cardiovascular ya que tiene dos años y está comenzando la actividad, por lo tanto no logró recuperar su FC a niveles basales dentro de 10 minutos. Otro factor a considerar que hace sobreestimar la latencia y probablemente sea la razón de que no alcanzan los valores basales de la FC todos los individuos, es por la manipulación de los individuos; debido a las muestras de sangre y/o toma de temperatura rectal tanto en T₀ como en T₃ y T₄; por lo tanto evaluar esta variable sin otras pruebas invasivas indicaría de mejor manera el acondicionamiento físico, ya que cualquier acto puede generar un estímulo simpático pudiendo aumentar su FC entre 5 a 10 lpm (Marlin y Nankervis, 2002). Teniendo en cuenta los datos de la Tabla Nro. 1 y Tabla Nro. 4, coincide que los equinos que obtuvieron recuperación más rápida fueron los que les tomo más tiempo en realizar el recorrido, por lo tanto un aumento en la velocidad de los equinos estimulado por los cocheros pudo influir en que los individuos demoraron más tiempo en disminuir la FC.

Variables Sanguíneas

La concentración de lactato (Tabla Nro. 5) en general dio valores bajos antes y después de la actividad; incluso evidenciando valores inferiores a los de reposo, exceptuando el equino 9 y 10. Esto puede significar que estos equinos muestran adaptación al trabajo teniendo características de ser un ejercicio de resistencia con esfuerzo submaximal; ya que el comportamiento de la concentración de lactato muestra un patrón similar a lo obtenido en el experimento de Stanley *et al.* (1988) en el cual se comparó a dos personas, un remero entrenado con un ciclista de resistencia a un ejercicio submaximal, donde el ciclista aumentó la producción del lactato sanguíneo, pero su concentración disminuyó respecto del reposo, debido a un aumento de la remoción del mismo, virtud atribuida al tipo de entrenamiento del ciclista. El trabajo de tiro tiene características de un ejercicio de resistencia y sumado al hecho observado en las variables anteriores de ser un esfuerzo submaximal, es esperable que estos equinos tengan una gran capacidad de remoción del lactato sanguíneo; característica que se induce debido al aumento de gliconeogénesis por parte del hígado y la menor liberación y redistribución del lactato muscular, el cual puede movilizarse entre las diferentes células musculares (Stallknecht *et al.*, 1998). Además, la alta capacidad de remoción del lactato está determinado por factores como la irrigación sanguínea muscular, cantidad de músculos activos e inactivos, la masa muscular corporal y el transporte del lactato a otros tejidos (Gondim *et al.*, 2007), donde es transformado en glucosa en el hígado y en el corazón, órgano que lo utiliza como fuente de energía directamente, ya que el lactato posee más del 90% de energía de la glucosa (Pösö *et al.*, 2008). Asimismo el entrenamiento induce un aumento de las enzimas mitocondriales y un aumento de la oxidación de lípidos (Stallknecht *et al.*, 1998). Naturalmente los equinos tienen una mayor rotación del lactato comparado con humanos y ratas, tres y siete veces más respectivamente (Gondim *et al.*, 2007), lo que puede explicar también la baja concentración de lactato obtenida en el estudio. Rainger *et al.* (1994) estudiaron el efecto de la tasa de remoción del lactato en ejercicio maximal en *treadmill* en equinos FSI entrenados y no entrenados, donde obtuvieron menores picos de concentración de lactato en los individuos entrenados versus los no entrenados, lo cual si bien no es equivalente al tipo de ejercicio realizado por los equinos del de este estudio, da otra arista a que el entrenamiento mejora la remoción del lactato sanguíneo. Otros datos dan cuenta que en humanos

entrenados existe una menor liberación de lactato, por una baja liberación de catecolaminas (epinefrina), desarrollo y reclutamiento de fibras musculares tipo I de contracción lenta caracterizadas por su baja capacidad glicolítica y alta capacidad oxidativa (Stallknecht *et al.*, 1998); lo cual condice con los datos de la FC del presente estudio, donde los aumentos de esa variable se atribuyen básicamente a la inhibición del sistema parasimpático más que por estímulo simpático mediado por catecolaminas (McKeever y Gordon, 2008). La respuesta de liberación de ACTH se ve altamente correlacionada con la respuesta a las catecolaminas y a la liberación de lactato en ejercicio progresivo (Nagata *et al.*, 1999), por lo anterior se puede atribuir también a los bajos niveles de la concentración de lactato obtenido a una baja liberación de ACTH, situación confirmada con los niveles de cortisol y relación N:L analizados más adelante.

Respecto a los datos obtenidos para cortisol (Figura Nro. 9), se observó un leve aumento en T₃, respecto de T₀ y T₄, sin ser significativo ($p > 0,05$); pero ese aumento puede ser atribuido al efecto del ejercicio, ya que son numerosos los estudios que dan cuenta de un aumento de esta hormona en distintas disciplinas ecuestres, existiendo a su vez variación en la respuesta de acuerdo a la intensidad y duración del ejercicio (McKeever y Gordon, 2008). Si bien el cortisol posee un ciclo circadiano, logrando picos entre las 06:00-09:00 horas (acrofase) y valores más bajos entre las 19:00 y 00:00 horas (nadir) (Irvine y Alexander, 1994), lo cual podría afectar el análisis estadístico ya que no se muestrearon todos los individuos en el mismo horario, este se realizó entre las 11:00 horas y las 17:00, lejos de la acrofase y del nadir mencionados; no obstante se describen en condiciones controladas el ritmo de esta hormona que si bien coinciden que esta hormona posee un ritmo circadiano, encontraron que hay momentos en que en los equinos no es reconocible este ritmo, encontrando diferencias incluso en los mismos individuos en diferentes días sin estímulos externos (Evans *et al.*, 1977; Lindner *et al.*, 2000). Otro estudio reciente, describió además una diferencia no mayor al 20% entre la acrofase y el nadir, demostrando la fragilidad de la secreción del cortisol determinado por eventos estresantes mínimos, condiciones medioambientales y variaciones entre diferentes diseños experimentales (Cordero *et al.*, 2012). Esta leve variación obtenida en el presente estudio puede dar otro indicio de que el trabajo realizado fue de baja magnitud, ya que el cortisol mostró una variación que relacionada a la fuerza de tracción y duración del trabajo; se comportaron de acuerdo a un

nivel bajo de liberación de catecolaminas. En el experimento de Pérez *et al.* (1991b) se observaron aumentos leves de esta hormona con los equinos que hicieron menos esfuerzo (carga liviana de 856 Kg), pudiendo concluir que bajo este criterio hubo un menor nivel de estrés en ellos, pero a diferencia del presente estudio, los equinos trabajaron por periodos más prolongados (cuatro horas) por lo tanto hubo cambios a nivel de relación N:L lo cual no se evidenció en el presente estudio. Si bien hubo un aumento de leucocitos posterior al ejercicio (Figura Nro. 5), no hubo un aumento significativo entre los tiempos ($p > 0,05$), ni tampoco se encontraron fuera del rango fisiológico, por ende la relación N:L (Figura Nro. 10) mostró una proporción normal con tendencia a la baja desde T_0 a T_4 . La no detección de neutrofilia probablemente se debe a la baja variación del cortisol en la actividad de los equinos como se observó previamente. En general la relación N:L es un indicador más confiable que el cortisol para medir estrés (Gross y Siegel, 1983); ya que en presencia de catecolaminas como respuesta al estrés, existe movilización desde el *pool* marginal de leucocitos, alterando el leucograma (McGowan y Hodgson, 2014).

El VGA (Figura Nro. 4) evidenció un incremento en T_3 siendo estadísticamente significativo ($p < 0,05$), pero este cambio no sobrepasó los valores fisiológicos; sumado al leve aumento de las proteínas plasmáticas (no estadísticamente significativo ($p > 0,05$)) es probable que estos cambios sean explicados por leves pérdidas de agua por sudoración, ventilación y el traslado de agua hacia sistema músculo esquelético para facilitar su actividad contráctil (Pérez *et al.*, 1991a; Martínez *et al.*, 2001b), más que por la contracción del bazo; que tuvo menor preponderancia por el bajo nivel de catecolaminas circulante. Esta situación que coincide con lo descrito previamente de acuerdo a la baja concentración de lactato, baja FC y baja relación de N:L. El VGA fue compensado en T_4 , a pesar de que los equinos del estudio no tuvieron acceso a ingerir agua durante todo el trayecto; por lo tanto la capacidad homeostática de transporte desde el hiposmótico líquido transcelular del sistema digestivo hacia el vascular probablemente haya devuelto los niveles del VGA de T_3 a niveles similares a T_0 , hecho que también coincide con la baja variación en la concentración de proteínas plasmáticas (Figura Nro. 6) (Pérez *et al.*, 1991a; Pérez *et al.*, 1991b; Martínez, 2001b).

En cuanto a las enzimas musculares (Figura Nro. 7), éstas no mostraron cambios significativos ($p>0,05$), pero sí la CK y LDH estuvieron levemente sobre los valores fisiológicos, pudiéndose explicar este hecho debido a que los equinos no están en un reposo absoluto previo al estudio ya que todos deben movilizarse desde sus pesebreras al “terminal” desde donde se originan los viajes. Aumentos significativos de CK se relacionan a daño muscular agudo con una breve vida media (dos horas) por lo cual rápidamente vuelve a su valor basal (Marlin y Nankervis, 2002; Kingstone, 2008); en este caso hay un aumento en T₃, pero es leve. La LDH muestra un comportamiento similar de aumento como la CK, enzima que tiene una vida media de seis horas. En este caso los cambios de ambas enzimas se pueden deber principalmente a una mayor permeabilidad de membrana celular más que a daño muscular, ya que se ha descrito aumentos de estas enzimas en ausencia de daño celular, estando este hecho asociado a un cambio en la permeabilidad de la membrana celular (Kingstone, 2008). La intensidad y duración del ejercicio es clave en la expresión plasmática de estas enzimas, ya que en ejercicio liviano hay estudios que demuestran que no hay cambios significativos en la CK (Kingstone, 2008). Esto se puede aseverar ya que la AST, de vida media de 7 a 8 días (Marlin y Nankervis, 2002; Kingstone, 2008), se encontró dentro del rango fisiológico y sin variación entre los tiempos, con lo cual no hay indicios de daño muscular previo al presente estudio y que los aumentos de CK y LDH son debidos principalmente a un aumento de permeabilidad sarcoplásmica que a destrucción celular.

Importante de evaluar durante la actividad fue el contenido de la enzima GSH-Px (Figura Nro. 8) como indicador de selenio, importante mineral por su acción antioxidante en conjunto a la vitamina E (Geor, 2008), que en deficiencias nutricionales se asocia a miodegeneración (Weber, 2006; Geor, 2008). Esta enzima no evidenció cambios significativos en ninguno de los tiempos ($p>0,05$), además de estar a niveles normales, demostrando que este mineral está siendo aportado de manera adecuada en la dieta de los equinos evaluados.

En conclusión, se puede señalar que este estudio es el primer acercamiento a la evaluación fisiológica de equinos de turismo en condiciones reales de trabajo; donde se observaron diferencias significativas en las variables fisiológicas de FC y FR; cambios que eran

esperables frente a cualquier actividad física, pero en términos generales y tomando en consideración las variables hematológicas y de bioquímica sanguínea, los equinos del presente estudio no son sometidos a un trabajo intenso, mostrando una recuperación adecuada y probable adaptación a la actividad que son sometidos regularmente; no viéndose alterado su bienestar desde este punto de vista. Más estudios basados en los animales y/o en sus prácticas de manejo, son necesarios para así obtener una visión más completa de estos equinos de trabajo, lo que a su vez mejoraría indirectamente las posibilidades de crecimiento económico de los dueños de estos animales de tiro; y con antecedentes científicos, lograr una mejor percepción de esta actividad de turismo por parte de la sociedad con una creciente preocupación por el bienestar animal.

BIBLIOGRAFÍA

AINSWORTH, D. 2008. Lower airway function: responses to exercise and training. **In:** Hinchkliff, K.; Geor, R.; Kaneps, A. (Eds.). *Equine Exercise Physiology: The science of exercise in the athletic horse*. Elsevier Health Sciences. Philadelphia, Estados Unidos. pp. 193-209.

BOBOBEE, E.; GEBRESENBET, G. 2007. Effect of cutting edge thickness and state of wear of ploughshare on draught force and heart rates of Sanga oxen in Ghana. *Soil Tillage - Res.* 95(2007):298-307.

CHILE, ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE VIÑA DEL MAR. 2002. Ordenanza Municipal N° 7705 Transporte de pasajeros en coches Victoria en la comuna de Viña del Mar. 23 de Agosto 2002.

CORDERO, M.; BRORSEN, B.; MCFARLANE, D. 2012. Circadian and circannual rhythms of cortisol, ACTH, and α -melanocyte-stimulating hormone in healthy horses. *Domest. Anim. Endocrinol.* 43(2012):317-324.

EVANS, J.; WINGET, C.; POLLAK, E. 1977 Rhythmic cortisol secretion in the equine: analysis and physiological mechanisms. *J. Interdiscipl. Cycle Res.* 8:111-121.

GEOR, R. 2008. Chapter 5.3: Nutritional management of the equine athlete. **In:** Hinchkliff, K.; Geor, R.; Kaneps, A. (Eds.). *Equine Exercise Physiology: The science of exercise in the athletic horse*. Elsevier Health Sciences. Philadelphia, Estados Unidos. pp. 301-325.

GONDIM, F.; ZOPPI, C.; PEREIRA-DA-SILVA, L.; VAZ DE MACEDO, D. 2007. Determination of the anaerobic threshold and maximal lactate steady state speed in equines using the lactate minimum speed protocol. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 146(2007):375-380.

- GROSS, W.; SEIGEL, H.** 1983. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Dis.* 27(1983):972-979.
- HOYT, D.; TAYLOR, C.** 1981. Gait and energetics of locomotion in horses. *Nature* 292:239-240.
- ISLAS, A.; PÉREZ, R.; ROJAS, R.; JARA, C.; MORA, G.; RECABARREN, S.; HETZ, E.** 1992. Actividad sérica de creatina fosfoquinasa, aspartato aminotransferasa, deshidrogenasa láctica y fosfatasa alcalina en equinos mestizos de tiro sometidos a esfuerzo prolongado de tracción. *Arch. Med. Vet.* 24(1):53-59.
- IRVINE, C.; ALEXANDER, S.** 1994. Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. *Domest. Anim. Endocrinol.* 11(2):227-238.
- KANEKO, J.; SMITH, R.** 1967. The estimation of plasma fibrinogen and its clinical significance in the dog. *Calif. Vet.* 21:45-56.
- KINGSTONE, J.** 2008. Hematologic and serum biochemical responses to exercise and training. **In:** Hinchkliff, K.; Geor, R.; Kaneps, A. (Eds.). *Equine Exercise Physiology: The science of exercise in the athletic horse.* Elsevier Health Sciences. Philadelphia, Estados Unidos. pp. 398-409.
- LINDNER, A.; FAZIO, E.; FERLAZZO, A.; MEDICA, P., FERLAZZO, A.** 2000. Plasma cortisol concentration in Thoroughbred horses during and after standardized exercise tests on a treadmill and effect of conditioning on basal cortisol values. *Pferdeheilkunde* 16(5):502-510.
- LINDNER, A.; MOSEN, H.; KISSENBECK, S.; FUHRMANN, H.; SALLMANN, H.** 2009. Effect of blood lactate-guided conditioning of horses with exercises of differing durations and intensities on heart rate and biochemical blood variables. *J. Anim. Sci.* 87(10):3211-3217.
- MARLIN, D.; NANKERVIS, K.** 2002. *Equine exercise physiology.* Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido. 296p.
- MARTÍNEZ, R.; CITTAR, J.; MATTIOLI, G.; CAVIGLIA, J.; GIULIODORI, M.; DESMARÁS, E.** 2001a. Fisiología del ejercicio equino. Análisis de una experiencia sobre *treadmill* de alta velocidad. *Av. Cs. Vet.* 16(1 y 2):15-20.
- MARTÍNEZ, R.; SCAGLIONE, M.; LUNEBURG, C.; HERNÁNDEZ, E.; ARANEDA, O.; GONZÁLEZ, M.; ESTRADA, M.; WHITE, A.** 2001b. Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. *Av. Cs. Vet.* 16(1 y 2):58-67.
- MCCUTCHEON, L.; GEOR, R.** 2008. Thermoregulation and exercise associated heat stress. **In:** Hinchkliff, K.; Geor, R.; Kaneps, A. (Eds.). *Equine Exercise Physiology: The science of exercise in the athletic horse.* Elsevier Health Sciences. Philadelphia, Estados Unidos. pp. 382-397.

- MCGOWAN, C.; HODGSON, D.** 2014. Hematology and biochemistry. [en línea] cap. 5. **In:** Hodgson, D.; McGowan, C.; McKeever, K. (Eds.). *The Athletic Horse: Principles and practice of equine sports*. 2ed. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780721600758000149>> [consulta: 20-02-2014]
- MCKEEVER, K.; GORDON, M.** 2008. Endocrine alterations in the equine athlete. **In:** Hinchkliff, K.; Geor, R.; Kaneps, A. (Eds.). *Equine Exercise Physiology: The science of exercise in the athletic horse*. Elsevier Health Sciences. Philadelphia, Estados Unidos. pp. 274-300.
- MERINO, V.; VALENZUELA, S.; CABEZAS, I.; GARCÍA, M.; ÁVILA, C.; PÉREZ, R.** 1997. Respuesta fisiológica y bioquímica del caballo de tiro a faena de aradura en suelos arroceros. *Arch. Med. Vet.* 29(2):235-241.
- NAGATA, S.; TAKEDA, F.; KUROSAWA, M.; MIMA, K.; HIRAGA, A.; KAI, M.; TAYA, K.** 1999. Plasma adrenocorticotropin, cortisol and catecholamines response to various exercises. *Equine Vet. J. Suppl.* 30(1999):55-574.
- PEARSON, R.; VALL, E.** 1998. Performance and management of draught animals in agriculture in Sub-Saharan Africa: A review. *Trop. Anim. Health Prod.* 30(1998):309-324.
- PÉREZ, R.; ISLAS, A.; MORA, G.; RECABARREN, S.; BARAHONA, E.; JARA, C.; IBÁÑEZ, M.** 1991a. Electrolitos séricos y proteínas plasmáticas en caballos mestizos de tiro sometidos a ejercicio de tracción. *Av. Cs. Vet.* 6(1):29-35.
- PÉREZ, R.; RECABARREN, S.; ISLAS, A.; CÁRDENAS, A.; MORA, G.; CANDIA, B.; IBÁÑEZ, C.; HETZ, E.** 1991b. Cambios hematológicos y en los niveles de cortisol del caballo mestizo de tiro en respuesta a la tracción de carga. *Agro-Ciencia* 7(1):23-31.
- PÉREZ, R.; RECABARREN, S.; ISLAS, A.; JARA, C.; VALDÉS, P.; HETZ, E.** 1992a. Glucosa, ácido láctico y equilibrio ácido-base en equino de tiro sometidos a ejercicio de tracción prolongada. *Arch. Med. Vet.* 24(1):43-51.
- PÉREZ, R.; RECABARREN, S.; VALDÉS, P.; HETZ, E.** 1992b. Biochemical and physiological parameters and estimated work output in draught horses pulling loads for long periods. *Vet. Res. Commun.* 16(1992):231-246.
- PÉREZ, R.; IGLESIAS, V.; CABEZAS, I.; GARCÍA, M.; IBÁÑEZ, M.** 1994. Relación entre el trabajo realizado y la respuesta cardio-respiratoria al ejercicio en dos grupos de caballos de tiro. *Arch. Med. Vet.* 26(1):15-28.
- PÉREZ, R.; VALENZUELA, S.; MERINO, V.; CABEZAS, I.; GARCÍA, M.; ORTIZ, R.** 1996. Energetic requirements and physiological adaptation of draught horses to ploughing work. *Anim. Sci.* 6(2):343-351.
- PÉREZ, R.; GARCÍA, M.; CABEZAS, I.; GUZMÁN, R.; MERINO, V.; VALENZUELA, S.; GONZÁLEZ, C.** 1997. Actividad física y cambios cardiovasculares y bioquímicos del caballo chileno a la competencia de rodeo. *Arch. Med. Vet.* 29(2):221-234.

PÖSÖ, A.; HYYPPÄ, S.; GEOR, R. 2008. Metabolic responses to exercise and training. **In:** Hinchkliff, K.; Geor, R.; Kaneps, A. (Eds.). *Equine Exercise Physiology: The science of exercise in the athletic horse*. Elsevier Health Sciences. Philadelphia, Estados Unidos. pp. 274-300.

PRITCHARD, J. 2010. Animal traction and transport in the 21st century: Getting the priorities right. *Vet. J.* 186 (2010) 271-274.

RAINER, J.; EVANS, D.; HODGSON, D.; ROSE, R. 1994. Blood lactate disappearance after maximal exercise in trained and detrained horses. *Res. Vet. Sci.* 57(1994):325-331.

STALLKNECHT, B.; VISSING, J.; GALBO, H. 1998. Lactate production and clearance in exercise. Effects of training. A mini-review. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 8(1998):127-131.

STANLEY, W.; WISNESKI, E.; GERTZ, E.; NEESE, R.; BROOKS, G. 1988. Glucose and lactate interrelations during moderate-intensity exercise in humans. *Metabolism* 37(9): 850-858.

TADICH, T.; ARAYA, O.; SOLAR, F.; ANSOLEAGA, N.; NICOL, C. 2013. Description of the responses of some blood constituents to rodeo exercise in Chilean creole horses. *J. Equine Vet. Sci* 33(3) 174-181.

TRILK, J.; LINDNER, A.; GREENE, H.; ALBERGHINA, D.; WICKLER, S. 2002. A lactate-guided conditioning programme to improve endurance performance. *Equine Vet. J. Suppl.* 34(2002):122-125.

WEBER, I. 2006. Actividad eritrocítica de glutatión peroxidasa en yeguas cruzadas con potros y con burros y en sus crías. Memoria Título Médico Veterinario. Valdivia, Chile. U. Austral de Chile, Fac. Cs. Veterinarias. 19p.

WITWER, F. 2012. Manual de patología clínica veterinaria. 2ª ed., Noro, M (Ed). Imprenta América. Valdivia, Chile. 200 p.

Anexos

Anexo 1: Ficha Toma de muestras equinos de coches victorias de Viña del Mar

Dueño/Cochero:..... Fono..... Coche N°:..... N°:.....

Ficha Toma de muestras Equinos Coches Victorias Viña del Mar

1. Identificación:

- Equino: Sexo: H / M / MC Edad:
- Color:
- Medidas: P-T: E-I: Alzada: Peso:

2. E. Físico: Color M..... TLIC..... PC..... FC..... FR..... TR.... CC...../5

Claudicación Miembro(s) afectado(s) MTD MTI MPD MPI

3. Muestras:

T₀ Calles..... /..... HORA: T..... °C

- SANGRE: EDTA..... / Suero..... / Heparina...../Lactato.....
- FC..... / FR..... / TR..... / Altitud:..... msnm

T₁ Calles..... /..... HORA: T..... °C

- FC..... / FR..... / TR..... / Altitud:..... msnm
- Fuerza de tiro Mín/Máx:..... /..... Fuerza de tiro en movimiento:.....

T₂ Calles..... /..... HORA: T..... °C

- FC..... / FR..... / TR..... / Altitud:..... msnm
- Fuerza de tiro Mín/Máx:..... /..... Fuerza de tiro en movimiento:.....

T₃ Calles..... /..... HORA: T..... °C

- FC..... / FR..... / TR..... / Altitud:..... msnm
- SANGRE: EDTA..... / Suero..... / Heparina...../Lactato.....
- Fuerza de tiro Mín/Máx:..... /..... Fuerza de tiro en movimiento:.....

T₄ Calles..... /..... HORA: T..... °C

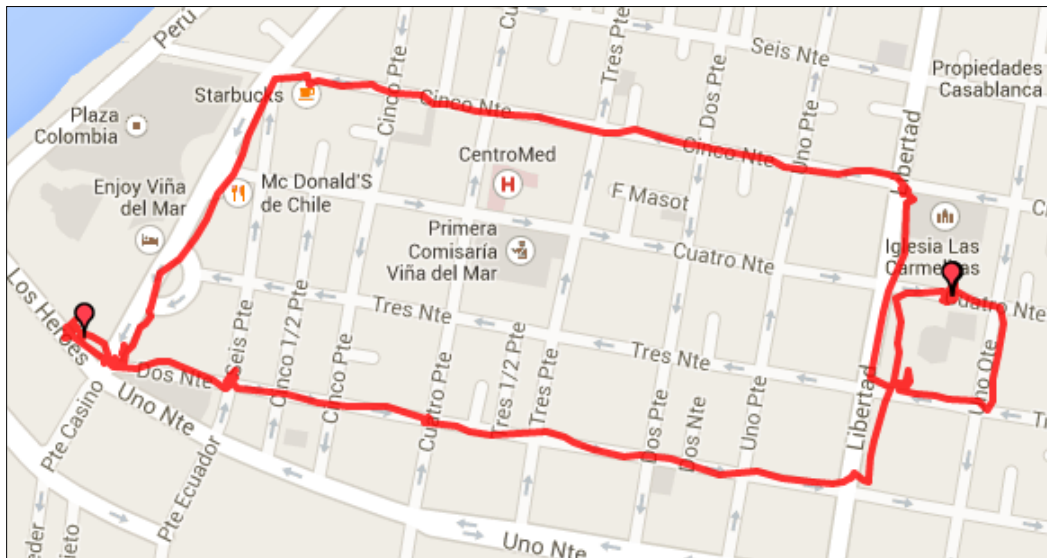
- FC..... / FR..... / TR..... /
- SANGRE: EDTA..... / Suero..... / Heparina...../Lactato.....
- Fuerza de tiro Mín/Máx:..... /..... Fuerza de tiro en movimiento:.....

Observaciones:.....

.....

Anexo 2: mapas de recorridos

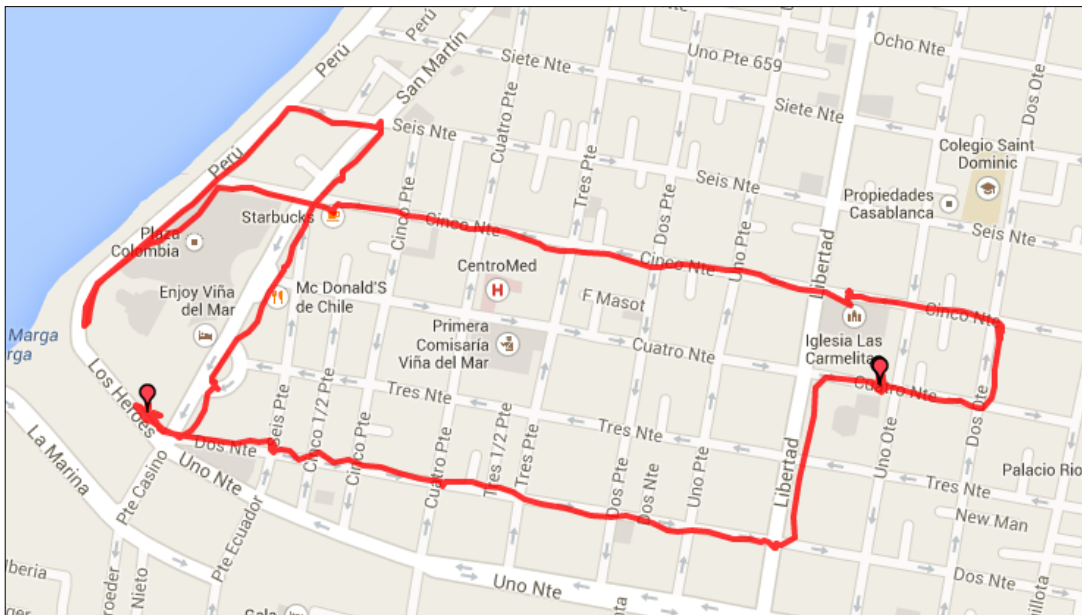
Mapa Equino 1:



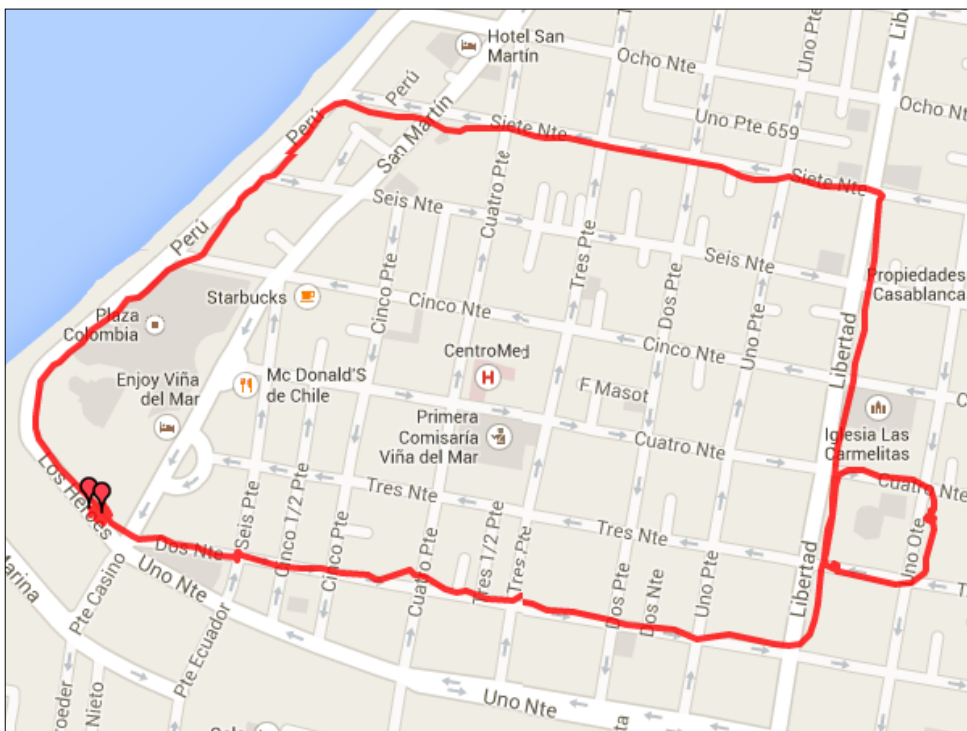
Mapa Equino 2:



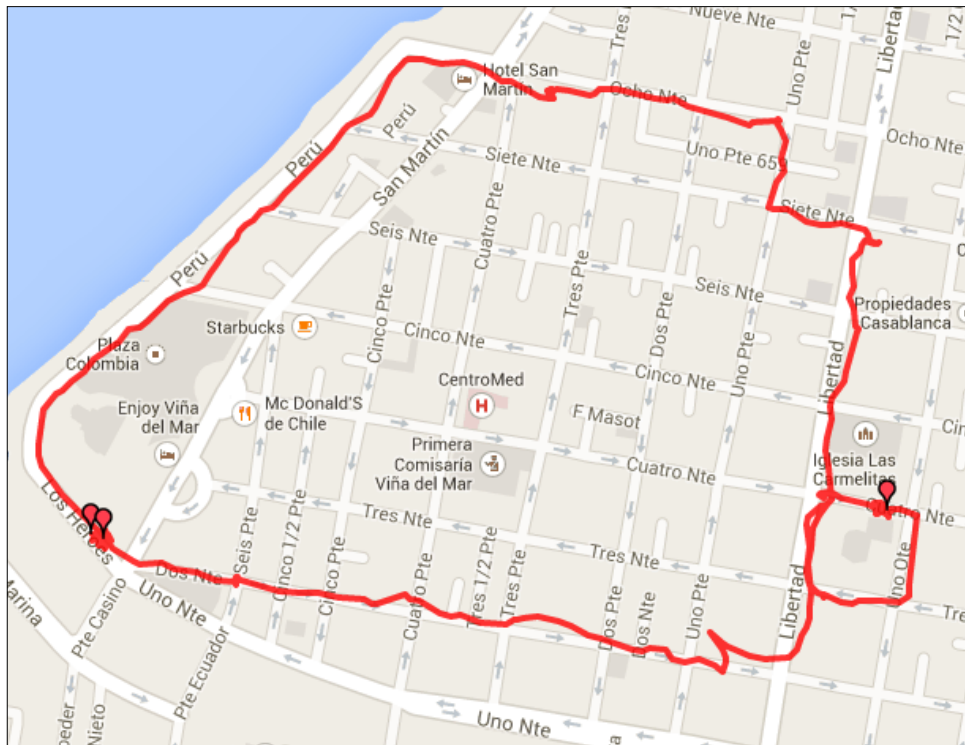
Mapa Equino 3:



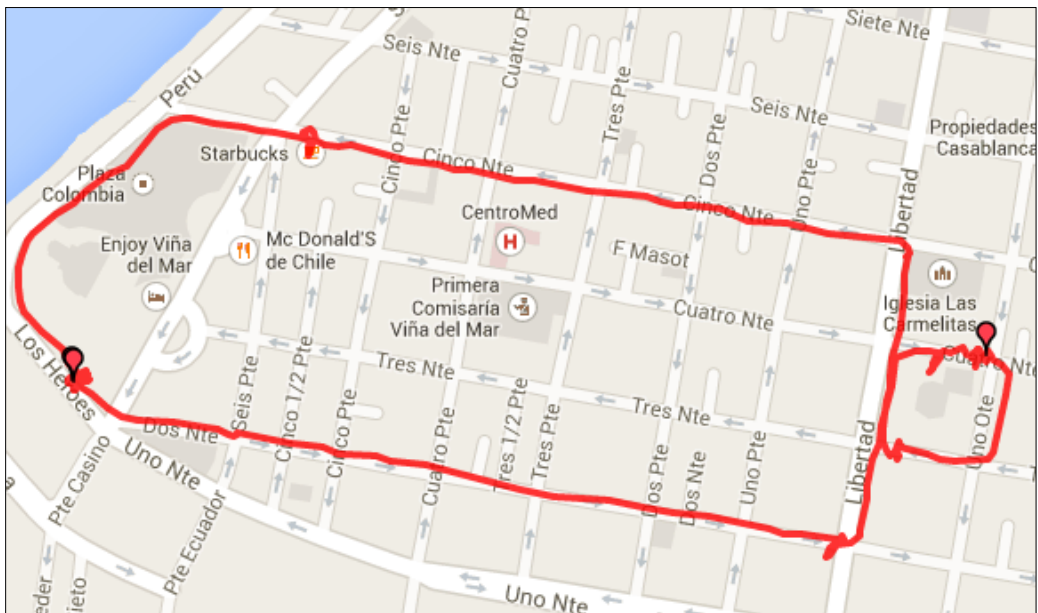
Mapa Equino 4:



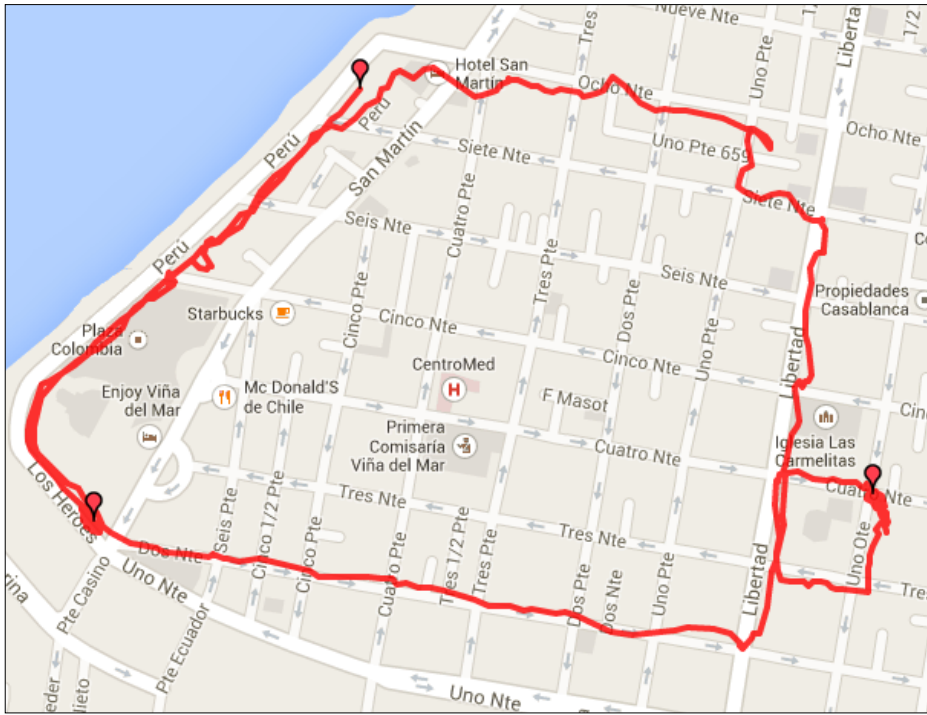
Mapa Equino 5:



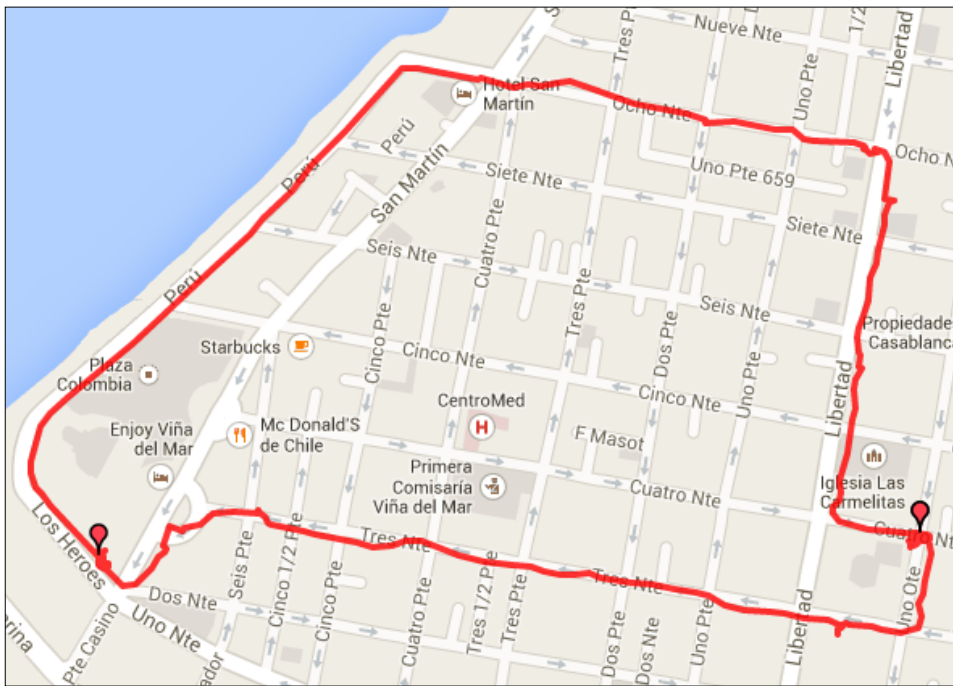
Mapa Equino 6:



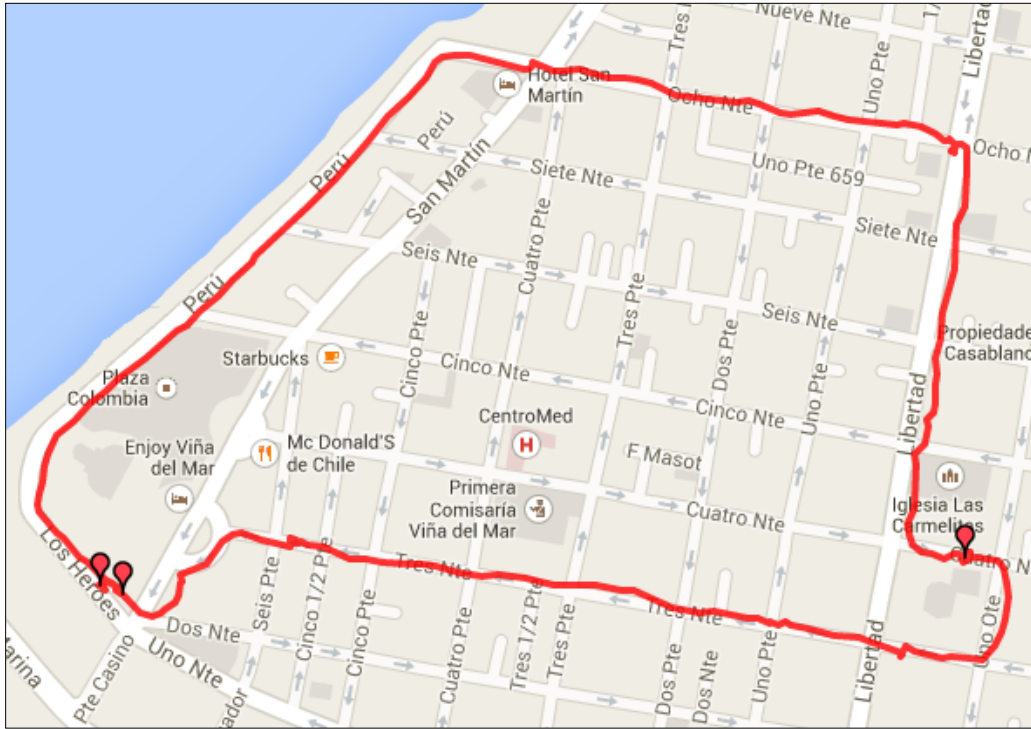
Mapa Equino 7:



Mapa Equino 8:



Mapa Equino 9:



Mapa Equino 10:

