

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**



**TESIS DOCTORAL**

**ESTUDIO DEL EJERCICIO DE NATACIÓN EN  
CABALLOS DE  
DEPORTE Y SU INFLUENCIA SOBRE LA  
FRECUENCIA  
CARDIACA Y LA LACTACIDEMIA**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Carlos M. Corvalán Romero**

Director:

**Manuel San Andrés Larrea**

**Madrid, 2010**

ISBN: 978-84-693-7744-4

© Carlos M. Corvalán Romero, 2010

ESTUDIO DEL EJERCICIO DE NATACIÓN EN CABALLOS DE DEPORTE Y SU INFLUENCIA SOBRE LA FRECUENCIA CARDIACA Y LA LACTACIDEMIA.

**Carlos M. Corvalán Romero.**

**2009-.**

# ESTUDIO DEL EJERCICIO DE NATACIÓN EN CABALLOS DE DEPORTE Y SU INFLUENCIA SOBRE LA FRECUENCIA CARDIACA Y LA LACTACIDEMIA.

## 1. ÍNDICE.

## 2. INTRODUCCIÓN.

## 3. OBJETIVOS.

## 4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 4.1. NATACIÓN.

#### 4.1.1. Breve historia

#### 4.1.2. La natación en los animales.

#### 4.1.3. Características de la natación en los caballos.

### 4.2. ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS A DIFERENTES TIPOS DE EJERCICIOS.

4.2.1. Frecuencia respiratoria. Frecuencia respiratoria frente a ejercicios de intensidades diferentes. Frecuencia respiratoria durante la natación. Recuperación de la frecuencia respiratoria tras el ejercicio.

4.2.2. Frecuencia cardiaca. Sistema cardiovascular. Frecuencia cardíaca frente a ejercicios de intensidades diferentes. Frecuencia cardiaca durante la natación. Recuperación de la frecuencia cardiaca tras el ejercicio.

4.2.3. Lactato. Metabolismo de los carbohidratos. Metabolismo de los ácidos grasos. Metabolismo de las proteínas. Valores del Lactato tras ejercicios de intensidades diferentes. Valores del Lactato sanguíneo tras el ejercicio.

4.2.4. Temperatura. Temperatura corporal. Temperatura ambiental.

### 4.3. ENTRENAMIENTO, PRINCIPIOS.

Tipos. El entrenamiento cruzado. Caminadores mecánicos. Treadmill o cintas rodantes. La natación en Piscinas. Metodología.

## 5. MATERIAL Y MÉTODO.

### 5.1. ANIMALES UTILIZADOS.

5.1.1. Selección de los animales. Criterios de inclusión y exclusión.

5.1.2. Régimen de alojamiento y mantenimiento.

### 5.2. INSTRUMENTACIÓN Y APARATAJE.

5.2.1. Instrumentos para medir las variables. Frecuencia cardiaca. Frecuencia respiratoria. Lactato. Temperatura rectal. Ambientales, temperatura ambiente y del agua.

5.2.2. La piscina.

5.2.3. El treadmill.

### 5.3. METODOLOGÍA.

5.3.1. Protocolo de trabajo treadmill/piscina.

5.3.2. Estudio estadístico.

## 6. RESULTADOS.

### 6.1. Valores Basales.

6.1.1. Frecuencia respiratoria y temperatura corporal.

6.1.2. Frecuencia Cardiaca.

6.1.3. Lactacidemia.

6.2. Parámetros de Frecuencia cardíaca y Lactacidemia obtenidos en el ejercicio sobre Treadmill.

6.2.1. Frecuencia Cardiaca.

6.2.2. Lactacidemia.

6.3. Parámetros de Frecuencia cardiaca y lactacidemia obtenidos en el ejercicio de la natación.

6.3.1. Frecuencia cardiaca.

6.3.2. Lactacidemia.

6.4. Estudio de Correlación.

6.5. Análisis de Varianza

7. DISCUSIÓN.

7.1. Material Biológico

7.2. Método.

7.3. Resultados.

7.3.1. Frecuencia Cardíaca.

7.3.2. Lactacidemia.

8. CONCLUSIONES.

9. RESUMEN.

10. BIBLIOGRAFÍA.

11. ANEXOS.

## **2. INTRODUCCIÓN.**

El ejercicio de la natación, sea en piscina o en aguas abiertas, se puede ofrecer como una alternativa en el trabajo diario del caballo deportivo, formando parte de un programa de entrenamiento.

También es recomendado como método de fisioterapia y rehabilitación en animales que tienen que retirarse de su preparación física por lesiones músculo- esqueléticas y, bien se quiere evitar la atrofia muscular inherente al reposo durante meses o bien, se pretende acortar el periodo de rehabilitación, ganando tiempo en acondicionar el organismo en general sin forzar la zona lesionada.

La natación ha sido utilizada desde hace tiempo como parte del protocolo en entrenamiento cruzado, considerándose un ejercicio excelente para el entrenamiento cardiovascular de los caballos, con la ventaja añadida de reducir al mínimo la tensión diaria en extremidades de los caballos en pista. Además, el movimiento de los miembros en el agua se considera beneficioso para su flexibilidad.

Como es lógico la natación se podría considerar, en principio, como un ejercicio no específico del entrenamiento. Sin embargo son sorprendentes los éxitos deportivos logrados por caballos que han tenido la natación en su programa de entrenamiento.

No obstante, los trabajos científicos publicados en veterinaria en los que se comparen diferentes ejercicios físicos con la natación y sus equivalencias en el esfuerzo realizado son muy escasos. Se ha sugerido que un ejercicio de natación de 10 minutos es el equivalente a unos 3200 metros de trote o galope en la pista, pero no es un principio sostenido sobre datos científicos.

## **3. OBJETIVOS.**

El objetivo principal de este trabajo es evaluar el ejercicio de la natación de los caballos en una piscina.

Para ello nos basaremos en parámetros objetivos como la frecuencia cardiaca y los niveles de lactato en sangre.

Este objetivo principal se complementa con dos objetivos específicos:

Comparar ejercicios estandarizados de natación con ejercicios estandarizado en cinta rodante.

Analizar su aplicación como método de entrenamiento cruzado.



**Foto 3.a. Caballo nadando en la piscina del Hospital Clínico Veterinario UAX.**

#### 4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Tal y como hemos comentado en el apartado anterior el objetivo de este trabajo es conocer los efectos que la natación tiene sobre el caballo, por ello lo primero que vamos a definir es lo que se entiende por natación.

##### 4.1. NATACIÓN.

Según la definición del Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española - NATACIÓN. (Del Lat. natatĭo, -ōnis).

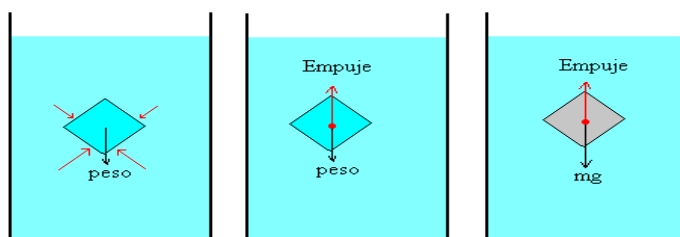
1. f. *Acción y efecto de nadar.*

2. f. *Práctica y deporte consistentes en nadar.*

Y que es nadar (Del Lat. natāre), dicho de una persona o de un animal: *Trasladarse en el agua, ayudándose de los movimientos necesarios, y sin tocar el suelo ni otro apoyo. Medio de locomoción propio de los animales que viven en el agua.*

En la natación deben distinguirse, dos factores esenciales, la flotación y la propulsión.

a) La flotación consiste en saber mantenerse a flor de agua, emergiendo la cabeza para poder respirar. (Enciclopedia Universal Espasa. 2007). La flotación está sujeta al principio de de Arquímedes que afirma que “todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del fluido desalojado”. La explicación del principio de Arquímedes consta de dos partes como se indica en las figuras 4.1.a.



Figuras 4.1.a.

1. El estudio de las fuerzas sobre una porción de fluido en equilibrio con el resto del fluido.
2. La sustitución de dicha porción de fluido por un cuerpo sólido de la misma forma y dimensiones.

La relación entre los pesos específicos del cuerpo y del líquido son los únicos que la determinan. Todos flotaríamos como una pluma en un recipiente de mercurio, y se hundiría el mejor nadador en otro de alcohol, bencina o éter.

El peso específico del cuerpo humano es ligeramente superior al del agua, salvo en muy contadas excepciones de cuerpos de complexión extremadamente grasa. La grasa corporal es menos densa que el agua y por eso flota. La flotabilidad puede ser **positiva** en cuyo caso el cuerpo flota; **negativa**, el cuerpo se hunde o **neutra** que es el punto en el cual la tendencia a flotar es exactamente la misma que la tendencia a hundirse.

La diferencia de peso específico es, sin embargo, muy débil y basta una profunda aspiración de aire para neutralizarla y aun superarla. Los pulmones obran del mismo modo que la vejiga natatoria de los peces, y por esto su papel es esencial en la natación. Los pulmones no pueden permanecer completamente hinchados más que una fracción de tiempo muy corta, luego viene la espiración y con ella la disminución del volumen que nos hacía flotar; así es, el vaciamiento de los pulmones implica un descenso de flotabilidad, pero éste no ocurre de una manera brusca, sino que por la ley de Inercia sobreviene con retraso y con mucha suavidad, dando tiempo suficiente para aprovechar la nueva respiración.

La flotación es más fácil en el agua del mar que en la de río, porque aquélla tiene una densidad superior a la de ésta en un 2'5%, por término medio.

#### b) la propulsión

Requiere desarrollar una serie de movimientos ordenados para conseguir el impulso que permita el desplazamiento por el agua con potencia y velocidad, hacia la dirección deseada. (Navarro F. y cols. 1990); (Pelayo P., 1999). Por tanto la natación es la capacidad de sostenerse y avanzar, usando las extremidades (brazos y piernas o patas), sobre o bajo el agua.

Esta actividad puede realizarse con fines lúdicos, como deporte de competición (en humanos), como terapia de rehabilitación o como

entrenamiento cruzado en diferentes disciplinas tanto en medicina humana como en veterinaria. En los seres humanos, la natación es una habilidad que debe ser aprendida ya que no nadan instintivamente. (Navarro F. y cols. 1990); (Pelayo P., 1999).

#### **4.1.1. Breve historia**

Si buscamos el origen de la natación, vemos que ésta surge por necesidades objetivas que tenía el hombre y que desde su aparición fue un elemento positivo para resolver los problemas planteados por la naturaleza, como eran el desplazamiento a través de barreras naturales (ríos, lagos, etc.), la defensa y la alimentación (pesca).

El dominio de la natación, del agua, forma parte de la adaptación humana desde que se transformaron en bípedos y dominaran la superficie terrestre. Para poder llegar a dominar la natación, el hombre tuvo que ser buen observador de los animales que se desplazan por encima de la superficie del agua, tratando de imitar algunas técnicas. En otros casos, depuraron técnicas observando a los peces nadar por debajo del agua.

El origen de la natación lo encontramos a través del estudio de las más antiguas civilizaciones. (Rodríguez López, J. 2000); (Teja Casuco, R. 1972); (Pelayo P. 1999).

Además resolver una serie de necesidades básicas, como acabamos de mencionar, la natación se ha utilizado con diversos fines por el hombre y para sus animales. Deporte, entrenamiento, rehabilitación...

Los jinetes han conocido durante siglos, que podían hacer nadar a sus caballos, así, los romanos les hacían nadar a los caballos de batalla para darles resistencia; las tropas de Napoleón como entrenamiento; algunas tribus de indios americanos como deporte y como doma para manejarlos mejor y más recientemente los entrenadores de caballos de carreras han nadado sus caballos en el Océano Pacífico cuando el Hipódromo Del Mar fue abierto en 1937 (Swanstrom O.G. and Lindy M. 1973)

#### **4.1.2. La natación en los animales.**

La natación es una propiedad común e instintiva en la inmensa mayoría de los animales terrestres. Tienen mayor facilidad que el hombre para nadar debido al hábito de la posición horizontal, que es la necesaria para la

natación, en donde, por configuración, la cabeza está más alta que el cuerpo lo que les facilita su emergencia para la respiración.

En cambio, el hombre debe realizar un esfuerzo dependiente de la voluntad para mantener la cabeza fuera del agua. Los animales pueden nadar casi de la misma manera que caminan.

El mecanismo es el mismo en todos ellos, el agua no presenta mas dificultad a sus miembros que la diferencia de resistencia que ofrece el aire (andar) o el agua (nadar) al miembro que avanza e igual resistencia cuando se repliega, y carece del apoyo del suelo (rozamiento) para propulsarse. Esta diferencia de resistencia, es proporcional a la de las superficies ofrecidas por los miembros en su flexión o extensión, es decir, que siendo tan poco considerable, sobre todo en los caballos, los animales tienen que realizar grandes esfuerzos porque sus facultades locomotoras en un medio líquido no hallan el apoyo necesario que les evite un gasto inútil de fuerza impulsiva.

Un capítulo aparte serían los elefantes de los cuales estudios científicos los relacionan con antepasados acuáticos, de hecho sus pulmones están protegidos por una densa capa de tejido conectivo. Ellos pueden nadar y bucear largos recorridos (Diccionario Enciclopédico Ilustrado.1972).

#### ***4.1.3. Características del ejercicio de la natación en los caballos.***

La mayoría de los caballos nadan bien. Sin embargo, debemos prestar mucha atención la primera vez que lo hacen pues algunos caballos pueden dejarse hundir (Murakami M y cols.1976), (Caudill, A.2005).

Analizaremos los siguientes factores:

*Flotabilidad:* El peso corporal del caballo es un factor menor, dependiendo ésta de la grasa corporal, cuanto mas grasa corporal tenga un caballo mas cerca esta de alcanzar la flotabilidad neutra. De esta manera los pura sangre ingles PSI, puesto que poseen poca grasa corporal, tienen baja flotabilidad y tenderán a hundirse si ellos no hacen ningún esfuerzo por estar a flote.

En tierra, el caballo es capaz de alcanzar grandes velocidades desarrollando una inercia significativa, mientras que en la piscina la situación es muy diferente la resistencia del agua es muy alta y el caballo solo se mueve a bajas velocidades de forma que la inercia es muy

pequeña, ya que en la tierra, el caballo solo tiene que vencer la resistencia del aire y la fricción del contacto con el suelo mientras que en el agua debe generar grandes fuerzas propulsoras para vencer la fricción acuática que es centenas de veces superior a la del aire. Además el caballo esta muy bien adaptado al movimiento contra el aire ya que sus extremidades presentan una superficie frontal muy pequeña que reduce la resistencia. Los miembros de los caballos no son lo suficientemente eficientes para nadar, de forma que la natación es un duro trabajo aunque sea en una distancia corta.

Ello determina que este deporte produzca una sobrecarga muscular, con un estímulo neuro-metabólico importante, que a su vez hacen del componente fuerza y potencia uno de los factores determinantes del rendimiento.

Por otro lado, en una piscina al estar el efecto de la gravedad disminuido por la flotabilidad existe una menor presión para las extremidades (Asheim A. y cols.1970), (Irwin D.G.H.y cols.1980).

*Propulsión:* Cuando los caballos nadan, emplean normalmente un paso de ambladura que consiste en mover bípedos ipsilaterales, miembro anterior izquierdo, pie izquierdo y luego miembro anterior derecho y pie derecho y así sucesivamente, realizando los miembros posteriores un empuje muy potente (Murakami M. y cols.1976).

Sin embargo, no todos los caballos nadan de igual forma; algunos no mueven los miembros anteriores y solo se impulsan con los posteriores, otros usan sólo tres miembros, y a veces, hay caballos que solo usan los miembros anteriores y no mueven ninguno o solo uno de los pies.

En el caso de que no mueva alguno de los miembros del lado interno de la piscina, se puede intentar hacer nadar al caballo a la otra mano para forzar más a ese miembro a moverse.

El caballo se impulsa pateando fuertemente hacia atrás extendiendo la cadera y luego venciendo la resistencia del agua para flexionar la cadera y así poder avanzar nuevamente.

Otras veces el caballo trata de usar más el pecho y cuello para impulsarse, invirtiendo la espalda, incluso algunos tienden a colocarse de costado, lo que no es bueno. Se debe tener en cuenta que si el caballo no usa una

buena técnica y no la mejora, siempre nadará mal (Asheim A. y cols.1970), (Irwin y cols.1980), (Caudill, A.2005).

*Implicaciones osteomusculares:* La natación es un ejercicio muy completo que utiliza, además de los músculos necesarios para correr, otros grupos musculares. Estos movimientos de tan amplia gama se consideran beneficiosos a la flexibilidad (Asheim A. y cols.1970), (Irwin D.G.H.y cols.1980).

Durante este ejercicio, las articulaciones que más trabajan en el miembro anterior son las del hombro y codo junto a los músculos braquiocefálico, serrato cervical y torácico; mientras que en el miembro posterior, las más afectadas son la sacro-iliaca, coxo-femoral, femorotibio-rotuliana (babilla) y tarso (corvejón), junto a los músculos, iliopsoas, glúteos, bíceps femoral, semitendinoso, el glúteo medio y el tensor de la fascia lata (Murakami M y cols.1976), (Irwin D.G.H.y cols.1980), (Caudill, A.2005).

*Biomecánica:* El caballo tiene grupos musculares de traslado al galope que también intervienen en el ciclo respiratorio. El acoplamiento respiratorio produce un ciclo de respiración completo por cada tranco al galope. En cambio, cuando el caballo nada sólo puede respirar una vez cada tres o cuatro segundos, ritmo que recupera la normalidad cuando toca tierra (Hobo S, y cols.1998).El patrón de respiración está caracterizado por una breve inspiración y una expiración prolongada, que transmite una respiración muchas veces angustiosa.

La dificultad en la respiración se debe, en parte, a la presión que ejerce el agua sobre el pecho y al abdomen del caballo, y por otro lado a la falta de ritmo del cuerpo con los movimientos abdominales que sirven para ayudar al proceso de respiración, durante el entrenamiento normal en la tierra.

El caballo tiene que confiar en los músculos respiratorios y puede ser que la natación sea una buena manera de entrenar estos grupos del músculo, lo que no se puede asegurar es que este entrenamiento se traduzca luego a la pista (tierra) (Murakami M y cols.1976), (Irwin D.G.H.y cols.1980), (Hobo S, y cols.1998).

*Tipo de ejercicio.*

La natación se considera un ejercicio de intensidad submáxima, de tipo aeróbico y por tanto, la frecuencia cardiaca de un caballo nadando no

supera, normalmente, los 200 latidos por minuto (Asheim A. y cols.1970), (Murakami M y cols.1976), (Hobo S, y cols.1998), (Davis M.1993).

La temperatura del agua debe estar entre 20 a 23 ° C con objeto de ayudar a disipar las cantidades enormes de calor que se genera por el esfuerzo, consecuencia de la mayor resistencia del agua frente al aire, para desplazarse (Swanstrom O.G. y Cols.1973).

Teóricamente se ha considerado que unos 15 a 20 minutos de natación a una velocidad de 1.2 a 1.7 m/s (4-6 km/h) según su aptitud y actitud, equivaldría a una hora de trabajo en tierra, o a 3000 - 4000 metros de trote o de un canter en una pista; como se ve los límites son lo bastante amplios para certificar su exactitud, no existiendo suficientes trabajos publicados sobre una real equivalencia entre un ejercicio natatorio y uno en pista (Asheim A. y cols.1970), (Murakami M. y cols.1976); (Davis M. 1993). Intentaremos en este estudio sacar parámetros que nos lleven a una mayor exactitud de comparación entre un ejercicio nadando con otro en pista o similar.

#### *Aplicaciones.*

La natación puede ser un ejercicio complementario en el caballo de deporte, tanto para consumir excedentes de grasa como para protegerlo de lesiones agudas o crónicas de sus miembros, al disminuir las tensiones músculo esquelética del ejercicio sobre el piso (Davis M. 1993); (Hobo S y cols. 1998).

Por esta razón, está demostrado que este ejercicio se puede emplear para la rehabilitación de lesiones del aparato locomotor al evitar la concusión sobre la tierra y estar considerado un ejercicio de intensidad moderada (Hobo S y cols 1998); (Asheim A. y cols.1970); (Murakami M. y cols.1976); (Irwin D.G.H.y cols.1980).

La introducción de la natación en el protocolo convencional de entrenamiento para caballos PSI jóvenes, puede disminuir la vulnerabilidad a procesos locomotores, y ser útil para el mantenimiento moderado de su constitución o para la mejora eficiente de su capacidad de funcionamiento, teniendo en cuenta que nunca será un elemento de sustitución del entrenamiento normal en pista (Murakami M y cols.1976), (Davis M.1993), (Misumi K.y cols.1993), (Misumi K.y cols.1995).

También podemos utilizar, aprovechando sus ventajas, la natación para realizar una evaluación del estado de forma de un animal que tenga alguna lesión leve en alguno de sus miembros. Mediante un análisis multivariable se realiza un TEE (test de ejercicio estandarizado) en una piscina. (Misumi K y cols. 1994).

#### 4.2. ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS A DIFERENTES TIPOS DE EJERCICIOS.

Para conocer los efectos que la natación provoca en los caballos, se deben seleccionar aquellos parámetros fisiológicos que nos puedan dar una idea más aproximada de las variaciones o adaptaciones que sufre el organismo. Estos parámetros deben ser fácilmente mensurables y sobre todo fiables y representativos de los cambios que tienen lugar tras el ejercicio.

Numerosos autores coinciden en que estas condiciones se dan en dos parámetros bien establecidos como son la frecuencia cardiaca FC y la concentración del lactato en sangre LA (Asheim A.y cols.1970); (Lindholm y cols.1974); (Lawrence L M y cols. 1987); (Evans y cols. 1987); (Hinchcliff K.y cols. 2004).

En el siguiente estudio se han tenido en cuenta otros procesos como la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal, por que si bien algunos estudios han puesto en duda su eficacia para valorar los efectos de la natación, (Asheim A.y cols.1970); (Murakami M y cols.1976), pueden ser indicativos de cambios metabólicos como veremos a continuación o ayudar a explicar algunos cambios en las otras constantes (FC y LA).(Misumi K.y cols.1993), (Misumi K.y cols.1995).

##### **4.2.1. Frecuencia respiratoria. (FR)**

La información que puedan transmitir los cambios que se producen en el sistema respiratorio durante el esfuerzo son obtenidos por el veterinario mediante la auscultación y la medición de la FR. Según estudios de la décadas de los 80, el sistema respiratorio actúa como un factor limitante del rendimiento máximo en el caballo de deportes (Bayly y cols., 1987); (Art y cols., 1990); (Arthur R C, 1990).

Cualquier disfunción respiratoria, incluso subclínica, condiciona una pérdida de funcionalidad y una reducción del potencial aerobio máximo. Según el tipo de ejercicio la respuesta respiratoria puede ser diferente (Lekeux P y Art T, 1994).

## La frecuencia respiratoria (FR) frente a ejercicios de intensidades diferentes.

El incremento progresivo de la FR, es lo normal en los ejercicios de **Intensidad creciente**, observándose la taquipnea más intensa en la última carga de esfuerzo. La elevación sigue una correlación lineal con la velocidad

$$FR = 0,55 v + 28,6$$

Donde v es velocidad expresada en m/min. (Thiel M.y cols., 1987).

Asimismo, se han mostrado valores medios de 14 resp/min en reposo, 65 al paso, 91 al trote lento, 113 al galope corto y 121 al galope largo, respectivamente. Estos datos se han descrito bajo condiciones ambientales medias controladas (Lekeux P. y cols., 1994).

En los ejercicios de **Intensidad submáxima de corta duración**, vamos a encontrar modificaciones leves en las concentraciones de los gases sanguíneos, por lo que se puede afirmar que la ventilación se incrementa de forma paralela a las demandas metabólicas impuestas por este tipo de esfuerzo (Wasserman K. y cols., 1986); (Lekeux P. y cols., 1994); (Art T.y cols., 1995). La taquipnea durante esta modalidad de actividad física puede ser consecuencia de la actuación conjunta de numerosos factores, tales como un cierto grado de variación en la presión parcial de CO<sub>2</sub> en sangre arterial o venosa, el pH sanguíneo, la estimulación de los receptores medulares por los H<sup>+</sup>, el efecto del sistema cardiovascular o los cambios en la presión parcial de O<sub>2</sub> (Pan LG y cols., 1986); (Erickson BK y cols., 1991).

En los ejercicios de **Intensidad submáxima prolongada**, la elevación en la FR durante este tipo de ejercicio (prueba de resistencia) depende, además de los requerimientos energéticos que impone el ejercicio, de la función termorreguladora del organismo. Sabemos que este mecanismo mediante la evaporación del sistema respiratorio, al aumentar la temperatura ambiental sin cambios en la temperatura corporal, se incrementa la FR y se reduce el volumen tidal (VT= medida del aire inspirado o espirado en una respiración normal) (Lekeux P. y cols., 1994). Por tanto, las modificaciones de la temperatura en la piel y en la mucosa respiratoria pueden provocar respuestas en la mecánica de la ventilación (Kaminski y cols., 1985).

Se ha establecido que la FR experimenta un incremento de 1,9 resp/min por cada grado centígrado más de temperatura exterior (Pollman U. y Hörnicke H., 1987). Por tanto, la respuesta respiratoria al ejercicio de resistencia consiste en taquipnea, influenciada a su vez por la temperatura ambiental (entre otros factores), reducción del VT e incremento en el cociente entre el espacio muerto fisiológico y el VT (Rose RJ y cols., 1987); (Pelletier y cols., 1987); (Thiel M y cols., 1987).

Por último, en los ejercicios de ***Intensidad máxima***, nos encontramos que se reduce la presión arterial parcial de O<sub>2</sub> y el pH sanguíneo, al mismo tiempo que se incrementa la presión arterial parcial de CO<sub>2</sub>, alteraciones que actúan como estímulo para la ventilación, produciendo taquipnea e hiperpnea (Wagner PD y cols. 1989).

La intervención en el caballo de los quimiorreceptores del centro aórtico y carotídeo, que estimulan la ventilación durante el ejercicio, parece insuficiente para mantener la homeostasis de los gases sanguíneos, al contrario de lo que ocurre en atletas humanos (Kilbride E y cols., 2003). Según estos datos, el caballo no adopta una hiperventilación que compense las alteraciones en el intercambio gaseoso, que se han producido por las limitaciones en la perfusión y en los desequilibrios entre la ventilación y la perfusión. Existen cuatro hipótesis (Lekeux P. y cols. 1994) para explicar esta particularidad de los caballos:

- Existencia del acoplamiento entre la respiración y la locomoción durante el ejercicio.
- Menor sensibilidad de los receptores.
- Características de los músculos ventilatorios
- Pérdida de funcionalidad de los mecanismos de retroalimentación por fatiga muscular (Lekeux P. y cols. 1994).

Recordemos que el primer punto no se daría cuando el caballo nada, ya que en este ejercicio no existe ritmo entre el cuerpo y los movimientos abdominales, como sucede en el ejercicio en tierra (Murakami M. y cols., 1976).

#### ***Frecuencia respiratoria durante la natación:***

En el suelo, los caballos generalmente tienen una frecuencia respiratoria que se asemeja a la frecuencia del tranco tanto al paso, como al trote, galope medio o galope. La relación entre la frecuencia respiratoria y el tranco es 1:1, durante el galope medio y el galope, en caballos sanos. Sin

embargo en el agua, el caballo adopta un patrón de respiración modificado, la frecuencia en el tranco disminuye (Hobo S. y cols., 1998). El ciclo respiratorio muestra un cambio, con una rápida inspiración y una espiración prologada y laboriosa. Se trata de una inspiración corta máxima, seguida por una espiración lenta contra una glotis cerrada y un final espiratorio forzado (Nicholl T.K.y cols., 1978). Puesto que la mayoría de los caballos sumergen todo el cuerpo excepto la parte superior de la cara y de los orificios nasales, este método permite la respiración con las vías aéreas cerradas por un periodo de tiempo máximo durante el ciclo respiratorio (Murakami M. y cols., 1976)

Las frecuencias respiratorias son aproximadamente 25 rpm, un cuarto de lo que se observa en ejercicio en el campo y no guarda relación con el estilo de natación (manera en que mueven extremidades). Este cambio sugiere que los caballos necesitaban una mayor ventilación para compensar la restricción respiratoria secundaria a la presión impuesta por el agua sobre el pecho y abdomen (Hobo S,y cols. 1998).

Los parámetros hematológicos arteriales se alteran a medida que avanza el ejercicio, lo que sugiere una inadecuada ventilación, debido a la presión del agua sobre el cuerpo del caballo (Hobo S. y cols. 1998). La presión espiratoria es casi igual a la inspiratoria durante el ejercicio de natación, lo que contrasta con las curvas respiratorias para trabajo de galope en campo, donde se observa una mayor tasa de presión inspiratoria respecto de la espiratoria.

La relación entre ambas variables en piscina alcanza un índice 0.33, lo que significa que el tiempo espiratorio es más largo que el inspiratorio. Es posible que esta prolongación del tiempo de espiración evite el colapso aéreo repentino que podría causar la presión del agua y prevenga un descenso radical del volumen aéreo, manteniendo así la flotabilidad (Hobo S. y cols. 1998).

Para poder mantener un buen nivel de ventilación (intercambio de oxígeno y la eliminación del dióxido de carbono), si la frecuencia respiratoria es mas baja se debe compensar con el aumento del volumen tidal (corriente). Por eso durante la natación los caballos realizan una intensa inspiración, que aumentaría la cantidad de aire inspirado, pero no existen estudios científicos sobre este hecho.

Durante el ejercicio máximo, un caballo de 500 Kg debe conseguir una ventilación por minuto máxima de 1800l/min., mediante una frecuencia respiratoria de 120 rpm y un volumen tidal (corriente) de 15 l. Si durante

el ejercicio máximo de natación, la frecuencia respiratoria es de 40 rpm, para mantener los valores que acabamos de describir, el caballo debería conseguir un volumen tidal de 45 l, que representa capacidad total pulmonar y esto no es posible.

Basándose en estos datos, durante el ejercicio máximo de la natación, se está forzando a los caballos a una hipoventilación, lo que provocaría un aumento de las concentraciones de lactato en sangre, en comparación a un ejercicio de similar intensidad en el suelo (Murakami M. y cols.1976); (Irwin D.G.H.y cols. 1980); (Thomas, D.P. y cols. 1980).

### ***Frecuencia respiratoria y su recuperación después del ejercicio.***

La frecuencia respiratoria al finalizar el ejercicio físico va recuperando su valor basal. La velocidad de recuperación está supeditada a diferentes factores como son la intensidad y la duración del ejercicio, el estado físico y nivel de entrenamiento del animal y las condiciones climáticas (Lekeux P. y Art T., 1994); (Muñoz A. y cols. 1997).

Inmediatamente, al finalizar el ejercicio, las demandas metabólicas de O<sub>2</sub> siguen incrementándose, lo que se denomina débito de oxígeno, y es consecuencia de su implicación en la resíntesis de adenosin trifosfato (ATP) y de Creatinin fosfato (CP) en los músculos que han intervenido en el esfuerzo, del catabolismo y anabolismo del lactato, de la persistencia de la hipertermia y de la restauración de las reservas hormonales (Rose R.J. y cols., 1987).

Por tanto la FR, servirá para restablecer la normalidad en una serie de parámetros alterados durante y como consecuencia del ejercicio, así la taquipnea post ejercicio, se ha relacionado con el papel termorregulador del sistema respiratorio, o como indicador de la demanda ventilatoria, pero esta FR puede no ser muy fidedigna, si la temperatura y humedad ambientales están elevadas (Rose R.J.y cols., 1987); (Muñoz A. y cols., 1997).

Como indicamos previamente, la locomoción ejerce una influencia sobre el control respiratorio, pero al finalizar el ejercicio, cesa dicha influencia y se inicia la acción de otros estimulantes respiratorios, como la acidosis; por tanto, la hiperventilación alveolar y la alcalosis respiratoria secundaria, serían beneficiosas para compensar esa acidosis metabólica (Bayly WM. y cols.1987).

En el ejercicio de la natación, los valores de la FR basal se recuperan rápidamente después de nadar 3 o 20 minutos, incluso en tiempos prolongados de hasta 60 minutos. A veces en estos tiempos prolongados, la respiración puede continuar con una intensidad profunda durante algún tiempo después de la ejecución del ejercicio aunque su FR llegue a límites basales. El tiempo requerido para la recuperación del ritmo cardíaco y de la frecuencia respiratoria se prolonga como la longitud del tiempo de la natación (Murakami M. y cols. 1976).

#### **4.2.2. Frecuencia cardíaca.**

El caballo dispone de un sistema cardiovascular con gran capacidad para el transporte de oxígeno desde los pulmones a los tejidos periféricos. El consumo de Oxígeno ( $VO_2$ ) en relación con su peso corporal en el caballo es superior al que tienen otras especies. El consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2\text{máx}}$ ) se define como el volumen máximo de oxígeno que el organismo es capaz de captar desde el medio ambiente (Pollock M.L. y cols., 1990)

En el caballo presenta valores de 130-135 ml  $O_2$ /kg/min. (Taylor C.R. y cols., 1981); (Christly C. y cols., 1999). Los principales factores que determinan el  $VO_2$  son las capacidades funcionales del sistema respiratorio, cardiovascular y músculo-esquelético.

El sistema cardiovascular se caracteriza por poseer una parte funcional, determinada por el rendimiento cardíaco (RC) y una parte dimensional, representada por el volumen sanguíneo y variables relacionadas. Ambos componentes son determinantes de la liberación de oxígeno a los tejidos metabólicamente activos (Taylor C.R. y cols. 1981).

A su vez, la funcionalidad cardiovascular está condicionada por la frecuencia cardíaca y el volumen de contracción (volumen latido), cuyo producto da lugar al RC (Fregin G. F. y cols., 1983); (Kearns C.F. y cols., 2002). Este rendimiento cardíaco influye directamente sobre el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), ya que, según la ecuación de Fick:

$$VO_2 \text{ (l/min)} = RC \text{ (l/min)} \times DAV$$

*(Donde RC es rendimiento cardíaco y DAV la diferencia arteriovenosa de oxígeno) (Waugh S.L. y cols., 1980).*

Por tanto la elevación del RC, provoca directamente un incremento de  $VO_2$  máx. (Evans D.L., 1994).

Como acabamos de ver el rendimiento cardiaco viene determinado por la FC frecuencia cardiaca y el volumen latido. Conocer la frecuencia cardiaca, nos puede dar una idea fiable de la condición física de un caballo, ya que sus variaciones nos permiten saber como responde al ejercicio y su recuperación posterior y de estos datos podemos obtener un indicador de la salud de ese animal.

No obstante son muy diversos los factores que pueden modificar esta FC además del ejercicio, como son el dolor, la excitación, el estado hídrico del animal o la estimulación del sistema nervioso simpático, que puede inducir aumentos de hasta 110 ppm (pulsaciones por minuto), frente a los 25 y 40 ppm de frecuencia basal (Hamlin R.L.y cols., 1972). Por eso se recomienda hacer una monitorización al principio del ejercicio, ya que puede revelar un exceso de trabajo en los días precedentes, o bien ser el pródromo de diferentes patologías (Rindway K, 1994); (Muñoz A.y cols., 1997).

### ***Frecuencia cardiaca durante los ejercicios de intensidades diferentes.***

El primer trabajo sobre la respuesta de la FC a ejercicios de diferente intensidad fue efectuado por Persson (1967), esta relación ha sido intensamente estudiada por su fácil cálculo, reproducibilidad y precisión.

El incremento de la actividad metabólica en los tejidos (sobre todo en el músculo esquelético), que supone el ejercicio físico, requiere unas adaptaciones del sistema cardiovascular, que garantizan el aporte correcto de oxígeno a la fibra muscular, y la retirada de los productos de desecho metabólico

Ese aporte extraordinario de oxígeno, se consigue con un incremento en la FC, proporcional a la intensidad metabólica muscular, si bien FCs superiores a 200 ppm, nos está indicando una limitación en el transporte y utilización del oxígeno por la miofibrilla y por tanto un metabolismo predominantemente anaerobio (Muñoz A. y cols.,1998); (Serrano M.G. y cols., 2002).

El aumento metabólico muscular produce diversos reajustes en los tejidos activos, con incrementos del RC de 68% para el sistema respiratorio, 98,5% para el muscular y 50% para el cardiaco (McConaghy F.F. y cols., 2002).

La frecuencia cardiaca alcanza su valor máximo a los 30-45 s de iniciarse el ejercicio, (Persson S.G.B, 1967); debido a la estimulación simpática y a la movilización del reservorio sanguíneo esplénico (esplecnocontracción), que provoca una hipervolemia, y por tanto un ajuste cardiovascular. (Fregin G.F,y Thomas D.P.,1983). Este ajuste varía según la intensidad del ejercicio, el temperamento del caballo, el grado de entrenamiento, el estado cardiorrespiratorio o las características del periodo de calentamiento (Tyler C.M,y cols.,1996), estabilizándose la FC a los 2-3 min, siempre que la intensidad del ejercicio se mantenga (Muñoz A. y cols. 1998); (Hamlin R.L, y cols.,1972); (Engelhardt W.W. 1977).

En los *ejercicios de intensidad creciente*, la FC se eleva de forma lineal con la velocidad, entre 120 y 210 ppm. (Persson S.G.B. y cols., 1974). Por debajo de 120 ppm, la FC se encuentra muy afectada por las variaciones en el tono simpático, mientras que por encima de 210 ppm, se aproxima al nivel de la FC máxima (FCmáx) (Trilk J.L. y cols., 2002).

La pendiente de esta relación puede modificarse por diferentes factores fisiológicos como el estado de forma física del animal, el nivel de entrenamiento, la superficie de trabajo o patológicos como fibrilación atrial, despolarizaciones prematuras ventriculares y procesos obstructivos recurrentes de vías respiratorias inferiores (Littlejohn A. y cols., 1977); (Persson S.G.B. y cols., 1983).

De esta relación lineal derivan índices de funcionalidad como V150 y V200 (velocidades de ejercicio a 150 y 200 ppm, respectivamente). (Evans D.L. 1994). V150 es una expresión de la capacidad circulatoria del caballo, como revela su correlación con el volumen contracción cardiaco y con la diferencia arteriovenosa de oxígeno. Se sabe que 150 ppm se aproxima, si bien no sobrepasa, el nivel máximo de FC en estado constante. Por otro lado, se ha visto que los niveles plasmáticos de LA no se incrementan de modo significativo sobre los valores basales, hasta una FC media de 158 ppm. Esto indica que, una carga de esfuerzo a 150 ppm debería ser realizada de un modo totalmente aerobio por la mayoría de los caballos. En definitiva, V150 representa la capacidad aerobia del individuo. (Evans D.L. 1994); V200 está correlacionado con el volumen total de sangre y con el número absoluto de eritrocitos.

Por ello, refleja el potencial oxidativo máximo, incrementándose al mejorar el nivel de forma física y reduciéndose con el desarrollo de patologías cardiorrespiratorias y músculo-esqueléticas. Hay que tener en cuenta que 200 ppm se aproxima a FCmáx,(denominado así el momento en que

incrementos adicionales de velocidad no elevan la FC) de modo que se halla dentro de la zona metabólica anaerobia (Muñoz A. y cols., 2007).

En los **Ejercicios de intensidad submáxima**, la FC depende, entre otros factores, de la intensidad y duración del esfuerzo. (Evans D.L. 1994). Por ello debemos diferenciar entre

- ✓ actividades submáximas de corta duración
  - ✓ concurso de salto de obstáculos (CSO)
  - ✓ segundo día de un concurso completo de equitación (CCE)
  - ✓ y podemos incluir la natación libre. (Hobo S. 1998)
- ✓ actividades submáximas prolongadas,
  - ✓ pruebas de resistencia (PR).

En el primer caso las frecuencias son mas altas que en el segundo. Así, las FCs medias de un CSO tienen un valor de  $191,4 \pm 3,8$  ppm y para un CCE oscilan entre 163,2 y 171,4 ppm, (White S. y cols., 1995); (Muñoz A. y cols., 1999); mientras que en una PR las FC estuvieron comprendidas entre 95,89 y 99,56 ppm. (Castejón F. y cols., 1985).

En los **Ejercicios de intensidad máxima**, a diferencia de lo que sucede en un ejercicio de intensidad creciente, donde la FC se eleva de forma lineal con la velocidad, en los ejercicios de intensidad máxima, dicha relación se pierde ya que se alcanza el nivel de FCmax. (Evans D.L. 1994).

Este valor de FCmáx, entre 220 y 240 ppm, no se modifica con el entrenamiento (Lindholm A. y cols. 1974); (Tyler CM. y cols. 1996); a pesar del incremento en VO<sub>2</sub>máx, tan solo se alcanza antes en aquellos animales con mejor forma física (Evans D.L. y cols., 1987); (Harkins J.D. y cols., 1993).

#### ***Frecuencia cardiaca durante la natación:***

La velocidad a la cual nada el caballo, determinará la dureza del trabajo, al igual que en un trabajo en tierra. Una natación pausada, a una velocidad aproximada de 1 m/s durante 10 min., puede incrementar la FC a 150 ppm, mientras que la natación a 3m/s durante el mismo tiempo, puede incrementar la frecuencia cardiaca al máximo (Thomas D.P. y cols. 1980); (Evans L. and Rose R. J., 1987).

La FC de un caballo nadando no supera, normalmente, los 200 ppm, asumiendo un ritmo cardíaco máximo de 230 ppm. (Hobo S. y cols. 1998).

El ritmo cardíaco máximo de un caballo es generalmente menor en agua que en tierra, con valores del 60-70% de la FC max, equivalente a la FC durante el trote o un galope lento. (Asheim A. y cols., 1970); (Murakami M. y cols., 1976.); (Misumi H.y cols., 1994).

***Recuperación de la frecuencia cardíaca tras el ejercicio:***

La disminución de FC tras el ejercicio es muy rápida al inicio de la recuperación, reduciéndose de una forma más gradual, hasta alcanzar los valores basales. No obstante, esta recuperación puede verse afectada por cualquier estímulo que excite al animal, por la intensidad y por la duración del ejercicio realizado, y por factores extrínsecos como la humedad relativa y la temperatura ambiental (Persson S.G.B., 1967).

Se han realizado estudios con caballos de diferentes razas y aptitudes.

En caballos de raza árabe hay una reducción muy rápida de la FC de 200 y 218 ppm a 67 y 87 ppm a los 5 minutos (Erickson BK. y cols. 1991); en caballos de raza PSI tras un test de ejercicio a una velocidad de 2 a 10 m/s, los valores a 1, 2, 4 y 5 minutos de recuperación mostraron medias de entre 86 a 137 ppm, es decir la FC experimentó una reducción cercana al 60%.(Evans DL. 1994).

En caballos PRE, los valores descienden de 191 ppm, a 95 ppm tras 10 minutos de recuperación. No obstante, a los 30 min de recuperación, seguía existiendo taquicardia, con medias superiores a los 50 ppm. (Agüera EI y cols.,1995). La recuperación lenta e irregular de la FC en este tipo de ejercicio de intensidad creciente se ha relacionado con dolor y falta de funcionalidad cardíaca, motivado por patologías locomotoras y cardiovasculares, respectivamente (Foreman J.H. Y cols., 1991); (Couroucé A. y cols., 1996); (Muñoz A. y cols., 2000).

En este sentido, estudios llevados a cabo tanto con caballos sanos como con otros que padecían claudicaciones de intensidad leve y severa, se observó que la recuperación de la FC tras el esfuerzo creciente, se vio significativamente retardada en los dos grupos de caballos con patologías locomotoras.

En estos animales, la FC a los 30 minutos de recuperación seguía siendo significativamente superior a la basal. Esta circunstancia no se observó en el grupo control (Foreman J.H. y cols., 1991).

Además del dolor, como ya hemos indicado hay otros factores que influyen en la recuperación de la FC, como es el estado metabólico (Evans y cols., 1994). En ejercicios submáximos de larga duración, los caballos con FC inferiores a 60 lat/min. a los 30 minutos de concluir una prueba de resistencia de 160 km., tenían un estado hídrico más correcto que aquellos que estaban por encima de los 60 ppm. (Rose RJ y cols. 1983).

Se ha sugerido (Rose RJ y cols. 1977) que la probabilidad de desarrollar las patologías que se engloban dentro del síndrome del caballo extenuado, como golpe de calor, aleteo diafragmático sincrónico, íleo paralítico y rabdomiolisis, era menor cuando la FC no supera los 60 ppm a los 30 min., de concluir la competición.

Ridway en 1994 propone un test para evaluar una correcta recuperación post-esfuerzo de FC, que ha sido aceptado por la Federación Ecuestre Internacional (FEI), consistente en determinar la FC basal, posteriormente se hace trotar al animal sobre una distancia de 80 m y se lleva a cabo una segunda medición de FC, un minuto después del inicio del trote. Un aumento de 4 o más latidos sobre la FC basal se considera un indicio de la existencia de dolor, o el comienzo de agotamiento y/o toxemia.

Dada las características del ejercicio de natación, que permite realizar un trabajo físico significativo sin poner ninguna carga en sus miembros, nos va a permitir utilizar caballos con claudicaciones, ya que al no recibir el impacto de la concusión de la pista, se beneficiarán de la ausencia de dolor y por tanto la FC se recuperara rápidamente hasta sus valores basales.

El tiempo requerido para la recuperación de la FC y FR esta en relación directa con el tiempo que se ha nadado, el ejercicio de la natación se puede comparar con entrenamientos en pista de intensidad submáxima. (Asheim A.y cols., 1970); (Misumi, K. y cols., 1994); (Hobo S. y cols., 1998).

#### **4.2.3. *Lactato (LA)*.**

Las fibras musculares necesitan energía para poder llevar a cabo la contracción muscular sin la cual el caballo no puede generar los movimientos y la locomoción. Esta energía es obtenida partir de ATP libre, del fosfato de creatina de los carbohidratos y de las grasas que a su vez se convierten en adenosin trifosfato ATP que es la forma en que puede ser utilizada por el músculo. La degradación de ATP en el músculo produce un

75 % de energía calórica y un 25 % de energía mecánica que es la que genera la contracción muscular.

Estos substratos energéticos pueden ser metabolizados por diferentes vías ya que los depósitos intracelulares de ATP libre son muy escasos y luego de un corto periodo de tiempo se agotan. La célula por lo tanto durante el ejercicio se ve obligada a reponer esos depósitos mínimos y esenciales de ATP y a continuar generando energía por intermedio de otras vías metabólicas (Boffi F.M., 2006); (Bellinghausen W., 2005); (Bas A.y cols., 2000).

El lactato (LA) es un metabolito procedente de las rutas metabólicas anaerobias. El control de los niveles de ácido láctico sanguíneo, durante el esfuerzo y posterior a él, es una de las más importantes herramientas de diagnóstico y pronóstico del rendimiento del entrenamiento y la competencia.

Su acumulación en el plasma después de un ejercicio se utiliza para determinar la intensidad del esfuerzo realizado, (Evans L. y Rose R. J., 1987); (Fregin G.F. y Thomas D.P., 1983); para ver su nivel de entrenamiento, (Seeherman H. y Morris E., 1990); (Trilk J.L. y cols., 2002); predecir la capacidad atlética de un individuo o para determinar la demanda metabólica de un ejercicio determinado (Amory H. y col., 1993); (White S. y cols. ,1993); (Davie A.J. y cols. 2002).

Para entender exactamente el valor de los lactatos en sangre debemos hacer un breve repaso sobre los diferentes metabolismos de los substratos energéticos que dispone el organismo.

#### ***Metabolismo de los carbohidratos.***

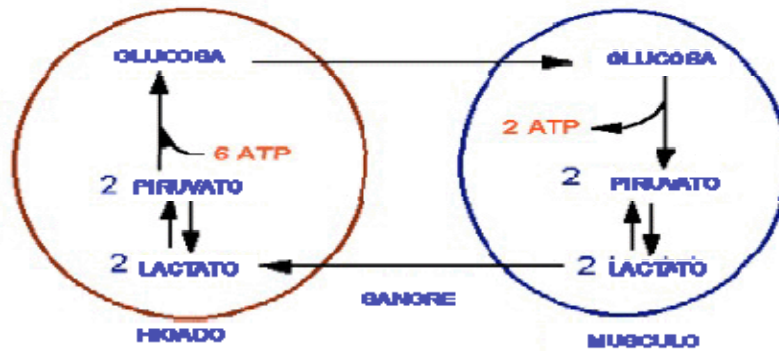
Los carbohidratos mas utilizados son el glucógeno y la glucosa que pueden ser degradados por la *vía aeróbica (oxidativa)* o la *anaeróbica láctica (glucolítica)*.

La vía aeróbica necesita la presencia de oxígeno par poder generar energía mientras que la vía anaeróbica no lo requiere. La vía oxidativa es la continuación en la mitocondria de la degradación anaeróbica a través del ciclo de Krebs y de la cadena de transporte electrónico mitocondrial.

El producto final de esta vía metabólica es el piruvato, que dependiendo de varios factores como su concentración, presencia o no de oxígeno y

concentración de enzima lactato deshidrogenasa (LDH) en la fibra muscular, ingresara en la mitocondria para continuar con su oxidación o será transformado a lactato, con su consiguiente acumulo e iones  $H^+$  (vía anaeróbica láctica).

El lactato es un importante metabolito intermediario en la gluconeogénesis hepática (ciclo de Cori Fig 4.2) y puede ser utilizado por el músculo cardiaco o esquelético como sustrato energético durante la contracción muscular.



**Fig 4.2.3.a.** Ciclo de Cori: *mecanismo fisiológico por el cual el lactato, producido por la glucólisis de la glucosa en el músculo en contracción, es convertido de nuevo a glucosa en el hígado y devuelto a los músculos a través de la circulación.*

Los  $H^+$  retenidos por el lactato son los que realmente producen el descenso del pH intracelular (acidosis láctica) y generan la fatiga.

La formación de lactato depende, además de la disponibilidad de oxígeno, de otros factores como el tipo de fibra, la velocidad de la glucógenolisis muscular, la dieta, el nivel de entrenamiento y el nivel de catecolamina circulantes.

La producción de energía por vía anaeróbica es esencial para el mantenimiento de los ejercicios de máxima intensidad cuando la demanda de ATP por unidad de tiempo supera la velocidad con la que puede ser producido en forma aeróbica.

Como hemos comentado previamente, el piruvato, en presencia de oxígeno, ingresa a la mitocondria y por descarboxilación oxidativa es convertido en acetil Coenzima A que ingresa al ciclo de Krebs (Fig. 4.3) que es el inicio de la fase oxidativa o aeróbica (VilleC.,1985); (Krebs H.A.,1970); (Bellinghausen W.,2005).

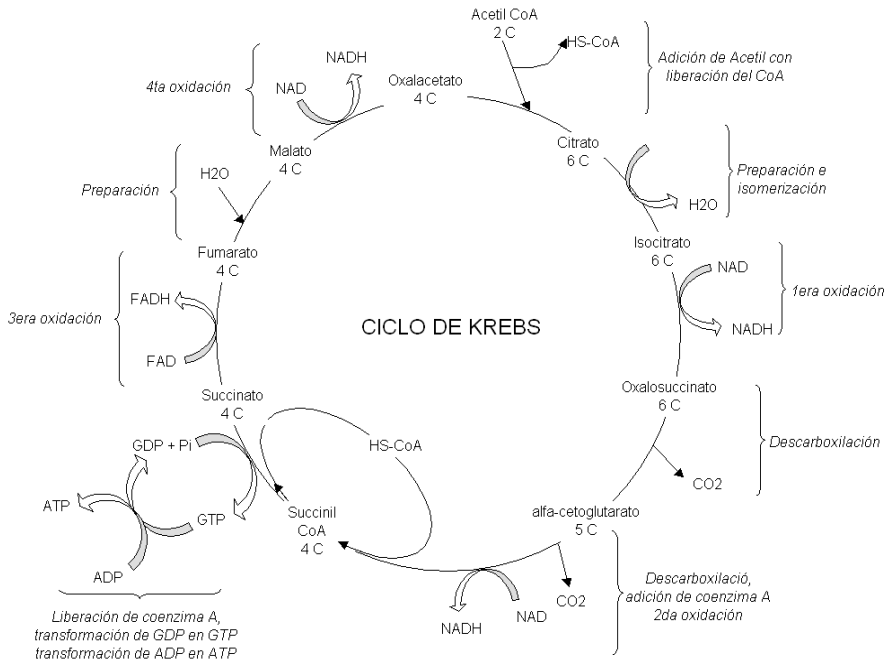


Fig. 4.2.3.b. El ciclo de Krebs.

### **Metabolismo de los ácidos grasos.**

Los triglicéridos constituyen depósitos de alta energía que se encuentran en las fibras musculares oxidativas y de baja velocidad de contracción. Para poder ser utilizados deben ser oxidados en la mitocondria de la fibra muscular.

La  $\beta$ -oxidación logra reducir la cadena de acil Coenzima A en átomos de carbono y generar acetil Coenzima A, que entra en el ciclo de Krebs, de la misma forma que las moléculas generadas por la degradación de carbohidratos (Wakil S.J.y cols., 1983).

En ejercicios de resistencia, la utilización de ácidos grasos se realiza fundamentalmente a partir de la degradación de triglicéridos almacenados en el tejido celular subcutáneo. El aumento del lactato disminuye la movilización de ácidos grasos libres, es el primer regulador en la movilización de ellos durante el ejercicio submáximo de larga duración (Bellinghausen W., 2005).

### ***Metabolismo de las proteínas.***

Las proteínas son utilizadas en la reparación del tejido dañado durante el ejercicio y en la gluconeogénesis durante la fase de recuperación post-ejercicio. La cadena carbonada es convertida en acetil CoA, en acetoacetilCoA, en piruvato o en alguno de los compuestos intermediarios del ciclo de Krebs para que puedan ser oxidados con la consiguiente generación de energía.

Cuando se incrementa la intensidad y la duración del ejercicio las fibras musculares no logran utilizar todo el lactato producido, elevándose las concentraciones de lactato e  $H^+$  en sangre (pH bajo) que provoca el cansancio. El nivel de intensidad del esfuerzo se conoce como *el umbral del lactato*.

Existen varias definiciones sobre el punto de existencia del umbral del lactato, incluyendo aquel en donde la concentración del LA es de 4 mmol/litro de sangre o el de la velocidad a la cual la frecuencia cardiaca alcanza los 200 ppm o el punto de interrupción de la curva de lactato durante un ejercicio en aumento (Persson S.G.B., 1983).

Con el entrenamiento, aumentan los niveles de lactato en sangre, debido a la mayor capacidad del organismo en extraer este lactato de los músculos. Los eritrocitos actúan como reserva de este lactato sanguíneo. El aporte energético durante el ejercicio deriva de una integración del metabolismo aeróbico, anaeróbico y de los sustratos energéticos metabolizados. Cuando la síntesis energética no puede ser mantenida por la  $\beta$ -oxidación de los ácidos grasos, se activa la glucólisis, dando lugar a una acumulación de acetil-CoA. Se inhibe la enzima piruvato deshidrogenasa (PDH) y se activan la PDH kinasa por la elevación en los cocientes acetil CoA/CoA y NADH/NAD<sup>+</sup>. La PDH kinasa fosforila la PDH hacia su forma inactiva y como resultado, el piruvato es reducido hacia ácido láctico (Kronfeld D.S. y cols., 1995); (Pöso A.R. y cols., 1995); (Bayly W.M. y cols., 1987); (Bellinghausen W., 2005).

### ***Valores de lactato en ejercicios de intensidades diferentes.***

Las concentraciones de lactato en sangre constituyen un buen indicador del índice de glucólisis anaeróbica que se está produciendo. Como hemos visto, el ácido láctico contribuye a la fatiga al disminuir indirectamente el pH, que interfiere con el proceso de contracción muscular.

Los valores de LA en sangre en los caballos en reposo (lactacidemia basal) oscilan entre 0,38 y 2,0 mmol/l, independientemente del grado de entrenamiento (Demonceau T. y cols., 1989); (Erickson H.H. y cols., 1991).

En los ***ejercicios de intensidad creciente*** podemos estimar el umbral anaerobio y el comienzo de la acumulación plasmática de LA. (Galloux y cols., 1995). A intensidades de esfuerzo bajas, la concentración de LA en plasma aumenta linealmente, mientras que cuando la intensidad crece, este aumento es exponencial. (Green H. y cols., 1983); (Brooks G.A, 1986) La concentración de LA en cada sesión de esfuerzo se ve afectada por la sesión precedente, que puede considerarse como un calentamiento o bien como una acumulación de trabajo (Brooks G.A., 1991); (Muñoz A y cols., 1995).

La acumulación plasmática del LA producido por el músculo sigue una evolución exponencial que ha dado lugar al cálculo de los umbrales metabólicos, considerando que concentraciones plasmáticas de 2 mmol/l referencia a los umbrales aerobios mientras que las de 4 mmol/l hacen referencia a umbrales anaerobios. Podemos diferenciar tres niveles:

- VLA2 refleja, el potencial oxidativo. Por debajo de 2 mmol/l, existe un predominio oxidativo, con una actuación preferencial de las fibras tipo I u oxidativas, utilizándose las grasas (AGL) como sustrato energético preferencial. De modo teórico, un ejercicio a la intensidad de 2 mmol/l podría ser mantenido ininterrumpidamente durante largo tiempo, al asegurarse el aporte de oxígeno hacia el músculo y la retirada satisfactoria de los productos de desecho.
- La zona metabólica comprendida entre los 2 y 4 mmol/l de LA se ha considerado como la transición aerobia-anaerobia, representando una ruptura en el metabolismo, con una participación cada vez más acentuada de los mecanismos no oxidativos.
- Por encima de 4 mmol/l, indica que se ha producido un aumento en la intensidad del esfuerzo, con un incremento gradual de la lactacidemia, hasta el umbral anaerobio, que

señala el momento en el que el LA comienza a acumularse de forma súbita y brusca. Superando los 4 mmol/l, y normalmente está por debajo de  $VO_2$ máx.

Por tanto la concentración de 4 mmol/l representa un equilibrio entre la génesis y la degradación de este metabolito. Una actividad física llevada a cabo a la intensidad del umbral anaerobio no eleva la tasa de LA en plasma. Por el contrario, una elevación mínima sobre este umbral pone en marcha las vías glucolíticas, estimula la actividad de las fibras IIB o anaerobias, con utilización preferencial del glucógeno como fuente energética. En consecuencia, la concentración de LA se dispara, llegando a alcanzar valores que triplican los previos y por ello, la actividad física por encima de 4 mmol/l se ve gravemente comprometida (Persson S.G.B., 1983); (Snow D.H., Valberg S.L., 1994); (Trilk J.L. y cols., 2002).

La velocidad de ejercicio a la que se alcanza una concentración de LA de 4 mmol/l, VLA4, es un indicador de la capacidad atlética de un individuo o del estado de forma física (Persson S.G.B., 1983); (Lindner A., 1996; 2000).

La VLA4 aumenta en respuesta al entrenamiento (según su intensidad, duración y frecuencia), a la edad (aunque a partir de los 5 años, el efecto de la edad no parece influenciar las variaciones en VLA4); (Couroucé A. y cols., 1997) y a una dieta rica en grasas. (Kronfeld DS y cols. 1995); (Couroucé A. y cols., 1997); Valores altos de VLA4 se han asociado con buenos resultados en caballos de carreras (Couroucé A. y cols., 1997);

El umbral anaeróbico está relacionado con las capacidades cardiovasculares y con las características musculares. (Valberg S. y cols., 1987).

Durante los ejercicios de intensidad creciente, existe una relación exponencial entre el esfuerzo cardiovascular, expresado en función de FC y la acumulación plasmática de LA. De esta relación surgen dos índices utilizados en Medicina Deportiva Equina: LA150 y LA200.

La cantidad de LA acumulado durante un ejercicio está relacionada con la tipología fibrilar del músculo. La elevación sustancial de la concentración de LA plasmático en los ejercicios máximos se debe a la intervención de las fibras musculares IIB. Los caballos con un porcentaje más elevado de fibras tipo IIB suelen presentar valores de VLA4 inferiores. El entrenamiento aumenta los cocientes entre los porcentajes de fibras I/II,

IIA/IIB y la capacidad oxidativa de las tres poblaciones fibrilares (Snow D.H. y cols., 1982).

Durante un ejercicio de salto se produce una acidosis metabólica de intensidad moderada, con valores post-esfuerzo de LA =  $9,04 \pm 0,9$  mmol/l. Aunque la duración y la intensidad durante un Concurso de Salto de Obstáculos (CSO) parecen ser relativamente bajas, la lactacidemia revela que el metabolismo es mantenido de forma parcial a través de los mecanismos glucolíticos (Art T. y cols., 1990). Se ha sugerido que las contracciones dinámicas y periódicas durante los saltos podrían actuar como factores limitantes del aporte sanguíneo al músculo, dando lugar a una acidosis metabólica.

Durante el segundo día de competición de un Concurso completo de Equitación (CCE), las demandas metabólicas son más intensas. Las concentraciones plasmáticas de LA varían entre 9,00 mmol/l y  $19,1 \pm 4,22$  mmol/l. Las diferencias entre autores en los valores medios de LA tras un CCE podrían venir dadas por los factores medioambientales, las características del terreno, el nivel competitivo y la dificultad técnica del recorrido (Amory H. y cols. 1993); (White S. y cols., 1995); (Muñoz A. y cols., 1999); (Serrano M.G. y cols., 2002).

Las concentraciones de LA en plasma tras una carrera de velocidad varían según los autores. Se han citado valores comprendidos entre 16,4 y 38,5 mmol/l en distancias inferiores a los 2400 m. Esta acumulación de LA se acompañó de cambios importantes en las concentraciones parciales de gases en sangre y en el equilibrio ácido-base. La velocidad media osciló entre 15,4 y 16,7 m/s. Los resultados representan las intensas demandas metabólicas de este tipo de esfuerzo, a pesar de la corta distancia. Se requiere, por tanto, una resíntesis rápida de ATP, ya que el metabolismo oxidativo y la degradación de los fosfatágenos ricos en energía acumulados en el músculo, resultan insuficientes. (Snow D.H. y cols., 1983)

En los ***ejercicios submáximos de larga duración***, los valores medios de LA son inferiores a 4 mmol/l, ya que la ruta metabólica predominante es la aerobia y la producción de este metabolito se equilibra con su eliminación. Algunos investigadores (Grosskopf JFW. y cols., 1983); (Essen-Gustavsson B y cols., 1984); no han encontrado variaciones significativas en la concentración de LA en plasma tras la realización de un esfuerzo de 160 km. Sin embargo, otros (Fregin G.F. y cols., 1979); si han mostrado variaciones significativas en este parámetro tras un raid, con valores de hasta tres veces superiores a los de reposo. Por tanto, parece claro que

incluso las actividades físicas aerobias, tienen un cierto grado de intervención anaerobia.

De todo lo presentado en los párrafos anteriores se deduce que durante cualquier tipo de ejercicio, se produce LA en el interior de la fibra muscular, ya que existe un mínimo de metabolismo anaerobio, sin embargo en el *ejercicio de intensidad máxima* es donde se obtienen las concentraciones más elevadas de LA en el músculo. El metabolismo aerobio se vuelve insuficiente para cubrir las elevadas exigencias energéticas (Muñoz A. y cols. 1996).

La concentración máxima de LA ( $LA_{m\acute{a}x}$ ) en équidos es superior a la descrita para el atleta humano. Ello se debe a dos motivos: en primer lugar, a la elevada concentración de glucógeno intrafibrilar en el caballo y en segundo lugar, a la mayor capacidad anaerobia del músculo de los équidos. En el caballo se han documentado concentraciones basales de glucógeno intramusculares de 500 a 600 mmol/kg peso seco. (Valberg S. y cols., 1986), mientras que en el hombre se han citado valores de 55 a 85 mmol/kg p.s. (Costill D.L. y cols., 1981). En cuanto a la capacidad glucolítica, se pone de manifiesto en las actividades de las enzimas glucógeno fosforilasa (PHOS) y lactato deshidrogenasa (LDH), mucho más desarrolladas en el músculo locomotor equino que en el humano (Costill D.L. y cols., 1981); (Valberg S. y cols., 1985).

Tanto en el caballo como en el hombre, se ha demostrado que existe una correlación positiva entre la producción de LA y la velocidad de ejercicio. A intensidades de esfuerzo elevadas, la concentración de LA plasmático no es un buen predictor del rendimiento deportivo del individuo (Ronéus N. y cols., 1994); pudiendo explicar solamente un 10% de las variaciones de éste (Evans DL. y cols., 2002). El LA parece estar más correlacionado con el rendimiento deportivo en la realización de *esfuerzos submáximos*, ya que al menos explica una variación de un 30% (Davie AJ. y cols., 2002).

Durante los *ejercicios máximos o supramáximos intermitentes* el PLA (pico de lactato) en plasma es aún más elevado que en ejercicios máximos constantes, (Snow DH. y cols., 1977); apreciándose una reducción mayor del pH muscular al comienzo de cada carga de esfuerzo (Kelso TB. y cols., 1986).

La depleción de ATP es más marcada en los ejercicios máximos prolongados y repetidos, cifrándose hasta en un 50% (Snow DH. y cols., 1985); (Harris R.C. y cols., 1991); (Sewell DA. y cols., 1992).

Los caballos entrenados tienen una capacidad aerobia mayor y una producción menor de LA durante un ejercicio submáximo en comparación con los animales no entrenados, debido parcialmente al aumento de las actividades de las enzimas citrato sintasa (CS), 3-OH-acilCoA deshidrogenasa (HAD) y hexoquinasa (HK) (Thornton J. y cols., 1983); (Cutmore CM. y cols., 1985); (Bayly WM. y cols., 1987).

#### ***El lactato en sangre durante el ejercicio de la natación.***

Los valores de lactato en sangre tomados durante el ejercicio de nadar y tras un precalentamiento oscilan entre valores de 2,8 mmol/l y 9,3 mmol/l, no sobrepasando este valor en ningún caso, con una media aproximadamente 5 mmol/l. Estos valores indican que no se realiza un ejercicio de intensidad máxima (Asheim A. y Cols., 1970).

Los valores de LA, y la FC máxima, están correlacionados con la velocidad de la natación. La acumulación del lactato en sangre comienza con una intensidad relativa similar a la del ejercicio (aproximadamente al 55 % de VO<sub>2</sub>max). Estos valores, junto con los de FC, nos permiten afirmar que el ejercicio de natación es aeróbico. Por otro lado, caballos que se entrenaban durante un periodo de tiempo, presentaban valores menores que los obtenidos en sus comienzos, lo que mostraba el efecto de entrenamiento (Asheim A. y Cols., 1970); (Hobo S. y cols. 1998); (Misumi K. y cols. 1994).

#### ***Eliminación del lactato.***

El LA producido en la miofibrilla experimenta una difusión hacia el torrente circulatorio y hacia las fibras musculares adyacentes. Existen diversos mecanismos de eliminación del LA producido en el músculo, como la liberación a la sangre, la captura por los hematíes, la oxidación en las fibras con metabolismo oxidativo, la gluconeogénesis en el hígado y la pérdida en orina y sudor (Harris R.C. y cols., 1987).

El paso del LA del músculo al plasma está condicionado por diferentes factores: pH sanguíneo, existencia de un transportador de membrana, concentración de adrenalina, hematocrito y la hemoglobina (Marlin DJ. y cols., 1991); (Muñoz A. y cols., 1996).

La curva que describe la acumulación plasmática de LA en plasma tras el esfuerzo viene determinada por su grado de producción y de eliminación; por eso la intensidad de la lactacidemia durante el ejercicio y la

importancia cuantitativa de los mecanismos de eliminación condicionan el tiempo necesario para la regresión hasta los valores basales de LA.

El ácido láctico puede atravesar las membranas biológicas por difusión, pero a pH fisiológico se disocia y necesita un transportador, determinado por un gradiente de concentración. Este gradiente entre músculo y plasma se mantiene durante los 10 min. iniciales de la recuperación tras el esfuerzo. La intervención de este transportador parece estar supeditada a la concentración muscular de LA y podría ser saturable. Así, hasta unos 8-12 mmol/l, sería suficiente la difusión pasiva, pero cuando se supera este nivel, se necesitaría un transportador. (Koho N.M. y cols., 2002); (Marlin D.J. y cols., 1991).

Recientemente, se han descrito dos transportadores monocarboxilasa de membrana en los eritrocitos aunque hasta el momento, no se ha analizado la posible existencia de éstos en el miosarcolema de los équidos (Muñoz A. y cols., 1997).

La importancia del secuestro intraeritrocitario del LA se incrementa con la intensidad del ejercicio, sirviendo de modulación de su elevación plasmática y manteniendo un gradiente músculo-plasma. Se ha calculado que la eliminación de LA por parte de los eritrocitos secuestrados por el bazo al cese del ejercicio es un 5% del LA total (Ferrante PL. y cols., 1995); (Persson SGB. y cols., 1995); (Pösso AR. y cols., 1995).

Aunque los dos mecanismos de eliminación del LA más importantes son la oxidación en las fibras musculares aerobias y la gluconeogénesis hepática en el caballo, se cree que la contribución de la resíntesis hepática del glucógeno a partir de LA es incluso inferior a la descrita para los seres humanos. Ello se pone de manifiesto en la velocidad tan reducida de recuperación de las reservas glucogénicas intramusculares tras un esfuerzo dependiente metabólicamente de los glúcidos (Hatta H., 1990); (Marlin D.J. y cols., 1991).

Las pérdidas de LA en sudor y orina en caballos tras un ejercicio parecen ser mínimos (Marlin D.J. y cols., 1991); (Muñoz A. y cols., 1997).

Un factor importante que define la velocidad de eliminación del LA muscular es el nivel de ejercicio efectuado durante la recuperación. Una recuperación activa, en el que el animal efectúa un ejercicio de intensidad leve, favorece la eliminación de LA hasta en un 50%, frente una

recuperación pasiva en sin realizar ningún tipo de actividad física (Bonen A. y col., 1976).

Esto es debido a que el LA es metabolizado por las fibras tipo I, que son las que se contraen durante un ejercicio submáximo, usándolo como substrato energético (Marlin DJ. y cols., 1991).

El pico de LA (PLA) o LA máximo (LAMáx) hace referencia al valor más elevado de la lactacidemia. Este valor se puede conseguir bien tras el ejercicio, bien durante los minutos iniciales de la recuperación. Así, los ejercicios que producen una lactacidemia inferior al umbral anaerobio, presentan el PLA al final del esfuerzo. Por el contrario, cuando la concentración plasmática de LA tras el ejercicio es superior a 8 mmol/l, el PLA se alcanza entre el primer y el décimo minuto post-esfuerzo. (Lindner A. y cols., 1992); (Valette JP. y cols., 1993); (Galloux P. y cols., 1995).

En el ejercicio de natación, con valores de LA de 2,8 mmol/l tras el esfuerzo, se constató que a los 3 min de recuperación la lactacidemia era de 2,3 mmol/l y bajaba a 1,4 mmol/l a los 10 min, recuperando rápidamente los valores basales. (Hobo S. y cols, 1998) (Misumi K. y cols., 1994).

#### **4.2.4. Temperatura.**

##### ***Temperatura corporal.***

La temperatura corporal resulta de la diferencia entre la ganancia o producción de calor y de la pérdida del mismo. Los caballos producen calor por medio de su metabolismo oxidativo; son animales con un gran VO<sub>2</sub>, y como tales grandes generadores de calor. Tiene una conductividad térmica baja, lo que posibilita la conservación y la disipación del calor y por lo tanto una buena termorregulación. La temperatura corporal en los equinos, medida en el recto (TR), oscila de 37,5° C a 38,1°C con variaciones a lo largo del día de 0,5° C, siendo más bajas por la mañana temprano. (Hinchcliff K.y cols. 2004); (Desmaras E.y Boffi F., 2007)

La temperatura en reposo es producida en un 72% por los órganos vitales, pero en el ejercicio éstos solo son responsables de un 2 % de ese calor que llega a incrementarse unas 40 a 60 veces sobre los valores basales y esta es directamente proporcional a la velocidad de consumo de oxígeno VO<sub>2</sub> por parte del tejido muscular. Cuando el animal esta en reposo la generación de calor se produce por los movimientos voluntarios e

involuntarios (escalofríos), la ingesta de alimentos, la secreción de tiroxina, adrenalina y noradrenalina; mientras que cuando esta en ejercicio, el trabajo muscular es el principal productor. Los valores límites estarían en 20°C de TR (por debajo, muerte por hipotermia) y de 44°C de TR (por encima de este valor muerte por hipertermia). (Desmaras E. y Boffi F., 2007).

La producción y disipación de calor está relacionada con la temperatura y la humedad ambiente. Para mantener una temperatura corporal constante, la producción de calor debe estar acompañada por una pérdida de igual magnitud.

El sistema termorregulador tiene receptores cutáneos que ingresan a la médula espinal en todos los niveles y ascienden al sistema nervioso central (los centros de coordinación central están en el hipotálamo). En función de la temperatura ambiente los mecanismos reguladores modifican la temperatura corporal. Es decir el organismo genera más o menos calor para mantener la temperatura interna dentro de los valores fisiológicos.

El calor generado es liberado al medio a través de cuatro mecanismos básicos:

**Convección:** mecanismo promovido por el movimiento de aire a través de la superficie corporal (renovación del gradiente térmico). En otras palabras, es la pérdida de calor a través del aire que toma contacto con la piel.

**Radiación:** es la transferencia de calor por ondas electromagnéticas entre cuerpos que no están en contacto. La transferencia radiante de calor se produce cuando la radiación electromagnética es emitida o absorbida en la superficie cutánea. Como la temperatura corporal suele ser más alta que la del ambiente hay una pérdida neta de energía radiante a nivel de la superficie cutánea. En caso contrario de existir una temperatura ambiente mayor que la corporal, la energía radiante se absorbe desde el ambiente. La radiación solar puede contribuir hasta con un 15% de la ganancia de calor en los caballos durante el ejercicio bajo el sol. (Hinchcliff K. y cols. 1998).

La transferencia va a depender fundamentalmente de la magnitud del gradiente térmico y de la superficie total expuesta al intercambio. Es importante considerar las implicaciones del flujo sanguíneo cutáneo en este mecanismo disipatorio. Los aumentos del volumen minuto cardíaco y

una redistribución cutánea de la sangre (vasodilatación cutánea) aumentan el flujo sanguíneo cutáneo (hasta 10 veces para temperaturas ambientales de 34°C), promoviendo el transporte de calor hacia la superficie corporal, facilitando de esta forma la pérdida del mismo cuando su entorno es más frío.

**Conducción:** es la transferencia directa de calor a través de un líquido, sólido o gas, entre átomos y moléculas de objetos que se hallan en contacto. La disipación de calor al medio ambiente por este mecanismo es mínima, salvo en casos de inmersión en líquidos fríos (temperatura del agua de la piscina a 20-22° C) (Murakami M. y cols. 1976).

**Evaporación:** es la pérdida calórica basada en la difusión de mínimas cantidades de agua desde la superficie de la piel, vías respiratorias y mucosa bucal, es el mecanismo más importante en los caballos.

Funciona de forma continua, pero que se ve reforzado cuando la temperatura ambiente comienza a acercarse a la sanguínea, o cuando hay un exceso de producción interna de calor (ejercicio). La transpiración insensible o perspiración, se produce a través de vías respiratorias y mucosa bucal y su contribución depende del volumen minuto respiratorio.

En líneas generales colaboran con el 15% de la pérdida de calor generada durante el ejercicio, mientras que el 85% restante corresponde a las pérdidas producidas por evaporación del sudor.

Los caballos poseen glándulas sudoríparas abundantes y grandes, en los caballos entrenados la células productoras de sudor son más grandes que en los no entrenados en los que independientemente de la cantidad total de líquido perdido (siempre menor que en uno no entrenado), vemos su mayor sudoración durante el ejercicio, haciendo que se reduzcan las pérdidas durante la recuperación posterior (LawrenceLM., y cols., 1987).

Los caballos pueden llegar a sudar 3 l/m<sup>2</sup>/h, con una superficie corporal promedio de 5 m<sup>2</sup> (500 kg);

Si bien la capacidad metabólica basal (CMB), tiene una relación 1:1 con la superficie corporal, no sucede así con el peso, cuya relación es  $CMB = P^{0.75}$  por lo que el tamaño corporal constituye una desventaja cuando se quiere disipar el calor generado. (Hodgson D.R. y cols. 1994), (MConaghy F., y cols. 2002), (Boffi, FM. 2006); (Guyton AC.1991); (Irwin D.G.H. and Howell W.1980); (Kenneth W, y cols 2007).

### ***Temperatura corporal frente a ejercicio de intensidades diferentes.***

La temperatura corporal responde de forma diferente según el tipo de ejercicio al que es sometido el animal. Así, ejercicios de alta intensidad provocan una rápida producción de calor con una elevación de la temperatura corporal de 1-1,5° C/min., pero el total del calor generado no es elevado, debido a su corta duración. Los de intensidad superior al 75% del VO<sub>2</sub>max y una duración inferior a los 3 min, provocan un incremento entre 2 y 3°C TR, valores que sugieren una retención, más que una disipación del calor producido. Por último, los ejercicios de mediana intensidad y larga duración (resistencia a 8 m/s) producen aproximadamente 21°C/hs, requiriendo un correcto mecanismo de termorregulación, ya que en caso contrario se produciría la muerte por hipertermia.

### **Temperatura corporal y Frecuencia respiratoria**

La frecuencia respiratoria depende de la temperatura ambiente, tanto en reposo como en ejercicio y es la primera línea de defensa fisiológica cuando aumenta el stress térmico o stress por ejercicio.

El papel de la ventilación en la termorregulación se incrementa con la duración del ejercicio. Se calcula que superados los 40 minutos de ejercicio con una intensidad del 40% del VO<sub>2</sub>, la disipación de calor por el aparato respiratorio se duplica, en relación a la disipación producida durante los ejercicios de alta velocidad y corta duración.

La pérdida de 1 litro de agua por evaporación disipa 2,4 mJ de calor, que equivale al calor producido en aproximadamente 6 minutos de ejercicios de resistencia o a 2 minutos de ejercicios intensos (Boffi, F. M. 2006); (Hinchcliff K. y cols., 2008); (Hodgson, D.R., Rose, R.J. 1994); (MConaghy F y col.,.2002).

### **Temperatura corporal y Temperatura ambiental**

La producción y disipación de calor esta relacionada con la temperatura y la humedad ambiente. Como se comentó previamente de los cuatro mecanismos para disipar el calor generado, la evaporación por la sudoración es imprescindible para mantener el balance térmico corporal. No obstante en función de la temperatura externa, habrá mayor o menor participación de los otros sistemas.

Temperatura ambiente (°C)	20°	25°	30°	35°	40°
Evaporativo (% del total)	17	30	30	93	100
No evaporativo (%del total)	83	70	50	7	0

La temperatura ambiente ideal para los caballos ronda entre los 10-12°C, por eso, se debe tener en cuenta las condiciones ambientales (temperatura, humedad, radiación solar, presión atmosférica y vientos de superficie) ya que modificarán los mecanismos externos de disipación del calor y por tanto el control de la temperatura interna. Realizar ejercicios en condiciones de altas temperaturas y humedad ambiental, acortan a la mitad el tiempo que se requiere para alcanzar temperatura central de 41,5°C durante el ejercicio (Boffi, F. 2006); (Cott C.M, y cols.1999). (Hinchcliff K. y cols. 2008); (Hodgson, D.R.y cols.1994); (MConaghy F. y cols.2002).

#### ***Temperatura del agua de la piscina.***

Se han utilizado en diferentes trabajos de investigación, diversas temperaturas en el agua de piscina, con valores que oscilan entre 10-30° C. (Swanstrom O.G., and Lindy M., 1973); (Murakami M. y cols., 1976); En condiciones de temperaturas extremas tanto bajas (10 ° C), como altas (27,5° - 31° C) el caballo se adapta y sobre todo las primeras las soportan sin problemas.

No obstante la temperatura ideal del agua donde deben nadar los caballos está entorno a los 20° C, ya que el gran esfuerzo que realizan, aunque sea un ejercicio de intensidad submáxima, genera una gran producción de calor y esta temperatura ayuda a disiparlo (Murakami M. y cols. 1976); (Nicholl T.K.y cols., 1978); (Irwin D.G.H. and Howell W., 1980).

#### **4.3. ENTRENAMIENTO. PRINCIPIOS.**

Un entrenamiento, consiste fundamentalmente, en tener un método mediante el cual preparamos a un animal para que realice un esfuerzo físico determinado. En este esfuerzo desarrollará toda su velocidad, técnica y/o resistencia, intentando, ya sea cubrir una distancia, corta (caballos de carrera, trote), largas (raids), salvar un obstáculo o cualquier otra actividad, sin demostrar cansancio ni llegar a la extenuación que pudiera poner en peligro su integridad física.

La finalidad de todos los métodos de entrenamiento es que el organismo vaya adaptándose de forma progresiva y fisiológica a realizar diferentes

ejercicios; pasando de los más suaves a los más enérgicos sin causar daño y, al mismo tiempo, desarrollando su velocidad y su resistencia a la fatiga y una mejora en las técnicas dependiendo de la actividad que desarrolla (Boffi, F. 2007) (Evans DL. 2000).

Para lograrlo, el entrenamiento debe ser la secuencia de ejercicios (microtraumas) que buscan una adaptación del organismo a un determinado nivel de esfuerzo.

Un entrenamiento efectivo conlleva la aparición de estrés físico; éste hace activar los sistemas biológicos del cuerpo (cardiovascular, muscular, etc.) que responden con cambios capaces de superar el siguiente ejercicio y en consecuencia el siguiente estrés.

Debemos tener muy en cuenta las características especiales de la musculatura esquelética de los caballos donde esta altamente desarrollada y adaptada para alcanzar el potencial atlético del animal y corresponde, en los caballos adultos, mas del 50 % del peso corporal, en contraposición a la mayoría de los mamíferos, en donde es del orden del 30 al 40% (Evans DL. 2000).

El tejido óseo posee dureza, resistencia y elasticidad, propiedades que hacen de él un tejido especialmente apto como armadura de sostén y de protección al recubrir estructuras y órganos vitales del organismo, como cerebro, medula espinal, corazón y pulmones, dando soporte interno a todo el cuerpo y proporcionando puntos de fijación a los tendones de los músculos necesario para el movimiento. (Hodgson DR., y cols.1986).

La dureza esta dada por la calcificación de los componentes extracelulares mientras que la elasticidad la aporta el material orgánico del tejido. Para el peso de un caballo y el aumento de su desarrollo muscular se requeriría una superficie de apoyo superior, pero en general el aumento de peso ( $dm^3=Kg.$ ) no va seguida de un desarrollo de la superficie donde se desarrolla la presión (articulaciones o cascos), que en el mejor de los casos lo hace al cuadrado ( $cm^2$ ). De ahí el importante numero de lesiones que se originan en estas zonas (Evans D.L. 2000).

Para conseguir un entrenamiento eficaz del sistema cardio-vascular o respiratorio, se debe someter al sistema músculo-esquelético a un sobreesfuerzo, sobre todo las articulaciones o zonas de proyección de las presiones y pesos (Evans D.L. 2000).

En los deportes humanos, hoy en día, los atletas se preparan sobre una base científica con serios y complejos estudios y análisis de sus organismos. En el curso de sus entrenamientos se realizan controles periódicos para conocer su estado físico e incluso psíquico a través de terapeutas especializados (Lopategui MA. 2000).

El mejoramiento de la capacidad cardio-vascular y muscular es un problema complejo que demanda un tiempo considerable. El desarrollo y mejoramiento de la tolerancia aeróbica está íntimamente vinculado al desarrollo de los sistemas circulatorio y respiratorio (Martínez R. 1989).

El desarrollo de estos sistemas no sólo tiene gran importancia para la tolerancia cardiorrespiratoria, sino que también ayuda notablemente a las otras cualidades. Para desarrollar y mejorar la tolerancia aeróbica o cardio-respiratoria nos valemos de cualquier esfuerzo sostenido, como la natación.

En veterinaria podemos contar con similares ayudas a las que existen para los deportistas humanos, pero el gran hándicap en contra es la falta de límite racional, condición exclusiva del hombre, que hace que sea quien determine el tope de su exigencia y que además no tiene a alguien que enérgicamente lo obligue (incluso fustigándolo) para que sobrepase ese límite.

Por éste motivo la percepción que debe desarrollar la persona que va a dirigir los ejercicios de un caballo, deben ser infinitamente mayores y se debe estar atento a cualquier indicio que nos pueda indicar si se lo esta obligando a traspasar ese límite (Corvalán C. 2000).

Los casos de sobreentrenamiento se pueden constatar a menudo y como no existen parámetros fisiológicos o bioquímicos para una detección precoz, debemos interpretar los cambios de conducta que a veces son indicativos de este sobreentrenamiento (Bruin G., y cols. 1994).

Una variación del tipo de entrenamiento hace que los caballos no caigan en la rutina diaria del trabajo en pista, la natación es una buena alternativa.

Una vez que el caballo ha pasado el periodo de entrenamiento primario o comienza un nuevo calendario deportivo debemos emplear el método elegido para llegar a un buen estado de forma física, concepto que hace referencia al grado de funcionalidad de los diversos sistemas corporales implicados en un esfuerzo físico. El estado de forma físico es el potencial

deportivo que un caballo de deporte puede desarrollar en un momento concreto y es uno de los determinantes principales del rendimiento en una competición (Evans DL. 2000); (Ivers T. 1983).

Los diferentes tipos de entrenamiento se han desarrollado en los deporte que ha venido practicando el atleta humano (Lopategui MA. 2000), y la clasificación de ellos con las correspondientes adaptaciones a los caballos son los que veremos a continuación (Evans DL. 2000); (Ivers T. 1983).

### ***Tipos de entrenamiento***

#### ***El entrenamiento básico***

Es el inicial por el que pasan todos los caballos en las primeras semanas o meses de todos los programas de entrenamiento, son ejercicios de intensidad reducida.

Las velocidades a las que se desarrollan son de 3 a 8 m/s (200-500 metros/minuto) que da lugar generalmente a ritmos cardíacos de menos de 180 ppm, y a poco o nada de acumulación del lactato en la sangre. Este entrenamiento básico puede implicar 5 minutos a varias horas de ejercicios de trote y/o canter, dependiendo de la aptitud del caballo, las condiciones ambientales, tiempo disponible, etc. Tal entrenamiento se diseña para mejorar la fuerza aeróbica, la capacidad de los miembros y para educar el caballo. En el caso de los PSI este periodo puede abarcar solamente de 4 a 5 semanas antes de pasar a otro tipo mas rápido, en Inglaterra es común que sea de dos meses. El ampliar a varios meses de este tipo de entrenamiento básico se recomienda para evitar lesiones en los miembros, mejorar la capacidad oxidativa de los músculos, mejorando en general la capacidad aeróbica máxima. (Hodgson DR. y Rose,RJ. 1987); (Evans DL. 2000); (Ivers T. 1983).

#### ***El entrenamiento intensivo***

Es la siguiente fase luego del entrenamiento básico y se realiza, por ejemplo, en caballos de carreras y en los de concurso completo que necesitan aumentos graduales en la velocidad de sus ejercicios.

Las velocidades que se utilizan son las superiores a las de 600 metros por minuto (de 10 a 11 m/s) que da lugar a la acumulación del lactato en la sangre. Esto implica que un cierto metabolismo anaerobio está en la resíntesis del ATP durante la competición o la carrera. Es probable que el

metabolismo anaerobio en una carrera de un caballo cuarto de milla provea la mayoría del ATP. En concurso completo sobre distancias de 1000 a 4000 m, el metabolismo anaerobio provee probablemente solamente 20-30% de la energía.

La medida del lactato en sangre después del ejercicio es el mejor método de supervisar la intensidad del ejercicio durante esta fase del entrenamiento. La intensidad apropiada es la que daría como resultado una concentración del lactato de la sangre de aproximadamente 4 a 8 mmol/L en los 3 a 5 min. después de ejercicio.

Como la distancia a repetir, la velocidad y la longitud del reposo son cruciales, deben ser ajustados a cada ejemplar. La labor del entrenador, en cuanto a la observación de la actitud de cada caballo como respuesta al entrenamiento, juega un papel decisivo.

En términos generales, distancias largas a velocidad submáxima, seguidos de cortos reposos, producen sólo capacidad de resistencia aeróbica; distancias cortas a velocidad máxima o supramáxima, con largos intervalos de reposo, producen mejoría en velocidad; distancias cortas y velocidades submáximas, con largos intervalos de descanso, resultan inútiles y por ultimo, distancias largas a velocidad máxima, con cortos descansos, deterioran en lo físico, pudiendo llevar a un sobreentrenamiento o una lesión (Evans DL. 2000), (Ivers T. 1983, 1994); (Eto D., y cols. 2003).

### ***El entrenamiento del Sprint***

Es aquel en que se realizan ejercicios a velocidades muy similares a las que se desarrollan en la competición (16 m/s).

Es la fase final del entrenamiento y se realizan sobre una distancia máxima de 800m ya que las concentraciones de LA en sangre que se recogen al finalizar el ejercicio sobre esta distancia son cercanas a las encontradas después de una carrera de distancia superior, lo que quiere decir que no es necesario desarrollar velocidades máximas por encima de esta distancia.

El LA de la sangre o el ritmo cardíaco después del ejercicio rápido o el entrenamiento del sprint, en los caballos tendrán ritmos cardíacos máximos (210-230 ppm), y altas concentraciones del LA de la sangre (15-25 mmol/L) (Evans DL. 2000); (Ivers T. 1983, 1994).

### ***El entrenamiento a intervalos o fraccionado. (Interval training)***

Es el sistema de entrenamiento en el cual se usan ejercicios múltiples intercalados con periodos de descanso para la recuperación parcial.

El entrenamiento fraccionado se basa en primer lugar porque existe un efecto metabólico sumatorio de los tramos practicados y porque durante los periodos de descanso relativo la máquina energética mantiene encendidos sus mecanismos de función muscular, facilitando la nueva respuesta en el trabajo. Por último la realización del trabajo muscular en un sólo tramo, origina tal lactacidemia que, inevitablemente, surge un mayor deterioro tisular.

Todos los entrenadores saben que cuando se repite un trabajo, especialmente si se trata de hacerlo a velocidad que desee el ejemplar, el tiempo empleado en el segundo tramo mejora. La explicación científica es simple, en el primer intento se activan tanto la bioquímica energética como los circuitos neuronales motrices; en el segundo, todo es más fácil. Estos ejercicios múltiples son normalmente del tipo de entrenamiento de sprint o sea de intensidad máxima en donde los caballos ejercitan con un ritmo cardíaco prácticamente máximo de más de 200 ppm.

El entrenamiento con intervalos puede aumentar el riesgo de lesión, por lo que es muy importante que la velocidad del ejercicio esté supervisada y sea la apropiada, y los períodos de la recuperación entre los sprint sean los adecuados. Los ritmos cardíacos durante la recuperación son normalmente de entre 110 a 120 ppm, no se debe repetir el ejercicio de velocidad si el ritmo cardíaco no baja rápidamente y lo ideal es que llegue al doble de su FC basal. La velocidad de partida (aceleración) de un caballo puede ser mejorada entrenando con múltiples sprints de 100 a 200 m. (Evans DL. 2000); (Ivers T. 1983, 1994); (Harkins JD., y cols. 1990).

***Entrenamiento de la especialidad*** (Skills development desarrollo de las habilidades)

Éste tipo de entrenamiento consiste en entrenar las técnicas que aumentan la capacidad del caballo para una determinada tarea. Por ejemplo, el entrenamiento especializado de un caballo de concurso de salto en donde las técnicas del salto son las que deben practicarse para que se consoliden en el entrenamiento de ese caballo en particular. Fundamentalmente es ejercitar una y otra vez la coordinación neuromuscular (Evans DL. 2000)

### ***La recuperación y el descanso.***

Los días de descanso los consideramos como parte importante dentro de un programa de entrenamiento ya que son días señalados para la recuperación después de una carrera o del entrenamiento duro. Permiten la restauración de los almacenes de energía (glucógeno) y la reparación de lesiones de menor importancia, deben ser dosificados de manera, que sin caer en un desentrenamiento, sean los necesarios para evitar el sobreentrenamiento.

En cuanto a la recuperación, después de un trabajo, la marcha hasta la vuelta a la normalidad de sus constantes fisiológicas es imprescindible; no puede guardarse en el box un ejemplar en circunstancias que se le puede ayudar en su recuperación, con el masaje natural de la simple marcha. Al respecto, nada supera a la natación en una piscina circular temperada (Evans DL. 2000); (Snow DH., y cols 1991)

### ***El entrenamiento de resistencia***

Es el entrenamiento en donde los ejercicios están orientados a que determinados grupos del músculo trabajen con una resistencia, como en el levantamiento de pesas. Un ejemplo es el de los caballos que caminan llevando grandes pesos. Para esto se pueden colocar pesas especiales de plomo en las extremidades o existen treadmill que llevan un accesorio que se amarra al arnés que rodea la cavidad torácica y que por medio de un motor ofrece una resistencia graduable, a esto se puede agregar la subida de pendiente que produciría una mayor dificultad y una consecuente fatiga (Evans DL. 2000); (Boffi, F., y cols., 2007); (Ivers T. 1983, 1994).

### ***El entrenamiento cruzado.***

Es realizar el entrenamiento usando un ejercicio que no es el específico a la actividad a la que se dedica un caballo, por ejemplo la natación que es el tema que nos convoca.

Los atletas realizan a menudo sesiones de ejercicio que no son específicas de sus disciplinas atléticas. Un ciclista puede nadar en una piscina una vez o dos veces por semana, esta práctica, llamada entrenamiento cruzado, tiene dos metas principales: primero, proporcionar el acondicionamiento del sistema cardiovascular (corazón y circulación); segundo, cambiar o eliminar la tensión de aquellas áreas del cuerpo que son utilizadas normalmente. Además se consigue algo muy beneficiosos para todos los

deportistas sean humanos o equinos, que es salir de la rutina diaria que termina por aburrir y cansar mas que cualquier ejercicio. La variación de la naturaleza de los entrenamientos mantiene al caballo interesado. (Lopategui MA., 2000).

Durante períodos de transición en un programa de entrenamiento, un atleta debe continuar ejercitándose; sin embargo, puede utilizar diferentes modos de ejercicio con diferentes patrones de activación muscular de los usados durante la competición y el entrenamiento normal. Esto ayuda a evitar las lesiones por un sobreentrenamiento a la vez que mantiene el nivel de actividad física.

No debemos relacionar el entrenamiento cruzado con una actividad que solo se realiza cuando hay una lesión de por medio, sino que debemos integrarla como parte de un sistema de entrenamiento normal que nos ayudara a progresar en cualquier disciplinas (Lopategui MA., 2000), (Boffi, F., 2007).

Los métodos de entrenamiento deben proporcionar el efecto de acondicionamiento deseado sin que las articulaciones, los huesos y los tendones se resientan.

Hay un índice muy alto de lesiones músculos esqueléticos en caballos deportivos. Se puede lanzar la hipótesis de que todas las lesiones son el resultado de un cambio adaptativo inadecuado en los tejidos, implicando que no se están adaptando bien a las nuevas fuerzas que deben soportar, o que existe una inadecuada reparación de las microlesiones que se han ido produciendo. Si con este entrenamiento cruzado podemos reducir este riesgo de lesión aunque sea en un pequeño porcentaje, habremos conseguido un logro muy importante (Bruin G. y cols., 1994), (Boffi, F. M., 2007), (Firth E.C.y cols, 2005), (Ivers T. 1983: 1994).

### ***Formas de realizar el entrenamiento cruzado.***

#### **Caminadores mecánicos**

Cada día se ve como clubes hípicas, hipódromos y yeguas están incorporando estos sistemas automáticos. Preparados para 6 o más caballos, de forma circular, funcionan en ambas direcciones. Aunque se usan para caminar y trotar, estas máquinas pueden llegar a funcionar a 30 Km. por hora permitiendo trabajos de galope a 8 m/s.

Los caballos se adaptan fácilmente y los accidentes son raros, aunque siempre se debe supervisar el trabajo. Al poder programar sesiones con cambio de sentido de la marcha (15 minutos/sesión) logramos organizar el ejercicio evitando tensiones indebidas en los miembros. La superficie donde ejercitan, normalmente está cubierta de arena con trocitos de geotextil, también las hay de caucho.

Algunos entrenadores utilizan los caminadores mecánicos para el calentamiento y las actividades de recuperación post ejercicio, otros como ejercicio ligero de resistencia. Además, se pueden utilizar para la rehabilitación de lesiones de menor importancia (Evans D.L. 2000); (Boffi, F.M. y cols., 2007); (Ivers T. 1983:1994).

### **Treadmills o cintas rodantes (ergométricas).**

El uso de los treadmills para entrenar caballos va en aumento en los últimos años. Existen diferentes modelos disponibles, que se distinguen por tamaño, velocidad (los hay de altas, aprox. de 60 km/h (16 m/s), elevación hidráulica, con ajustes de pendiente, hasta un 10°, cargas de peso, etc.

Aunque hay pocos estudios sobre el entrenamiento en treadmill, su uso para una parte de un programa de entrenamiento cruzado tiene varias ventajas. Uno, la cinta sobre la que se deslizan proporciona una superficie lisa, constante. Muchos modelos también tienen amortiguadores de choque debajo proporcionando una superficie "amortiguada".

Cuando las condiciones climáticas no lo permiten, el tener acceso a un treadmill en un recinto cubierto hace que no se interrumpa el entrenamiento de un caballo y éste se realice en las mejores condiciones. Otra ventaja es la capacidad de controlar la intensidad y la duración de una sesión de ejercicio.

Éste puede ser más intenso, controlando al caballo con un pulsómetro para medir la frecuencia cardíaca durante el ejercicio. Si la frecuencia cardíaca no supera los 140-160 ppm, la energía es proporcionada sobre todo por el metabolismo aerobio; si llegamos a los 200 ppm, el metabolismo anaerobio es considerable.

Por lo tanto, el entrenamiento se puede adaptar para acentuar el entrenamiento aerobio o anaerobio. La naturaleza del entrenamiento en el treadmill dependerá en gran parte de la disciplina atlética y de la etapa de

un caballo de su programa de entrenamiento. En general, los entrenamientos deben procurar una combinación del trabajo lento (entrenamiento aerobio) que consolida el esqueleto y mejora el estado general y de un trabajo más rápido (entrenamiento anaerobio).

Estudios realizados en treadmill a una intensidad submáxima han determinado respuestas al ejercicio, normales y similares a las de un entrenamiento normal en pista.

Además se puede detectar problemas de cojeras incipientes mientras el animal se está ejercitando o bien ver el grado de recuperación de una antigua lesión, ya que el ejercicio en treadmill es particularmente útil para el trabajo de rehabilitación para según que tipo de lesiones (Boffi, F. 2007), (Evans D.L. 2000); (Eto D. y cols. 2003), (Firth E.C, Rogers C.W. 2005); (Ivers T. 1983, 1994); (Persson S.G.B., 1997), (Kregel K. y cols. 2006).

### **Treadmill con agua**

Son los de más reciente aparición en el mercado. Estas máquinas, son una combinación de piscina y cinta rodante, un tanque de fibra de vidrio, con anchura de un treadmill normal, que se llena parcialmente de agua hasta la altura aproximada del codo del caballo. El suelo es la cinta rodante y de los lados pueden generarse chorros de agua.

Este treadmill se utiliza más para el trabajo de rehabilitación que para el entrenamiento, así que es más probable verlos en centros de entrenamiento que se especializan en la rehabilitación. El periodo de aclimatación para este ejercicio es similar al de un treadmill normal. Se pueden inyectar tranquilizantes para la primera vez a los caballos difíciles.

Como con la natación, la meta fundamental está en descargar el peso del esqueleto. La flotabilidad del agua, en efecto, reduce el peso corporal del caballo siendo menor la tensión en las estructuras de soporte de los miembros, articulaciones, tendones y ligamentos. En el caso de tendinitis, al existir algo de carga de peso, es un estímulo para la fuerza elástica del tendón.

El programa de ejercicios debe proporcionar al tendón, una tensión suficiente que permita la reorganización de las fibras del colágeno durante la cicatrización, pero no debe ser tan vigorosa como para re-lesionarlo (Clayton H., 1991); (Nankervis K.L., Williams R.J. 2006).

## **La natación en Piscinas.**

Por último nos referiremos al tema que nos ocupa: la natación en piscinas, que fue el primer ejercicio que se considero como entrenamiento cruzado.

La natación de los caballos se puede llevar a cabo en aguas libre: un río, laguna o el mar o en una piscina especial para caballos.

Cómo debe ser una piscina para caballos.

Es necesaria una construcción especial de las piscinas de caballos; también existen requisitos especiales en filtración y características de seguridad. Existen diversas formas de piscinas, cada una tiene ventajas y desventajas. Son comunes las circulares con un tobogán de entrada tangencial. Los caballos pueden salir de ella sin tener que doblar si nadan en el sentido de las agujas del reloj.

Sin embargo, algunos caballos al nadar sólo en una dirección, pueden incrementar cojeras de las experimentadas en la pista. La desventaja de esta construcción es que debe realizarse un brusco giro después de que el animal entra en la piscina.

En piscinas circulares con un tobogán de entrada radial, los caballos deben hacer giros tanto a la entrada como a la salida. Algunas piscinas circulares tienen unos conductos de entrada y salida tangenciales, de este modo más caballos podían nadar en este tipo de piscina, ya que uno podría estar entrando mientras otro sale.

Las hay con una isla en el centro siendo una piscina circular, la persona que nada al caballo no tiene que caminar alrededor de la circunferencia y se puede llevar al caballo a dos riendas para mayor seguridad.

A continuación vemos diferentes tipos de piscinas.



**Foto 4.3.a.** Circular cubierta con una sola entrada y salida.



**Fotos 4.3.b.** Al aire libre. Circular con una entrada central.



**Fotos 4.3.c.** La de más reciente construcción. (2008, Pcia B. Aires, Argentina)



**Fotos 4.3.b.** Con canal y círculo adyacente.

Las Piscinas de Canal eran bastantes comunes y pueden ser útiles para el nadar estacionario. Pero para la Natación libre, son mejores las de forma circular u ovoide con conductos de entrada y salida e isla central.

Una piscina para caballos debe tener un mínimo de 2,10 metros de profundidad, no es conveniente que sea demasiado profunda por el peligro de que los caballos se den la vuelta sobre si mismos.

El corral de entrada y los canales son características importantes de una piscina de caballo. El corral de entrada debe ser de construcción fuerte y sólida. Unos tubos unidireccionales en ranuras horizontales a los lados del corral de entrada puede usarse para impulsar a deslizarse a un caballo renuente hacia abajo del pasillo de entrada. Este método es preferible a obligar a un caballo para entrar por la fuerza y el azote, etc., porque una lesión puede ocurrir en un salto posterior, por no mencionar el miedo al nadar.

El corral de entrada debe ser lo suficientemente largo (alrededor de 3m) para que un caballo pueda permanecer en pie seco, pero limitar lo suficiente para no dejarlo volverse. Las paredes de los lados deben ser al menos de 1,50 m de altura, quedando a 0,90m cerca del final del canal inclinado. Estas paredes deben estar recubiertas con un material para evitar golpes como el dacron-vinilo.

La pendiente debe ser de aproximadamente un 20 ° en el canal de entrada. Un canal inclinado de aproximadamente 7 m. cayendo a 2,40 m. de profundidad nos proporciona una pendiente de 20 °. Una alfombra de goma debería abarcar el canal de entrada. Pueden ocurrir lesiones en los menudillos si los bordes son altos. Peldaños perpendiculares harán que los miembros se deslicen menos tanto al entrar como al salir.

Los caballos cuando nadan deben mantenerse lejos el borde de la piscina, para prevenir lesiones de los miembros. Esto se puede lograr con una repisa-calzada sobresaliente, o usando un palo rígido a la cabezada para sostener el animal lejos del borde de la piscina.

Se recomienda el acolchado en la repisa, especialmente cerca de la rampa de la entrada. La calzada alrededor de la piscina debe tener por lo menos tres pies de ancho para la seguridad humana y un mejor control en situaciones de emergencia (Swanstrom O.G., y Lindy M. 1973); (Irwin, D.H.O y Howell, O.W. 1980); (Davis M. 1993).

### **El ejercicio de la natación del caballo en la piscina.**

Conocemos en un concepto general que, tanto en los humanos como en los animales, el ejercicio de la natación ayuda a mejorar la aptitud general

y mejora el tono del músculo aumentando su masa, incrementando su resistencia y proporcionando un buen acondicionamiento cardiovascular y respiratorio. (Martínez R. 1989).

La natación, como entrenamiento, ha sido aceptada como una modalidad para mejorar el buen estado físico de los caballos. (Misumi K., y cols. 1994-95).

Los resultados de diversas investigaciones demostraron que el entrenamiento de natación en un determinado ritmo libre, tiene un efecto positivo, ya que se han evaluado los cambios en las medidas de rendimiento, la composición del músculo esquelético y la función respiratoria, observando un incremento en la resistencia y un buen acondicionamiento cardiovascular (Swanstrom O.G., y Lindy M. 1973); (Irwin, D H O; Howell, O W.1980); (Misumi K., et al. 1994-95).

Esto fue contrastado al encontrar una reducción en la concentración de lactato en sangre al realizar pruebas de esfuerzos, sobre un treadmill, a caballos entrenados con un componente de natación, lo que indica una mejora en la eficiencia metabólica del músculo (Misumi K., y cols. 1994-95); (Davis M. 1993).

Incluso se comparó el potencial de alterar las dimensiones cardíacas y la tolerancia al ejercicio, entre caballos entrenados solo en pista y aquellos que también nadaban, no encontrándose diferencias apreciables entre ambos (Davie A, y cols. 2008).

Hemos visto que el ejercicio de la natación es de carácter aeróbico y de una intensidad submáxima y podemos utilizarlo como un complemento ideal para el entrenamiento de un caballo. Sabemos que para ganar resistencia en velocidad (es decir mejorar su capacidad anaeróbica), es necesario primero incrementar su capacidad aeróbica; es decir, por la eficiencia de su metabolismo aeróbico, se va a recurrir en menor tiempo al lactacidémico y fatigante sistema anaeróbico (Misumi K., y cols. 1994-95); (Swanstrom O.G., y cols Lindy M. 1973); (Irwin, D H O; Howell, O W.1980); (Hobo S.y cols 1998).

La dificultad en la respiración durante la natación es probablemente debido a la presión aplicada al pecho y al abdomen del caballo por el agua y el hecho de que el caballo no tiene el ritmo del cuerpo y los movimientos abdominales que sirven para ayudar al proceso de respiración durante el entrenamiento normal en la tierra (Hobo y cols. 1998). Como tal, el caballo

tiene que confiar en los músculos respiratorios y puede ser que la natación sea una buena manera de entrenar estos grupos del músculo. El corazón tiene que trabajar intensamente para resolver la demanda creciente de flujo sanguíneo de todos los músculos que están trabajando (Davis M., 1993); (Davie A, y cols. 2008).

Conocidas por tanto, estas ventajas, debemos saber como aplicarlas para que no sometamos a un ejercicio estresante al animal y que supere su capacidad de adaptación con el consiguiente efecto negativo sobre su evolución en el entrenamiento

La función crea el órgano y hay un sistema de adaptación y mejora de los diferentes sistemas orgánicos a los retos que se les plantean (entrenamiento) pero si se sobrepasan unos límites (que no están determinados y son distintos en cada individuo) en lugar de producirse el efecto deseado nos encontramos con un resultado negativo

La natación es una forma excelente de ejercicio porque la mayoría de los músculos usados normalmente en el movimiento están implicados, sin las tensiones causadas funcionando en la tierra dura. Los caballos no usan los mismos grupos musculares durante la natación que los que se emplean durante los ejercicios con apoyo. (Davis M. 1993); (Davie A, y cols. 2008);

En tierra, cada pisada crea una onda expansiva que viaja encima del miembro y es absorbida por los huesos, los tendones y las articulaciones. Mientras que estas tensiones son necesarias para mantenimiento de los tejidos sanos, si son severas, o repetitivas, estas ondas expansivas pueden dañar o debilitar realmente el miembro, particularmente uno normal o artrítico que se recupera de lesión o de una cirugía.

La natación permite resolver y consolidar los músculos mientras que evita esta conmoción potencialmente perjudicial. También, debido a la resistencia que opone el agua al movimiento, los músculos tienen que trabajar más difícilmente que si lo hiciesen en tierra (Hodgson D.R, y cols. 1986).

Sin embargo todos los programas de entrenamiento eficaces deben contener los elementos de la tensión a que el animal probablemente deba hacer frente en la competición (Misumi K., y cols. 1994-95.).

La natación en piscina a pesar de ser muy popular en los años 70 en EE.UU., hoy en día solo se utiliza en aquellos países donde los deportes

ecuestres tiene gran importancia condicionada a las pocas instalaciones que existen quizás debido al costo de inversión inicial que tiene la construcción de una piscina. (Swanstrom O.G., y cols. 1973); (Irwin, D.H.O., y cols 1980); (Misumi K., y cols. 1994-95).

### **El entrenamiento de la natación como método de rehabilitación**

Desde muy antiguo el agua es utilizada para la terapia como parte del entrenamiento y régimen físico de los caballos, esta puede variar desde regar con una manga sus extremidades, hasta la práctica de la natación. La natación es pasiva, ya que el moverse a través de la resistencia ejercida por el agua sin movimientos de impacto, lo que recurre a una mayor actividad cardiovascular lo que conlleva a desarrollar una buena capacidad pulmonar.

La flotabilidad que crea el agua, beneficia al caballo ya que reduce la fuerza ejercida en el cuerpo de éste (huesos, articulaciones, tendones y ligamentos). Cuanto mayor el nivel de agua, mayor es la presión ejercida en los tejidos, lo cual ayuda en la dispersión del fluido acumulado en inflamaciones de tendones y músculos (Swanstrom O.G., y cols. 1973); (Irwin, D H O., y cols. 1980); (Peralta M. 2006).

La rehabilitación en piscina de lesiones del aparato locomotor puede estar indicada por los veterinarios luego de la necesaria evaluación de su localización, grado y tipo y evolución. La natación es también un método excelente para el aumento de la movilidad articular después de lesiones o cirugías. La hidroterapia es una de las más viejas y no por eso menos efectiva, terapia de rehabilitación que se emplea en los caballos.

Podemos utilizar la natación en un programa de rehabilitación y para mantener la condición atlética durante una claudicación, debido a que no se descarga completamente el peso del esqueleto sobre el suelo. Un caballo que ha sufrido una operación por cólico (el agua mantiene su vientre flotando) puede ser ejercitado sin temor a sufrir eventraciones u otro tipo de complicaciones cuando el cirujano lo aconseje (Swanstrom O.G., y cols 1973); (Irwin, D H O., y cols 1980); (Davis M. 1993); (Peralta M. 2006).

Lo mismo que en traumatología, el reducir una fractura y colocar clavos o tornillos quirúrgicos y que el animal en los comienzos no tenga que ejercer

sobre ellos pesos y tracciones que normalmente se harían notar en una pista de entrenamiento, hará que el porcentaje de éxito de la intervención sea mayor con una vuelta a la competición más rápida (Davis M. 1993); (Peralta M. 2006).

En el ejercicio de la natación se trabajan poco los flexores superficial y profundo, lo mismo que el suspensor, por lo está indicado usar en la recuperación de caballos con lesiones en estos tendones, ejercicios natatorios (Murakami M., y cols 1976).

Ante cualquier inmovilización por lesión, el derrumbe del músculo comienza en el plazo de 3 días, la falta de uso produce un deterioro y una debilidad adicional que es importante prevenir con un ejercicio seguro. La clave para volver a entrenar a un caballo es comprender que la aptitud cardiovascular disminuye en grado significativo después de 4 a 6 semanas de reposo y que la resistencia ósea disminuye también en 12 semanas de reposo. (Swanstrom O.G., y cols. 1973); (Davis M. 1993); (Peralta M. 2006).

El regreso al entrenamiento provocara una notable mejoría de las medidas cardiacas en un lapso de 6 semanas y un aumento de la densidad mineral del hueso en 16,5 semanas y de las dimensiones de los tendones en 16 semanas. Se pueden necesitar un mínimo de 3 a 4 meses para restablecer la resistencia de los tejidos del sistema músculo-esquelético después de 2 o más meses de reposo absoluto. (Hodgson DR., y cols. 1986)

Un caballo que se rehabilita nadando tras una lesión, rápidamente gana condición corporal, no debemos caer en el error de volver al nivel de competencia que tenía antes de inmediato, procuremos volver de una manera progresiva y mediante ejercicios dentro de la disciplina que este practique.

Es necesario preparar al hueso en las áreas que serán estresadas, así se puede remodelar y fortalecer en preparación para la competencia (Swanstrom O.G., y cols 1973); (Irwin, D H O., y cols. 1980); (Peralta M. 2006); (Davis M. 1993).

La rehabilitación de la conducta por medio de la natación es muy beneficiosa, docilidad facilidad de manejo, cambio del trabajo rutinario son beneficios importantes en una rehabilitación "psiquica del caballo" (Swanstrom O.G., y cols. 1973); (Irwin, D H O., y cols. 1980); (Davis M. 1993); (Ivers T. 1983, 1994); (Peralta M. 2006).

### **Algunas patologías contraindicadas en la natación**

Mediante la observación de la forma de nadar de la mayoría de los caballos podemos extraer que en teoría algunas patologías podrían estar contraindicadas en la natación. Previamente debemos conocer muy bien el historial clínico del caballo que se enfrenta a un entrenamiento cruzado, nadando o va a rehabilitarse mediante este ejercicio.

Debemos evitar casos agudos de las patologías del tarso, babilla y problemas lumbares, ya que se exige mucho sobre todo la articulación lumbosacra, salvo que sean lesiones crónicas, en ese caso se los puede hacer nadar (Murakami M y cols. 1976); (Caudill A. 2005).

Otra contraindicación son los caballos que sufren de hemorragia pulmonar inducida por el ejercicio, EIPH, los que tiene desplazamiento dorsal del paladar blando o alguna otra enfermedad respiratoria.

El nadar da lugar a un aumento de la tensión arterial relativamente alta similar a las originadas con el galope en un ejercicio de máxima intensidad y algunos caballos han experimentado epistaxis después de un ejercicio de natación (Jones JH, y cols 2003); (Swanstrom O.G., y cols 1973); (Irwin, D.H.O. y cols.1980); (Davis M. 1993).

## 5. MATERIAL Y MÉTODO.

### 5.1. ANIMALES UTILIZADOS.

Para el presente estudio se han seleccionado un total de 15 caballos de aptitud de salto de obstáculos, con edades comprendidas entre los 6 y los 12 años y de un nivel medio a alto en sus exigencias deportivas. Once de ellos fueron machos y cuatro hembras, de razas: belga, silla francés, caballo de deporte Holandés (KWPN) y caballo de deporte español (CDE), montados a diario y en niveles similares de competición (Tabla 1)

A todos ellos se les realizó un examen general previo al estudio para constatar su buen estado de salud. El Comité Ético del Hospital UAX, aprobó el estudio a realizar. Los propietarios fueron informados y dieron su conformidad.

**Tabla 1.** Animales utilizados en el presente estudio

nº	edad	raza	sexo	peso	aptitud
1	8	Zangersheide	m	550	salto
2	8	CDE	m c	514	salto
3	11	KWPN	m c	500	salto
4	6	Belga	h	520	salto
5	12	Belga	m c	547	salto
6	7	Belga	m	518	salto
7	11	SF	m c	594	salto
8	10	Belga	m c	581	salto
9	6	CDE	h	510	salto
10	10	KWPN	h	534	salto
11	8	CDE	m	590	salto
12	12	SF	h	500	salto
13	14	SF	m	598	salto
14	11	Belga	m c	600	salto
15	10	SF	m c	520	salto

#### ***5.1.1. Selección de los animales. Criterios de inclusión y exclusión.***

Se seleccionaron 15 caballos sobre un total de 80 en función de la raza, edad, y actividad deportiva a las que estaban destinados.

Como criterio de inclusión en la investigación se consideraron aquellos individuos adultos, con un estado de entrenamiento adecuado en función de la historia clínica aportada por jinetes y entrenadores, y con un morfotipo común de caballo centroeuropeo dedicado al concurso de salto de obstáculos.

La población más homogénea resultó en 15 caballos de salto, que estaban compitiendo en pruebas de similar categoría, entre las del Ciclo Clásico de caballos Jóvenes a las del Nivel Internacional bajo y cuyos sistemas de entrenamiento y su rutina diaria eran similares.

Como criterio de exclusión se valoraron aquellos caballos en los que el examen veterinario previo a la realización del estudio proporcionó evidencias de patologías o alteraciones limitantes del rendimiento deportivo. Igualmente, la raza y la aptitud deportiva marcaron un factor limitante para la inclusión en el estudio.

Se excluyeron los caballos de raza Pura Sangre Inglés (PSI) debido a las diferencias existentes en el método de entrenamiento, los distintos niveles de competición y las distancias recorridas (entre 1000 y 1400 m, entre 1600 a 1800 m y desde 2200 a 2400 m). De la misma forma, se eliminaron los caballos de Pura Raza Española (PRE) dedicados a doma clásica o concursos morfológicos, cuyos regímenes de entrenamiento son muy dispares, y los caballos dedicados a competiciones de resistencia.

#### ***5.1.2. Régimen de alojamiento y mantenimiento de los animales.***

La mayoría de los caballos venían el día que tenían que nadar, regresando a su cuadra con lo que seguían haciendo su vida normal de entrenamiento, comidas, etc.

Solo dos caballos, por razones de distancia, al vivir en sitios alejados al HCV, se quedaron una semana en el hospital, en donde se les realizó las pruebas de acuerdo a los protocolos descritos.

A estos caballos se les intento seguir con el mismo régimen de actividades y rutinas diarias como las que realizaban en su cuadra, recibiendo la misma la comida que traían sus propietarios y supliendo los ejercicios montados por ejercicios en el caminador mecánico.

## 5.2. INSTRUMENTACIÓN Y APARATAJE.

Para el estudio fue necesaria la utilización de varios tipos de instrumentos para la medición de las diferentes variables y la utilización de las instalaciones y aparataje que posee el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad Alfonso X el Sabio.

### 5.2.1. Instrumentos para la medida de variables.

#### *Frecuencia Cardíaca.*

Para la medición de la frecuencia cardíaca los caballos fueron monitorizados mediante la colocación de un pulsómetro. Éste se colocó sostenido por una cincha semi-elástica alrededor del tórax del caballo a monitorizar. El reloj fue incorporado al lado izquierdo de la cincha a la altura de la articulación escápulo-humeral para facilitar su lectura directa.



Fotos 5.2.1.a. Colocación del cinchuelo con el polar.

Los registros se incorporaban a un archivo informático.

El pulsímetro usado fue de la marca POLAR EQUIN S810i que mide continuamente la frecuencia cardiaca del caballo por medio de un impulso eléctrico.

*Ficha técnica: Transmisión continua, sin cables, de la Frecuencia Cardiaca: Registro de la FC latido a latido, registro y transferencia a un PC en línea (vía interface IR-Data). Fecha y hora, duración total de la actividad, duración acumulada de las actividades, FC media y máxima.*

***Frecuencia respiratoria.***

Medida por observación directa de la región del flanco y /o ollares, durante 60 segundos.

***Lactacidemia.***

Se ha utilizado el analizador de lactato Lactate Scout, que utiliza tiras reactivas para el análisis del ácido láctico, utilizando un Biosensor enzimatico-amperométrico como elemento de medición. El intervalo de medición va desde 0,5 hasta 25,0 mmol/l y el volumen de sangre necesario es de 0,5 microlitos que necesita para su proceso analítico.





**Fotos 5.2.1.b..** Extracción de sangre de la v. yugular izquierda. Lactate scout

La sangre se extrae de la vena yugular (izquierda o derecha) con una jeringa y aguja de insulina (25G) para las pruebas de natación y mediante un catéter intravenoso de poliuretano de 14G en la vena yugular izquierda suturado a la piel, en la prueba del treadmill.

#### ***Temperatura rectal.***

Medida con un termómetro clínico digital. Marca Spaincare con apagado automático.



Se tomaron temperaturas basales con el caballo en reposo y luego de cada escalón de los diferentes ejercicios.

#### ***Ambientales.***

##### *Temperatura ambiente.*

La temperatura ambiente se midió con un termómetro de mercurio instalado en las instalaciones de la piscina.

### *Temperatura del agua.*

La temperatura del agua se midió con un termómetro de alcohol introducido en el agua de la piscina en la zona de mayor profundidad.

En la época invernal el sistema de climatización del agua de la piscina permitía controlar la temperatura en un rango de entre 20° a 22° C.

### **5.2.2. La piscina.**

Es de forma circular con una isla central, con un solo acceso y dos puentes de comunicación que se elevan por medio de sendos motores eléctricos con mando a distancia.

La piscina está construida en material de obra con acceso protegido por dos muros de concreto. El suelo es de gresite y la zona de acceso y salida está cubierta con goma para evitar que se escurran los caballos.

Tiene una depuradora con filtros especialmente adaptados para partículas grandes, dada las características de una piscina para caballos.

La mayoría de la materia orgánica que debe eliminarse procede de estiércol de caballos que defecan rutinariamente durante la natación.

El estiércol flotante debe quitarse con redes con mango largo. Pelos, piel, excreciones y excoriaciones y los desechos cuando no se escarban bien los cascotes constituyen más contaminación para la piscina. Ésta se limpia unas horas después de que el último caballo nada cada día. Un número de horas de espera permite asentar cualquier sedimento en el agua para quitar del piso de la piscina.

El pH del agua es controlado periódicamente colocando cloro dentro del sistema de filtración. El nivel de pH sugerido está entre 7.2 a 7.4. Los niveles de cloro oscilan de 2 a 4 ppm, pudiendo llegar a 10 ppm, por la mayoría de los operadores de piscina. Si el agua de la piscina es inadecuadamente clorada se observan dermatosis infecciosas; por otra parte, los niveles excesivos de cloro pueden causar dermatitis y conjuntivitis.

Un sistema de calentamiento del agua de hasta 25°C, nos permiten mantener durante la época fría una temperatura de 20-21 °C, ideal para nadar a los caballos.

Sus medidas son:

Entrada, 2 m de ancho que se prolonga durante 10 m, lugar donde se inicia la circunferencia; se ensancha a 3,60 m, llegando a los 4 m, zona de máxima anchura y profundidad.

Ancho de circunferencia 2,40 m, hasta los 2,60 m al juntarse con la entrada. Diámetro del círculo: 20 m.

La profundidad empieza de cero a 190 cm a los 10 m siguiendo toda la circunferencia a 210 cm.



**Foto 5.2.2.a.** Vista general



Foto 5.2.2.b. Entrada.



Foto 5.2.2.c. Salida.

### 5.2.3. El treadmill o cinta de alta velocidad.



Fig. 5.2.3.a. Treadmill Haico de la UAX



Foto 5.2.3.a. Treadmill en funcionamiento.

Se utilizó la cinta de alta velocidad para caballos Haico 5000, (Hospital clínico UAX), que posee un equipo, computarizado y programable para velocidades que van desde 0 a 60 Km/h (equivalente a 16,6 m/s). En el panel de control se controla el tiempo y las velocidades a que se desarrollan los diferentes ejercicios en el treadmill así como las distancias recorridas. La entrada y la salida están protegidas con goma en el suelo para evitar deslizamientos. Un Arnés de protección siempre colocado y conectado al mecanismo de paro nos transmite seguridad a la hora de un accidente.

### 5.3. METODOLOGÍA.

#### ***5.3.1 .Protocolo de trabajo treadmill-piscina.***

El estudio consta de una prueba en treadmill y tres pruebas en piscina que se realizan en días consecutivos o alternos. Se requieren un total de cinco días, cuatro para las pruebas mencionadas y uno previo de adaptación al treadmill y piscina.

La prueba de treadmill nos permite comprobar el grado de entrenamiento de cada caballo y sirve como modelo de referencia para el ejercicio realizado durante la natación.

##### 1er día: Acostumbramiento y estudio del comportamiento.

Se realiza un examen general para comprobar el estado del caballo. Se miden la frecuencia respiratoria, cardíaca, temperatura rectal, auscultación cardíaca, auscultación pulmonar y se completa con un examen de cojeras para eliminar cualquier individuo que pudiera padecer algún tipo de afección que le impidiera o alterara los resultados al realizar los ejercicios de este estudio.

Cada animal va a pasar caminando por el treadmill dos o tres veces, llevando puesto el arnés apropiado de seguridad, a continuación, si no se ha encontrado ninguna resistencia y el animal ha realizado las maniobras correctamente, se le coloca en el centro de la cinta, se ajusta el arnés de seguridad al treadmill y se pone en movimiento la cinta a un ritmo muy lento para enseñarle a caminar, durante unos minutos.

Si el caballo se adapta bien, poco a poco se puede ir aumentando la velocidad, practicando cambios de ritmos hasta que trote y luego galope.

Superada la fase del treadmill pasaremos a la de la piscina. Se debe hacer especial hincapié en la exploración de la piel y de la limpieza de los cascos para evitar contaminar el agua que luego será utilizada por otros caballos. No deben entrar a nadar caballos que hayan comido recientemente, se debe verificar que ha pasado un mínimo de 3 h desde la última comida.

Es un ejercicio que necesita de paciencia y cuidados, una mala lección podría acarrear un accidente o la negativa a entrar en la piscina de una manera voluntaria y normal. (Swanstrom O.G., y cols. 1973); (Irwin, D H O., y cols. 1980); (Misumi K., y cols 1994-95).

Es de suma importancia que sean dos personas las que guíen al caballo, una a cada lado con dos cuerdas largas atadas a la cabezada, que debe ser fuerte y estar bien sujeta, empleando hasta 3 cuerdas cuando una de ellas lleva atada a la cola. Se debe introducirlo muy despacio para que se vaya acostumbrando al contacto con el agua y su temperatura; hay caballos que saltan directamente dentro de la piscina (Irwin, D.H.O., y cols 1980); (Davis M., 1993).

Se debe mantener el nivel del agua a muy pocos centímetros del nivel del borde, esto permite bajar por medio de las cuerdas la cabeza del caballo mientras nada, permitiendo equilibrar al animal y así evitar que se hunda. Si el nivel del agua estuviera mucho mas abajo del nivel del suelo, entonces físicamente las personas que nadan al caballo no podrían bajar la cabeza del animal, ya que no llegarían al nivel del agua con las cuerdas.

Al salir por primera vez hay que intentar que lo haga lentamente, deteniéndolo en la salida de la rampa con el agua cubriendo sus extremidades y poco a poco sacarlo fuera de la piscina (Swanstrom O.G., y cols. 1973); (Irwin, D.H.O., y cols. 1980); (Misumi K., y cols. 1994-95).

Siempre antes de nadar debemos realizar un calentamiento de 10 minutos en un caminador o en un treadmill; inicio de la natación: introducir el caballo en la piscina haciéndole nadar una vuelta para que conozca.

Recuperación activa: a continuación sale de la piscina y camina en una recuperación activa; verificamos en esta fase la frecuencia cardiaca hasta que esté por debajo de 60 ppm y así poder volver al agua, si no es así, seguir caminando y controlar cada 5 min., hasta que baje a la indicada frecuencia cardiaca. Si el caballo tarda más de 15 min. en bajar a menos de 60 ppm, seguir caminando pero no se intentará nadar más ese día.

La toma de las constantes vitales (temperatura corporal, frecuencia cardiaca y respiratoria) se lleva a cabo, tanto en reposo, como antes y después de cada sesión (Swanstrom O.G., y cols. 1973); (Irwin, D.H.O., y cols. 1980); (Misumi K., y cols. 1994-95); (Davis M. 1993).

Solarium: al finalizar la recuperación colocamos al caballo debajo del solarium, de 10 a 20 min (dependiendo del largo del pelaje). La salida de este tipo de baños y posterior permanencia en un SOLARIUM producirán efectos terapéuticos muy beneficiosos para la salud del animal.

El calor aumenta la circulación periférica, reduce los espasmos musculares produciendo una consecuente relajación muscular, al mismo tiempo que efectuamos su secado (Davis M., 1993).



**Foto 5.3.1.a.** Solarium HCV-UAX.

Si el caballo presenta dificultad para nadar, se pone de costado o intenta darse la vuelta, no se debe insistir, son muy pocos los caballos a los que no se les puede hacer nadar pero no justifica arriesgar a que se produzca un accidente, lesión o incluso la muerte por realizar un ejercicio que en principio debería acarrear un beneficio.

La prueba en la piscina, requiere de mucha paciencia por parte del equipo, para evitar situaciones negativas con el caballo y en ningún momento provocar situaciones violentas.

2<sup>do</sup> día: Prueba en el treadmill.

Antes de empezar la prueba, se coloca un catéter intravenoso de poliuretano de 14G en la vena yugular izquierda suturado a la piel, se agrega un alargador de 100 cm heparinizado que nos permitirá hacer extracciones de sangre con el animal en movimiento.

A continuación se toman la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura rectal y una muestra de sangre para determinar el lactato plasmático basal. Como ya hemos visto anteriormente para poder determinar cuando un caballo trabaja en un régimen aeróbico o anaeróbico debemos realizar un test de medición del nivel de lactatos en sangre.

Se anota la temperatura ambiental en el termómetro de pared colocado en las inmediaciones del treadmill.

También se le coloca el pulsómetro para obtener las mediciones del ritmo cardíaco a intervalos de 5 segundos durante todo el tiempo que dura la prueba. La FC se muestra en la pantalla de un receptor de pulsera, semejante a un reloj, que se fija al cinchuelo alrededor del perímetro torácico del caballo. (foto 5.1)

El ejercicio se desarrolla como se describe a continuación (Tabla 2), extrayendo una muestra de sangre al final de cada etapa del ejercicio.

**Tabla 2.** Ejercicio en treadmill.

Numero del caballo:									
AIRE	Veloc. (m/s)	Distancia (m)	Dist. Total (m)	Tiempo	T° amb.	T° rectal	FC	FR	LA mmol /l
REPOSO									
PASO	1.6 m/s	960 m	960 m	10 min					
TROTE	3.5 m/s	1050 m	2010 m	5 min					
TROTE	5 m/s	900 m	2910 m	3 min					
TROTE	7.5 m/s	900 m	3810 m	2 min					
GALOPE	9 m/s	1080 m	4890 m	2 min					
RECU.10									
RECU.20									
RECU.30									

Primero son 10 min., al paso a una velocidad de 1,6m/s, le siguen 5 min. al trote lento a velocidad de 3,5 m/s, luego otros 3min. a un trote más rápido a velocidad de 5 m/s y a continuación otros 2 min., aumentando la velocidad a 7,5 m/s para intentar que rompa a galopar en el siguiente escalón de 9 m/s donde se lo deja galopando 2 minutos. Se toma debida nota de los metros recorridos en cada etapa.

Al finalizar el último escalón se procede a la recuperación activa del caballo durante 10-20 minutos al paso, tomando una muestra de sangre a los 2, 10, 20 y 30 min., post-ejercicio para controlar el descenso de las variables a los valores previos del reposo.

### 3er día. Prueba de natación (5 vueltas).

Se comienza tomando una muestra de sangre previa al ejercicio para determinación del lactato plasmático basal. Lo mismo se realiza con la toma de la frecuencia cardíaca, respiratoria, temperatura rectal y a continuación se registra la temperatura ambiente y la del agua.

Se coloca el pulsómetro alrededor del perímetro torácico y se introduce al caballo en la piscina, nadando 5 vueltas (100 m) a mano derecha. A la salida de la piscina, se toma una muestra de sangre para determinación de la lactacidemia.

Se realiza un recuperación activa caminando a la mano y se vuelve a controlar sus parámetro de lactato a los 10 min., hasta su completa recuperación, en intervalos de 10 min.

### 4to día. Prueba de natación (10 vueltas, 200 metros).

Se toman los parámetros basales de LA, FC, FR, TR, T<sup>a</sup> ambiente y T<sup>a</sup> del agua. El ejercicio se realizara en dos fases de 5 vueltas cada una con un intervalo de dos minutos entre cada una de ellas.

Se coloca el pulsómetro y se introduce al caballo en la piscina, nadando 5 vueltas (100 m) a mano derecha, se lo saca de la piscina, se toma una muestra de sangre para determinar el lactato en sangre, y a continuación el animal camina dos minutos. Nuevamente es introducido en el agua y debe nadar 5 vueltas (100 m) a mano izquierda.

Al final de las 10 vueltas, se toma una muestra de sangre para la determinación de la lactacidemia. Se realiza una recuperación activa y se vuelve a controlar su lactato a los 10 min., hasta su completa recuperación, en intervalos de 10 min.

### 5to día. Prueba de natación (15 vueltas, 300 metros).

El protocolo vuelve a indicar la rutina de la toma de valores basales. Todos los datos se inscriben en la tabla número 3.

Como en el ejercicio anterior se realizan dos fases con un intervalo de dos minutos de caminata a la mano. Se coloca el pulsómetro y se introduce al caballo en la piscina, nadando 8 vueltas (160 m) a mano derecha, y 7

vueltas (140 m) a mano izquierda. Entre estas dos fases, se toma una muestra de sangre para determinar el lactato en sangre.

Al final de las 15 vueltas, se toma otra muestra de sangre para la determinación de la lactacidemia. Se realiza una recuperación activa y se vuelve a controlar su lactato a los 10 min., hasta su completa recuperación, en intervalos de 10 min.

**Tabla 3.** Ejercicio de piscina.

Caballo	edad	Raza	Sexo	peso	Aptitud	
nº de vueltas	Tª amb.	Tª agua	TR	FC	FR	LA
basales						
5 vueltas						
10 vueltas						
15 vueltas						
recuperación						
10 min.						
20 min.						
30 min.						

Los parámetros comparados son.

FCb = Frecuencia cardiaca basal

FCb5V = Frecuencia cardiaca basal antes de 5 V

FCb10V = Frecuencia cardiaca basal antes de nadar 10 vueltas

FCb15V = Frecuencia cardiaca basal antes de nadar 15 vueltas.

PFC5v = Piscina Frecuencia Cardiaca después de nadar 5 vueltas.

PFC10v1 = Frecuencia Cardiaca después de nadar 10 vueltas (Primeras 5 vueltas)

PFC10v2 = Frecuencia Cardiaca después de nadar 10 vueltas (Segundas 5 vueltas)

PFC15V1 = Frecuencia Cardiaca después de nadar 15 V (1as -8 vueltas)

PFC15V2 = Frecuencia Cardiaca después de nadar 15 V (2das-7 vueltas)

PFC5vR10 = Frecuencia Cardiaca 5 vueltas a los 10 minutos de recuperación

PFC5vR20 = Frecuencia Cardiaca 5 vueltas a los 20 minutos de recuperación

PFC5vR30 = Frecuencia Cardiaca 5 vueltas a los 30 minutos de recuperación

PFC10VR10 = Frecuencia Cardiaca 10 vueltas a los 10 min. recuperación

PFC10VR20 = Frecuencia Cardiaca 10 V a los 20 min. recuperación

PFC10VR30 = Frecuencia Cardiaca 10 V a los 30 min. recuperación

PFC15VR10 = Frecuencia Cardiaca 15 vueltas a los 10 minutos de recuperación  
PFC15VR20 = Frecuencia Cardiaca 15 V a los 20 minutos de recuperación  
PFC15VR30 = Frecuencia Cardiaca 15 V a los 30 minutos de recuperación  
LAb = Lactato basal  
LAb5V = Lactato basal antes de nadar 5 vueltas  
LAb10V = Lactato basal antes de nadar 10 vueltas  
LAb15V = Lactato basal antes de nadar 15 vueltas  
PLA5v = Piscina Lactato después de nadar 5 vueltas  
PLA10V1= Lactato después de nadar 10 vueltas (Primeras 5 vueltas)  
PLA10V2= Lactato después de nadar 10 vueltas (Segundas 5 vueltas)  
PLA15V1 = Lactato después de nadar 15 V (Primeras 8 vueltas)  
PLA15v2 = Lactato después de nadar 15 V (Segundas 7 vueltas)  
PLA5vR10 = Lactato 5 vueltas después de 10 minutos de recuperación  
PLA5vR20 = Lactato 5 vueltas después de 20 minutos de recuperación  
PLA5vR30 = Lactato 5 vueltas después de 30 minutos de recuperación  
PLA10VR10 = Lactato 10v a los 10 minutos de recuperación.  
PLA10VR20 = Lactato 10v a los 20 min. de recuperación  
PLA15VR10 = Lactato 15 vueltas a los 10 min. recuperación  
PLA15VR20 = Lactato 15 vueltas a los 20 min. recuperación

### ***5.3.2. Estudio Estadístico.***

Para la realización del análisis estadístico se utilizó el programa de tratamiento estadístico SPSS® 17.0 (SPSS Inc. Chicago, USA).

Los resultados obtenidos se sometieron a un estudio estadístico descriptivo y se expresaron como media aritmética, corregida por una medida de dispersión, la desviación estándar.

Se determinó el tipo de distribución de los valores de las variables mediante el test de Shapiro-Wilks, específico para muestras menores de 50 datos.

Se evaluó el grado de relación entre 2 variables utilizando el test de correlación de Pearson. La medida de asociación para la variable cuantitativa se valoró mediante el coeficiente de correlación presentando su valor y su nivel de significación, parámetros que sirvieron para evaluar la bondad del ajuste.

La comparación entre los grupos se efectuó mediante test paramétricos, debido a que los resultados obtenidos en el test de normalidad, siendo la prueba T de Student y análisis de varianza ANOVA, para dos muestras relacionadas, la usada para analizar nuestros datos. En todos los casos, se consideró como significativo un valor de  $p < 0,05$ .

Se ha comparado para el mismo animal los parámetros de FC y LA, en reposo, considerados valores basales y después de nadar 5, 10 y 15 vueltas y la recuperación tras un reposo de 10, 20 y 30 minutos.

A su vez se comparó los resultados obtenidos en las pruebas de natación frente a los obtenidos en treadmill (cinta) basales y a los diferentes aires, paso, trote en diferentes velocidades y galope y en sus recuperaciones a los 2, 10, 20 y 30 minutos respectivamente.

## 6. RESULTADOS.

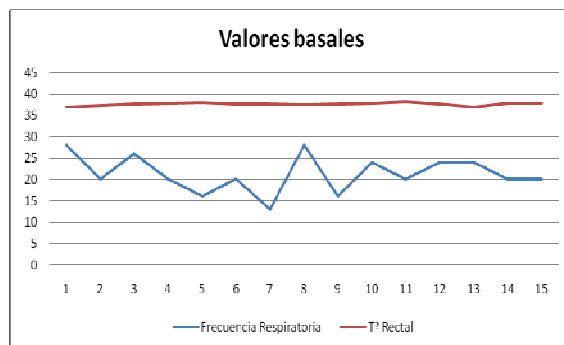
### 6.1. VALORES BASALES.

#### 6.1.1. Frecuencia respiratoria y temperatura corporal.

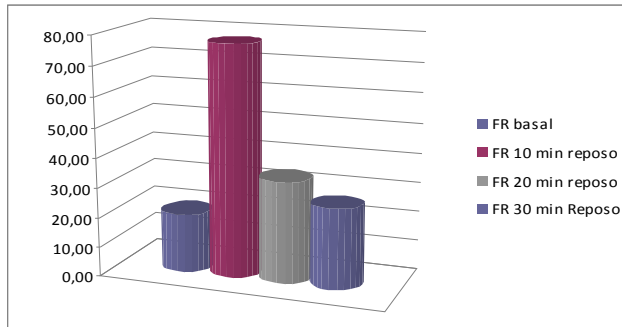
En primer lugar se exponen los Valores basales de la frecuencia respiratoria (FR) y la temperatura rectal basal (T<sup>o</sup>R) como datos obtenidos antes de cada ejercicio, en el treadmill y en la natación, antes de las 5, 10 y 15 vueltas.

**Tabla 4.** Frecuencia Respiratoria, Temperatura rectal basales y temperatura ambiente de la sala

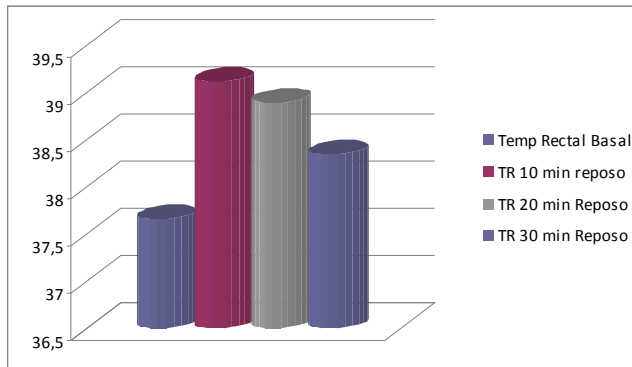
caballo nº	F Respiratoria	T <sup>a</sup> Rectal	T <sup>o</sup> ambiente
1	28	37	20
2	20	37.3	20
3	26	37.7	18
4	20	37.8	24
5	16	38	24
6	20	37.7	26
7	13	37.7	24
8	28	37.6	30
9	16	37.7	27
10	24	37.8	26
11	20	38.2	22
12	24	37.7	28
13	24	37	15
14	20	37.8	20
15	20	37.9	22
media	21.27	37.66	



**Gráfica 6.1.a.** Valores basales de Frecuencia Respiratoria y Temperatura rectal.



**Gráfica 6.1.b.** Frecuencia Respiratoria en Treadmill, basal y tras 10, 20 y 30 minutos de reposo.

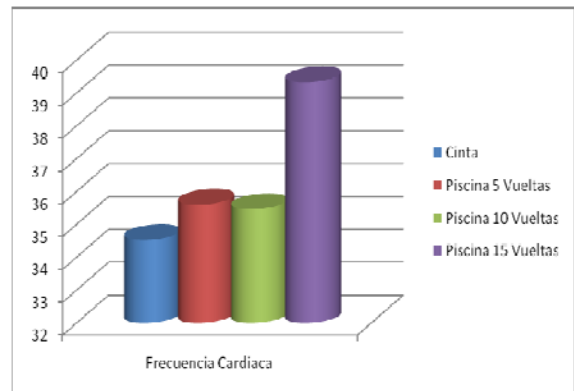


**Gráfica 6.1.c.** Temperatura rectal en Piscina, basal y tras 10, 20 y 30 minutos de reposo.

Los datos obtenidos y reflejados en la tabla 4 están dentro de los valores fisiológicos referidos en la literatura.

**6.1.2.- Frecuencia cardiaca.**

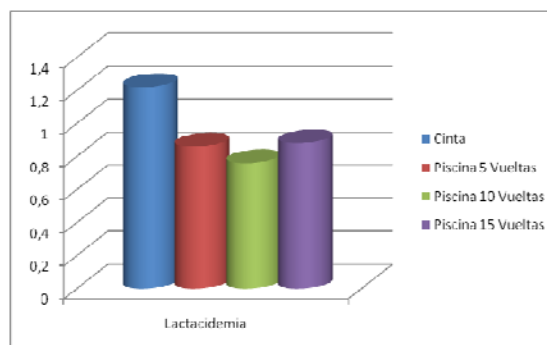
	Media	SD
Treadmill	34,53	5,88
Piscina 5V	35,60	7,22
Piscina 10v	35,47	9,75
Piscina 15V	39,33	9,09



**GRÁFICA 6.1.d.** Frecuencia Cardiaca basal en Treadmill y Piscina

### 6.1.3.- Lactacidemia.

	Media	SD
Treadmill	1,22	1,04
Piscina 5V	0,86	0,16
Piscina 10v	0,76	0,18
Piscina 15V	0,88	0,48



GRÁFICA 6.1.e. Lactato basal Treadmill y Piscina.

Los valores basales de la FC y de la Lactacidemia están dentro de los valores fisiológicos y no existen diferencias significativas entre si ni con los referidos en la literatura.

## 6.2. PARÁMETROS DE FC y LA, OBTENIDOS EN EL EJERCICIO SOBRE TREADMILL.

Los valores se expresan como media aritmética, corregida por una medida de dispersión (desviación estándar), para cada uno de los índices de funcionalidad.

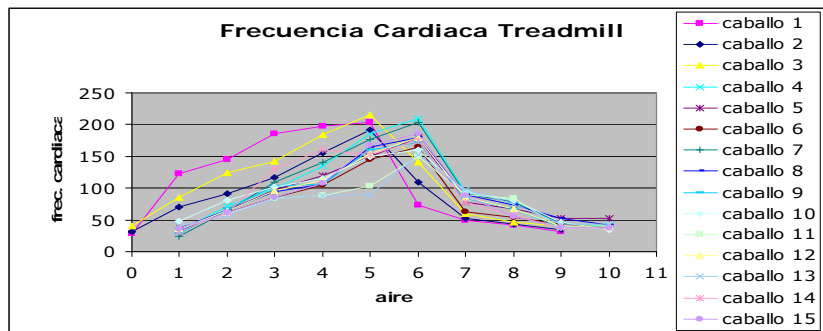
### 6.2.1. Frecuencia cardiaca

En la tabla 5, se presentan las frecuencias cardiacas de los distintos animales, durante y después de realizar los ejercicios en cinta rodante (treadmill), y su representación gráfica (grafica 6.2.a.).

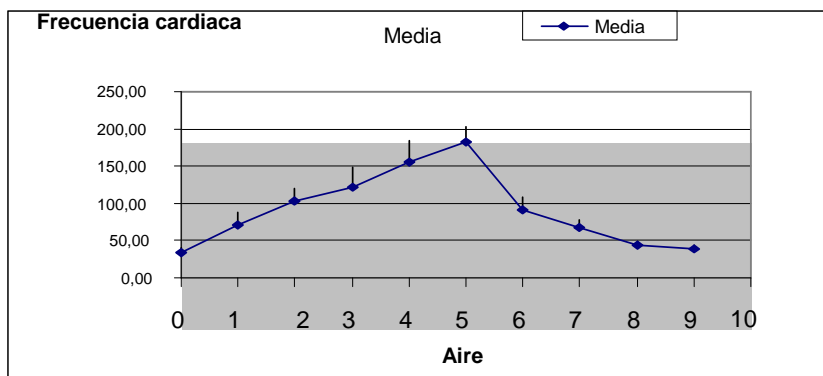
Como se puede observar, tan solo después de galopar hay 4 animales que superan las 200 ppm (pulsaciones por minuto), y el periodo de recuperación para volver a los valores basales se encuentra entre los 20 y 30 minutos.

**TABLA 5.** Frecuencia Cardíaca en el ejercicio sobre Treadmill

cab. nº	basal	paso	trote 1	trote 2	trote 3	galope	rec. 2	rec. 10	rec. 20	rec. 30
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	28	123	145	186	198	203	73	50	42	32
2	32	71	92	117	156	191	110	53	44	34
3	40	85	124	142	184	216	140	60	46	40
4	32	72	99	134	185	210	95	81	44	40
5	32	64	97	120	150	180	78	67	53	52
6	38	62	86	105	145	165	63	54	44	38
7	24	65	110	141	176	204	92	78	45	37
8	36	66	95	106	165	180	90	73	53	42
9	28	68	103	106	160	172	84	67	39	36
10	48	81	102	116	150	160	94	81	46	35
11	36	60	84	88	104	150	90	84	38	36
12	36	64	96	113	154	180	86	68	40	
13	40	57	84	88	90	153	98	75	44	
14	32	62	130	160	152	175	78	57	38	
15	36	62	86	108	168	186	89	56	38	
media	34.53	70.80	102.20	122.00	155.80	181.67	90.67	66.93	43.60	38.80
SD	5.88	16.32	18.05	26.59	28.41	20.28	17.65	11.42	4.79	4.78
mediana	36	65	97	116	156	180	90	67	44	37



**Gráfica 6.2.a.** Frecuencia cardíaca individual.



**Gráficas.6.2.b.** Frecuencia cardíaca media de los 15 caballos, 0=basal; 1=paso, 2=trote 1; 3=trote 2; 4=trote 3; 5=galope, 6= recuperación 2 min., 7=recup. 10 min.;8=recup. 20 min.; 9=recup. 30 min.

### 6.2.2. Lactacidemia.

En la tabla 6, se presentan los valores de lactacidemia de los distintos animales, durante y después de realizar los ejercicios en cinta rodante, y su representación gráfica (grafica 6.2.c y d.)

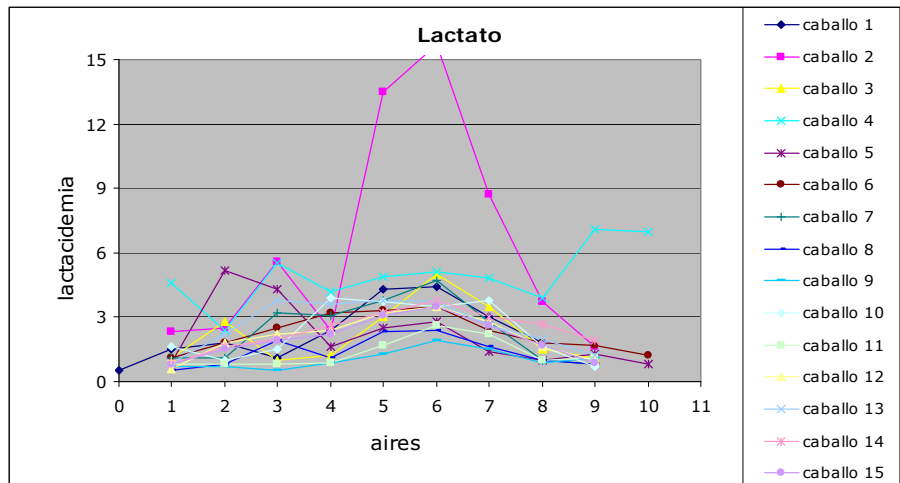
Como se puede observar, el caballo nº 4 presenta unos valores por encima de la media de los demás caballos, con datos basales fuera de los valores considerados fisiológicos, al igual que el caballo nº 2, que demuestra un comportamiento diferente al resto de los animales.

Como en el caso de la FC, el periodo de recuperación para volver a los valores basales se encuentra entre los 20 y 30 minutos.

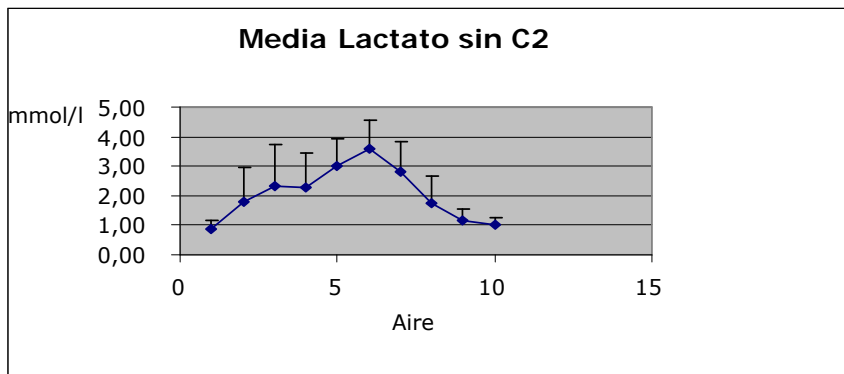
**TABLA 6.** Valores de Lactacidemia obtenidos en el ejercicio sobre Treadmill

LACTATO										
cab. nº	basal	paso	trote 1	trote 2	trote 3	galope	recup 2	recup 10	recup 20	recup 30
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.5	1.5	1.8	1.1	2.4	4.3	4.4	3	1.8	
2	2.3	2.5	5.6	2.4	13.5	15.7	8.7	3.7	1.6	
3	1.1	2.8	1	1.2	3	5	3.5	1.5	1.1	
4	4.6	2.4	5.5	4.2	4.9	5.1	4.8	3.9	7.1	7
5	0.9	5.2	4.3	1.6	2.5	2.8	1.4	1	1.3	0.8
6	1.1	1.8	2.5	3.2	3.3	3.5	2.4	1.8	1.7	1.2
7	1.1	1.1	3.2	3.1	3.8	4.7	2.8	1	0.8	
8	0.5	0.8	1.9	1.1	2.3	2.4	1.6	1	0.8	
9	0.7	0.7	0.5	0.9	1.3	1.9	1.5	0.9	1.1	
10	1.6	1	1.5	3.9	3.7	3.5	3.8	1.6	0.7	
11	0.8	0.8	0.8	0.9	1.7	2.6	2.2	1	1.1	
12	0.6	1.8	2.2	2.4	3.2	3.5	2.8	1.6	1	
13	0.9	2.2	3.8	3.6	3.8	3.7	2.6	2	1.2	
14	0.8	1.6	2	2.6	3.2	3.8	3	2.7	1.9	
15	0.8	1.5	1.9	2.2	3.1	3.5	2.6	1.7	0.9	
media	1.22	1.85	2.57	2.29	3.71	4.40	3.21	1.89	1.61	3.00
Sd	1.04	1.14	1.60	1.13	2.85	3.26	1.81	0.99	1.57	

Como en el caso de la FC, el periodo de recuperación para volver a los valores basales se encuentra entre los 20 y 30 minutos.



**Gráfica 6.2.c.** Valores de Lactacidemia de cada caballo; (0=basal; 1=paso; 2=trote1;3=trote2;4=trote3;5=galope;6=recup2min;7=recup10min;8=recup20min 9=recup30min.



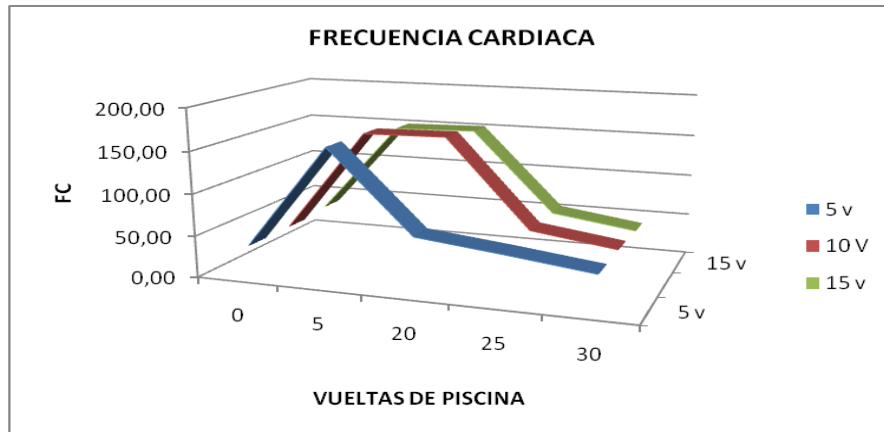
**Gráfica 6.2.d.** Valores de la media de los 15 caballos, excluido el nº 2.

### 6.3. PARAMETROS DE FRECUENCIA CARDÍACA Y LACTACIDEMIA OBTENIDOS EN EL EJERCICIO DE LA NATACIÓN.

#### 6.3.1. Frecuencia cardíaca

A continuación, se presentan las frecuencias cardíacas de los distintos animales, durante y después de realizar los ejercicios de natación y su representación gráfica (grafica 6.2.e.) obtenidos a continuación de nadar 5

vueltas (100 m), 10 vueltas, (200 m), realizados en dos etapas de 5 vueltas cada una y 15 vueltas, (300 m), realizados en dos etapas de 8 y 7 vueltas cada una, así como a diferentes tiempos de recuperación.



**Gráfica 6.2.e. Contempla los valores de FC en piscina, a las 5 v, 10v y 15 v.**

**Tabla 7.** Ejercicio de Piscina valores de la Frecuencia Cardíaca, basales, tras 5 vueltas y recuperación activa a los 10, 20 y 30 minutos.

caballo	basal	5 vueltas	10 min rec	20 min rec	30 min rec
nº	FC b.	PFC5v	PFC5vR10	PFC5vR20	PFC5vR30
1	28	134	44	37	36
2	36	146	43	34	34
3	40	191	71	60	48
4	28	145	71	65	44
5	34	185	68	63	56
6	38	185	94	63	56
7	28	105	40	31	30
8	36	161	60	48	38
9	24	176	92	60	40
10	50	127	80	93	55
11	48	151	40	42	40
12	36	126	44	40	38
13	40	188	86	68	28
14	32	206	64	44	38
15	36	159	66	53	2.6

**Tabla 8.** Ejercicio de Piscina valores de Frecuencia Cardiaca, basales, tras 5 primeras vueltas y 5 segundas vueltas y recuperación activa a los 10 y 20 minutos.

caballo	basal	10v 1ª 5v	10v 2ª 5v	10 min recu	20 min recu
nº	FC b.	PFC10V1	PFC10V2	PFC10VR10	PFC10VR20
1	24	131	145	48	32
2	40	155	148	56	44
3	42	181	195	88	32
4	32	189	181	73	63
5	24	176	179	43	36
6	28	185	178	67	50
7	26	96	111	32	34
8	36	145	146	74	40
9	24	175	176	64	44
10	60	165	152	50	40
11	40	137	144	40	40
12	40	133	132	44	38
13	44	176	182	64	60
14	36	178	184	48	40
15	36	158	153	60	42

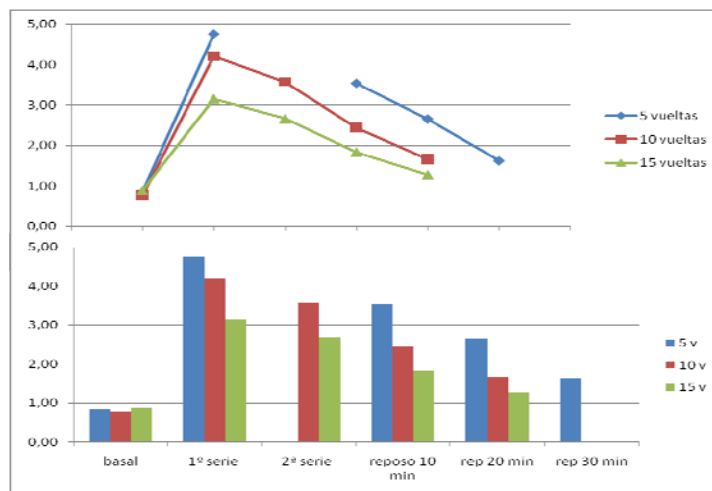
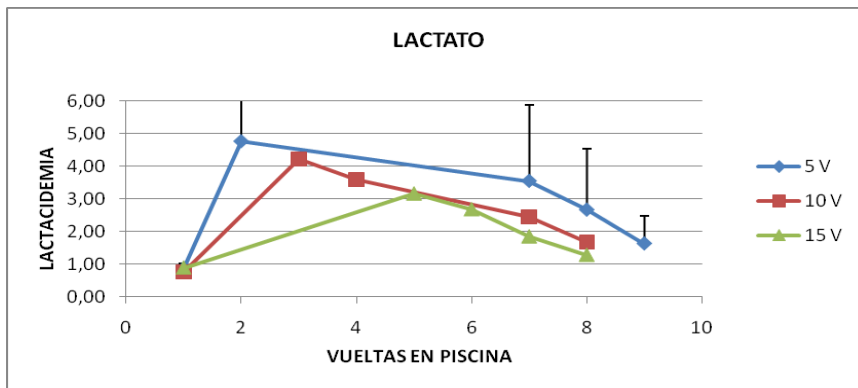
**Tabla 9.** Ejercicio de Piscina, valores de Frecuencia Cardiaca, tras 8 1ras vueltas y 7 2das vueltas y recuperación activa a los 10 y 20 minutos.. En estas últimas tablas no se anotaron los valores de recuperación de los 30 minutos al volver a sus valores basales en la medición anterior.

caballo	basal	15v 1ª 8v	15v 2ª 7v	10 min rec	20 min rec
nº	FC b.	PFC15V1	PFC15V2	PFC15VR10	PFC15VR20
1	28	92	107	24	28
2	44	125	123	48	44
3	52	181	174	64	40
4	36	190	167	70	49
5	38	162	170	54	32
6	36	150	167	50	50
7	28	135	153	47	32
8	32	149	125	79	43
9	28	152	164	70	38
10	60	134	145	64	40
11	48	131	136	48	44
12	40	147	139	48	40
13	42	170	178	56	46
14	40	180	181	48	40
15	38	150	152	50	40

### 6.3.2. Lactacidemia.

A continuación, se presentan los valores de lactacidemia de los distintos animales en las pruebas realizadas en la piscina.

Antes y después de realizar los ejercicios de natación y su representación gráfica (grafico 6.2.f.), Obtenidos a continuación de nadar 5 vueltas (100 m), 10 vueltas, (200 m), realizados en dos etapas de 5 vueltas cada una y 15 vueltas, (300 m), realizados en dos etapas de 8 y 7 vueltas cada una, así como en los diferentes tiempos de recuperación de 10, 20 y 30 min.



Gráfica 6.3.c. 1=Basal; 2= 1ª serie (5-8 v); 3=2ª serie (5-7 v); 4=Reposo10min; 5=reposo20min; 6= reposo30min

La tabla 12 presenta basales, los de nadar 15 vueltas, (300 m), en dos etapas de 8 y 7 vueltas cada una y los de recuperación.

**Tabla 10.** Ejercicio de Piscina. Valores de Lactato, basales y tras 5 vueltas y recuperación activa a los 10, 20 y 30 minutos.

caballo	basal	5 vueltas	10 min recu	20 min rec	30 min rec
nº	LA b.	PLA5V	PLA5vR10	PLA5vR20	PLA5vR30
1	0.8	2.0	2.1	2.3	1.0
2	1.1	2.1	0.7	0.7	0.7
3	0.9	7.5	6.0	4.0	2.9
4	0.7	6.3	5.1	4.0	3.1
5	0.9	4.1	1.9	1.1	1.1
6	1.1	9.3	7.6	5.8	3.0
7	0.9	2.4	2.2	2.5	1.1
8	1.0	5.5	2.4	1.3	1.1
9	0.6	5.8	3.0	2.1	1.7
10	0.9	4.9	3.1	2.1	1.1
11	0.9	3.5	2.4	1.4	0.9
12	0.6	1.1	1.2	0.9	0.7
13	1.0	7.7	8.8	7.3	2.6
14	0.7	4.4	3.1	1.8	0.9
15	0.8	4.7	3.5	2.6	1.5

**Tabla 11.** Ejercicio de Piscina. Valores de Lactato, basales y tras 5 1ras vueltas y 5 2das vueltas y recuperación activa a los 10 y 20 minutos.

caballo	basal	10v 1ª 5v	10 v 2ª 5v	10 min rec	20 min rec
nº	LA b.	PLA10V1	PLA10V2	PLA10VR10	PLA10VR20
1	0.6	5.8	3.4	2.4	2.3
2	0.6	2.5	1.5	0.8	0.6
3	0.9	6.7	5.7	4.6	1.8
4	1.1	5.1	3.3	2.5	1.6
5	0.7	4.0	3.1	1.4	0.9
6	1.1	10.2	7.9	4.6	2.6
7	0.5	0.9	0.9	0.5	0.5
8	0.8	2.2	2.6	1.2	1.0
9	0.7	3.5	3.1	1.7	1.5
10	0.8	3.5	3.8	2.7	2.0
11	0.6	1.5	1.4	1.3	1.1
12	0.8	1.2	0.7	1.1	0.9
13	0.8	7.5	8.6	7.4	5.1
14	0.6	4.3	4.2	2.0	1.5
15	0.8	4.2	3.5	2.4	1.6

**Tabla 12.** Ejercicio de piscina. Valores de Lactato, basales y tras 8 primeras vueltas y 7 segundas vueltas y recuperación activa a los 10 y 20 minutos. En las tablas de 10 V y 15V no se anotaron los valores de recuperación de los 30 minutos, al volver a sus valores basales en la medición anterior.

caballo	basal	15v 1ª 8v	15v 2ª 7v	10 min rec	20 min rec
nº	LA b.	PLA15V1	PLA15V2	PLA15VR10	PLA15VR20
1	0.8	5.7	5.3	3.6	3.4
2	2.5	2.3	2.1	1.9	0.8
3	0.7	4.5	3.6	2.5	1.4
4	0.8	3.9	4.1	2.3	1.5
5	1.0	3.2	2.1	1.1	0.9
6	1.1	7.1	5.2	2.8	1.8
7	0.6	1.1	0.7	0.6	0.6
8	0.7	1.6	1.1	0.7	0.8
9	1.0	2.1	1.9	1.2	1.1
10	0.8	2.1	1.8	1.4	1.1
11	0.7	0.9	0.9	0.9	0.7
12	0.6	1.0	0.8	1.1	0.9
13	0.8	5.5	5.2	4.7	2.1
14	0.5	3.3	2.7	1.0	0.8
15	0.6	3.1	2.6	1.8	1.2

#### 6.4. ESTUDIO DE CORRELACIÓN

En las tablas 13 y 14 se compendian los valores del grado de correlación y significación (entre paréntesis) de los diferentes pares de frecuencia cardiaca tras el ejercicio en piscina y sobre la cinta rodante. Los datos en rojo muestran valores estadísticamente significativos. ( $p < 0,05$ ) En el anexo 11.7. se puede observar las tablas completas de este estudio.

**Tabla 13.** Frecuencia cardiaca Correlación / Significación

Cinta / Piscina	PFC b5v	PFC 5V	PFC5v R10	PFC5v R20	PFC5v R30	PFC B10V	PFC 10V1	PFC 10V2	PFC 10VR10	PFC 10VR20	PFC B15V	PFC 15V1	PFC 15V2	PFC 15VR10	PFC 15VR20
FCb	0,854 (.000)	0,184 -0,511	0,411 -0,128	0,709 -0,003	0,454 -0,089	0,843 0	0,411 -0,128	0,283 -0,307	0,346 -0,207	0,175 -0,533	0,825 0	0,198 -0,48	0,141 -0,616	0,325 -0,237	0,475 -0,074
FCpaso	-0,183 -0,515	-0,279 -0,314	-0,213 -0,446	-0,07 -0,804	0,038 -0,894	-0,107 -0,705	-0,167 -0,553	-0,077 -0,785	0,057 -0,84	-0,393 -0,147	-0,078 8,782)	-0,525 -0,44	-0,512 -0,051	-0,405 -0,134	-0,523 -0,045
FCtrote1	-0,4 -0,14	-0,005 -0,985	-0,217 -0,438	-0,234 -0,4	-0,082 -0,773	-0,225 -0,42	-0,132 -0,639	0,061 -0,829	-0,049 -0,863	-0,52 -0,47	-0,176 -0,531	-0,159 -0,57	-0,109 -0,698	-0,36 -0,187	-0,624 -0,013
FCtrote 2	-0,483 -0,068	-0,123 -0,663	-0,312 -0,257	-0,309 -0,262	-0,067 -0,813	-0,315 -0,254	-0,163 -0,562	-0,017 -0,952	-0,115 -0,684	-0,425 -0,114	-0,255 -0,359	-0,169 -0,547	-0,147 -0,6	-0,458 -0,086	-0,585 -0,022
FC trote3	-0,568 -0,027	-0,296 -0,283	-0,192 -0,494	-0,207 -0,459	0,114 -0,687	-0,368 -0,177	-0,141 -0,617	-0,116 -0,68	0,194 -0,487	-0,377 -0,166	-0,354 -0,195	-0,113 -0,688	-0,25 -0,37	-0,04 -0,886	-0,428 -0,112
FCgalope	-0,548 -0,034	-0,236 -0,397	-0,312 -0,258	-0,331 -0,229	-0,092 -0,744	-0,348 -0,204	-0,141 -0,616	-0,043 -0,879	0,257 -0,356	-0,251 -0,367	-0,287 -0,299	0,075 -0,791	-0,101 -0,722	-0,063 -0,824	-0,331 -0,227
FC Rep 2	0,259 -0,351	0,02 -0,944	-0,097 -0,73	0,065 -0,819	-0,134 -0,633	0,467 -0,079	0,087 -0,758	0,16 -0,569	0,47 -0,077	-0,082 -0,772	0,511 -0,051	0,29 -0,295	0,1 -0,723	0,341 -0,213	0,128 -0,649
FC Rep 10	0,306 -0,267	-0,342 -0,212	-0,015 -0,958	0,315 -0,253	-0,032 -0,911	0,33 -0,229	-0,163 -0,561	-0,208 -0,457	-0,172 -0,54	0,274 -0,323	0,229 -0,411	0,203 -0,467	0,116 -0,679	0,484 -0,068	0,193 -0,49
FC Rep 20	0,073 -0,795	0,031 -0,912	0,107 -0,704	0,262 -0,345	0,334 -0,223	-0,026 -0,926	0,07 -804	0,069 -0,808	0,218 -0,435	-0,085 -0,764	0,01 -0,972	0,098 -0,728	-0,03 -0,914	0,407 -0,132	-0,098 -0,728
FC Rep 30	0,017 -0,952	0,293 -0,289	0,248 -0,372	0,312 -0,257	0,412 -0,127	-0,221 -0,428	0,281 -0,311	0,312 -0,258	0,17 -0,544	0,085 -0,763	-0,036 -0,898	0,415 -0,124	0,349 -0,202	0,413 -0,126	-0,02 -0,944

**Tabla 14.** Lactato, grado de correlación y significación entre los Valores de lactacidemia tras el ejercicio en piscina (FC en 5V, 10 V, 15 V) y los valores de LA en treadmill. (En rojo los valores estadísticamente significativos  $p < 0,05$ ).

Cinta/Piscina	PLA b5v	PLA 5V	PLA R10	PFC R20	PLA R30	PLA B10V	PLA 10V1	PLA 10V2	PLA 10VR10	PLA 10VR20	PLA B15V	PLA 15V1	PLA 15V2	PLA 15VR10	PLA 15VR20
LAb	-0,021 -0,942	0,145 -0,606	0,133 -0,636	0,155 -0,582	0,421 -0,118	0,459 -0,085	0,078 -0,781	-0,043 -0,879	-0,007 -0,98	-0,071 -0,801	0,303 -0,272	0,078 -0,784	0,194 -0,489	0,108 -0,701	-0,033 -0,906
LApaso	0,165 -0,558	0,069 -0,807	0,071 -0,802	0,047 -0,867	0,178 -0,527	0,159 -0,57	0,254 -0,362	0,169 -0,548	0,136 -0,63	-0,003 -0,991	0,257 -0,356	0,293 -0,289	0,228 -0,414	0,176 -0,53	0,028 -0,922
LAtrote1	0,295 -0,286	-0,077 -0,785	0,024 -0,933	0,118 -0,676	0,139 -0,621	0,142 -0,614	0,051 -0,857	-0,018 -0,95	-0,009 -0,976	-0,007 -0,981	0,535 -0,04	0,143 -0,61	0,194 -0,488	0,213 -0,447	-0,022 -0,937
LAtrote 2	0,113 -0,688	0,232 -0,404	0,404 -0,135	0,47 -0,077	0,352 -0,199	0,406 -0,133	0,243 -0,384	0,298 -0,281	0,326 -0,235	0,337 -0,219	0,02 -0,945	0,214 -0,443	0,26 -0,35	0,255 -0,359	0,011 -0,969
LA trote3	0,421 -0,118	-0,241 -0,387	-0,199 -0,478	-0,132 -0,639	-0,123 -0,662	-0,098 -0,728	-0,1 -0,722	-0,161 -0,568	-0,138 -0,624	-0,172 -0,541	0,867 0	-0,041 -0,884	0,005 -0,986	0,105 -0,71	-0,148 -0,599
LAgalope	0,4 -0,14	-0,293 -0,29	-0,245 -0,38	-0,175 -0,534	-0,145 -0,607	-0,179 -0,524	-0,101 -0,721	-0,196 -0,484	-0,166 -0,554	-0,217 -0,437	0,867 0	-0,021 -0,94	0,025 -0,929	0,119 -0,672	-0,083 -0,77
LA Rep 2	0,25 -0,368	-0,302 -0,274	-0,209 -0,455	-0,128 -0,648	-0,085 -0,763	-0,079 -0,778	-0,038 -0,892	-0,174 -0,535	-0,112 -0,692	-0,127 -0,651	0,738 -0,002	0,061 -0,83	0,161 -0,566	0,23 -0,41	0,119 -0,674
LA Rep 10	-0,002 -0,995	-0,095 -0,737	0,041 -0,885	0,11 -0,697	0,157 -0,576	0,174 -0,535	0,24 -0,39	0,069 -0,808	0,082 -0,771	0,12 -0,671	0,44 -0,101	0,363 -0,184	0,496 -0,06	0,426 -0,113	0,376 -0,167
FC Rep 20	-0,251 -0,368	0,184 -0,512	0,203 -0,468	0,219 -0,432	0,483 -0,068	0,505 -0,055	0,21 -0,453	0,039 -0,891	0,043 -0,878	0,026 -0,928	0,035 -0,9	0,249 -0,371	0,373 -0,171	0,197 -0,481	0,19 -0,497
FC Rep 30	-0,836 -0,37	-0,031 -0,98	0,128 -0,918	0,191 -0,878	0,586 -0,602	0,549 -0,63	-0,294 -0,81	-0,416 -0,727	-0,121 -0,923	-0,044 -0,972	-0,924 -0,249	-0,292 -0,811	0,222 -0,858	0,287 -0,815	0,245 -0,842

## 6.5. ANÁLISIS DE VARIANZA.

En las tablas 15 y 16 se presenta un compendio de los valores obtenidos tras realizar un análisis de varianza con los resultados obtenidos tras el ejercicio en cinta y en piscina y su correspondiente valor de significación bilateral. En el anexo 11.8. se puede observar las tablas completas de este estudio. Los datos en rojo muestran valores estadísticamente significativos. ( $p < 0,05$ )

**Tabla 15.** FRECUENCIA CARDIACA. Compendio del análisis de varianza entre los valores de Frecuencia cardiaca en piscina y treadmill. Significación Bilateral

CINTA/ PISCINA	PFC b5v	PFC 5V	PFC R10	PFC R20	PFC R30	PFC B10V	PFC 10V1	PFC 10V2	PFC 10VR10	PFC 10VR20	PFC B15V	PFC 15V1	PFC 15V2	PFC 15VR10	PFC 15VR20
FCb	,292	,000	,000	,000	,005	,540	,000	,000	,000	,009	,004	,000	,000	,000	,002
FCpaso	,000	,000	,367	,014	,000	,000	,000	,000	,024	,000	,000	,000	,000	,025	,000
FCtrote1	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
FCtrote 2	,000	,004	,000	,000	,000	,000	,003	,001	,000	,000	,000	,016	,007	,000	,000
FC trote3	,000	,793	,000	,000	,000	,000	,791	,655	,000	,000	,000	,575	,725	,000	,000
FCgalope	,000	,042	,000	,000	,000	,000	,024	,021	,000	,000	,000	,001	,003	,000	,000
FC Rep 2	,000	,000	,002	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
FC Rep 10	,000	,000	,640	,007	,000	,000	,000	,000	,074	,000	,000	,000	,000	,002	,000
FC Rep 20	,002	,000	,001	,031	,335	,012	,000	,000	,004	,653	,129	,000	,000	,003	,152
FC Rep 30	,356	,000	,000	,002	,104	,471	,000	,000	,000	,096	,564	,000	,000	,000	,215

**Tabla 16** LACTACIDEMIA. Compendio del Análisis de varianza entre los valores de LA en sangre en piscina y treadmill. Significación Bilateral

Cinta/Piscina	PLA b5v	PLA 5V	PLA R10	PFC R20	PLA R30	PLA B10V	PLA 10V1	PLA 10V2	PLA 10VR10	PLA 10VR20	PLA B15V	PLA 15V1	PLA 15V2	PLA 15VR10	PLA 15VR20
LAB	0,209	0	0,002	0,015	0,227	0,089	0,001	0,003	0,042	0,294	0,212	0,003	0,007	0,126	0,875
LApaso	0,004	0,001	0,021	0,165	0,411	0,002	0,003	0,014	0,274	0,67	0,005	0,017	0,092	0,986	0,118
LAtrote1	0,001	0,012	0,199	0,878	0,039	0,001	0,049	0,188	0,843	0,097	0	0,331	0,843	0,133	0,013
LAtrote 2	0	0,001	0,041	0,411	0,029	0	0,011	0,044	0,758	0,083	0,001	0,111	0,41	0,231	0,01
LA trote3	0,001	0,343	0,87	0,278	0,017	0,001	0,642	0,898	0,192	0,028	0,001	0,548	0,24	0,028	0,008
LAgalope	0,001	0,767	0,466	0,117	0,007	0,001	0,866	0,477	0,078	0,012	0	0,226	0,085	0,01	0,003
LA Rep 2	0	0,097	0,696	0,458	0,008	0	0,245	0,656	0,293	0,019	0	0,944	0,372	0,015	0,001
LA Rep 10	0,001	0,001	0,023	0,164	0,307	0	0,003	0,019	0,31	0,543	0,001	0,015	0,054	0,862	0,028
FC Rep 20	0,095	0	0,01	0,08	0,897	0,044	0,002	0,015	0,192	0,905	0,104	0,013	0,037	0,615	0,432
FC Rep 30	0,423	0,296	0,522	0,801	0,759	0,403	0,389	0,617	0,949	0,596	0,432	0,576	0,729	0,675	0,499

## **7. DISCUSIÓN.**

### **7.1. MATERIAL BIOLÓGICO.**

El sistema de selección de los animales empleados en el presente estudio se basó en caballos dedicados a la misma disciplina, con una condición física similar y un grado de entrenamiento parecido.

De los 80 caballos que estuvieron nadando en la piscina del HCV de la Universidad Alfonso X el Sabio en el periodo en el que se realizó la investigación, hubo varias razas, ambos sexo y varias disciplinas ecuestres (doma clásica, concurso de salto de obstáculos, carreras, concurso completo de equitación).

La entrevista inicial con sus jinetes o entrenadores para averiguar el método de entrenamiento empleado nos llevó a poder elegir como estereotipo un caballo de salto de un nivel de forma física comprendido entre los que realizaban el Ciclo Clásico de Caballos Jóvenes hasta un nivel de Internacional bajo.

En fases posteriores de la investigación, y a medida que se vaya disponiendo de un número suficientemente amplio de caballos, con aptitudes diferentes o entrenamientos determinados, se podrán ir generando diferentes subpoblaciones, junto con datos que se puedan obtener de la bibliografía o de otros centros internacionales, que puedan ir realimentando el sistema de forma que con un sistema bayesiano, para estudios poblacionales, permitan ajustar de manera mas precisa y en función de las características de cada animal, las condiciones de trabajo en piscina lo mas individualizadas posible.

Es interesante comentar como, desde un número elevado de animales que nadan, solo de unos poco se puede obtener todos los datos necesarios, bien por que el propietario no consiente en que se le realicen todas las pruebas, o bien por otras causas que hacen que no se pueda disponer de todas las fases y al ser un estudio de muestras pareadas, no se puede hacer la comparación quedando sesgado el resultado.

No obstante, y a pesar de las dificultades, se ha podido disponer de un número de animales que resulta estadísticamente suficiente, si bien pertenecen como hemos mencionado a un tipo muy concreto de aptitud y entrenamiento. Por tanto los resultados obtenidos, no pretendemos

extrapolarlos a la población completa de caballos, sino a los que hacemos referencia en nuestro estudio.

Otra de las cuestiones importante fue seleccionar animales con un adecuado estado de salud, que no presentaran alteraciones cardiovasculares y/o respiratorias, que pudieran interferir en los resultados, por ello se realizo un análisis hematológico (*Anexo 11.2*) que permitiría descartar aquellos individuos cuyos parámetros no se encontraran dentro de los valores considerados estándar y fisiológicos en la literatura consultada, así como también un examen estándar de cojeras que eliminara aquellos con alteraciones en la locomoción. (Hodgson D.R., Rose, R.J. 1994); (Hinchcliff K.y cols. 2004).

## 7.2. MÉTODO.

En cuanto al método, debemos diferenciar por un lado, el ejercicio de la natación y por otro el del treadmill.

Al disponer en el Hospital de la Universidad Alfonso X, de un modelo de piscina circular nos daba la oportunidad de controlar el ejercicio de la natación de una manera continuada para las diferentes distancias que se desarrollaron, las condiciones ambientales como la temperatura del recinto al ser cerrado como la del agua con sistema de calentamiento en invierno, nos llevaron a tener condiciones similares en el curso del año y medio en que se realizó el trabajo.

Se escogieron las distancias de 100, 200 y 300 metros por considerarlas suficientes, según nuestra experiencia de haber nadado mas de 80 caballos en esta piscina y la bibliografía existente, para que nos dieran datos sobre la intensidad del esfuerzo, sin llegar a ser demasiado intenso que llegara a dejarlos exhaustos, al no tener el entrenamiento adecuado. (Murakami, M.y cols. 1976); (Nicholl T.K. y cols. 1978); (Irwin D.G.H. and Howell W. 1980). Lo mismo se tuvo en cuenta con la manera de introducirlos a la piscina y conducirlos dentro de ella.

En el ejercicio del treadmill se acudió también a la bibliografía existente, tomándose modelos de ejercicios de intensidad creciente ya contrastados. (Persson SGB. 1997 y 83); (Kevin C y cols. 2006).

Uno de los aspectos que siempre hemos tenido en cuenta a la hora de realizar las pruebas ha sido que lo animales fueran sometidos al menor estrés posible, tanto en su manejo mas básico como a la hora de

introducirlo en la piscina o subirlos a la cinta, ya que se ha descrito que el estrés puede producir cambios fisiológicos en las variables hematológicas y bioquímicas derivados de las modificaciones plasmáticas de cortisol y catecolamina (Irvine y Alexander, 1994).

El estrés se ha definido como un ajuste extremo en la fisiología del animal para hacer frente a los efectos adversos del ambiente o el manejo (Fraser et al., 1975).

Por tanto con objeto de disminuir el número de factores que pudieran suponer un estrés añadido a los animales, se procuró que siempre que fuera posible, los caballos no fueron hospitalizados en las instalaciones del HCV para evitar un cambio de rutina en su alojamiento y alimentación, de tal forma que ingresaban diariamente para realizar tanto la prueba en treadmill como de natación. De esta forma la medición de los parámetros sanguíneos realizados en el presente estudio se veía menos influenciada posible por el manejo diferente, siendo tan solo el transporte lo que podía alterarlos, si bien son animales acostumbrados a sufrir desplazamientos con asiduidad por lo que se podía considerar una rutina más.

Una vez definido el tipo de caballo que podíamos estudiar, debíamos seleccionar los parámetros que se podían considerar mas útiles e indicativos de los estados de forma y de reacción al estímulo del ejercicio.

En la revisión bibliográfica hemos encontrado datos procedentes de estudios aislados por diferentes autores sobre los parámetros que constatan los cambios que se producen durante los distintos tipos de ejercicio, pero al ser realizados en condiciones muy diferentes no se puede llegar a comparaciones válidas.

Los escasos estudios sobre la natación fueron realizados, casi todos, en caballos de Pura Raza Inglesa de carreras, en donde las diferentes aptitudes de ellos, caballos que entrenan para correr distancias cortas, otros que entrenan para largas distancias, con sistemas de entrenamientos variados, etc.; nos hace que cuestionemos si realmente estos parámetros son fidedignos al ser comparados entre si y con el de otros caballos.

Los parámetros a elegir, debían ser fácilmente mensurables y sobre todo fiables y representativos de los cambios que tienen lugar tras el ejercicio. Numerosos autores coinciden en que, estas condiciones se dan en dos parámetros bien establecidos como son: la frecuencia cardiaca FC y la concentración del lactato en sangre LA (Asheim A.y cols.1970); (Lindholm

y cols.1974); (Lawrence L M y cols. 1987); (Evans y cols. 1987); (Hinchcliff K.y cols. 2004).

En el presente estudio se han tenido en cuenta otros procesos como la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal, si bien los valores de la frecuencia respiratoria puedan estar un poco por encima de la media debido al estrés producido por encontrarse los caballos fuera de su hábitat normal. Guyton AC. (1991); Hinchcliff K., y col. (2008); Lekeux P y col. (1994).

Algunos autores consideran que son parámetros que podrían carecer de importancia a la hora de valorar los efectos de la natación (Asheim A.y cols.1970); (Murakami M y cols.1976), (Misumi K.y cols.1993 y 1995), pero en nuestro caso se decidió tomarlos porque en algún momento podrían darnos información adicional que explicara ciertas situaciones.

No obstante no se ha hecho sistemáticamente, como con los parámetros seleccionados de FC y LA, porque no se pretendía elegir un número muy alto de parámetros o índices que solo pueden contribuir a dispersar o enmascarar los resultados que se puedan derivar del estudio.

En cuanto al sistema de recogida de datos debíamos elegir métodos que no inflingieran un estrés añadido al caballo y que dadas las circunstancias particulares del caballo en el agua fueran obtenidos con exactitud.

La extracción de sangre, para la medición de los niveles de LA, en el caso del ejercicio en el treadmill, con la colocación de una vía fija a la yugular izquierda, posibilitaba la maniobra sin que el caballo se percatara de ella. El circuito era heparinizado (solución de heparina sódica 10 UI/ml en 500cc de suero fisiológico), lavando y evacuando la vía antes y después de la extracción.

En el caso de los caballos que nadaban, la extracción se realizaba con jeringuillas y agujas de aplicación de insulina que debido a su mínimo calibre (25G) no provocan ninguna reacción en el caballo.

La medición de la FC no supuso ningún inconveniente dado que el sistema de monitorización por medio de un pulsímetro, en nuestro caso usamos el POLAR EQUIN S810i, adaptado a un cinchuelo, resultó una vía sencilla para obtener los datos requeridos, tanto en el treadmill como en el ejercicio de la natación.

### 7.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

#### Comparación de parámetros:

Los datos basales obtenidos tanto de la FC como del LA en sangre, ya sea antes del ejercicio en treadmill como en el de piscina, no tienen diferencias estadísticamente significativas y además están dentro de los parámetros considerados normales, lo mismo que los de Frecuencia Respiratoria y Temperatura rectal, aunque luego no sirven para comparar los diferentes tipos de ejercicio. El hecho de que se aporte de unos valores basales iguales en todos los casos nos permiten hacer comparaciones válidas entre los resultados que se obtengan a continuación (si los valores basales hubieran sido diferentes las comparaciones no serían posibles entre ejercicios distintos)

Los resultados obtenidos, debemos puntualizar que coinciden con los que la bibliografía consultada dan por reales, así por ejemplo los valores de la FC corresponden a los que Murakami y cols publicaron en 1976, al igual que los valores de LA en los diferentes ejercicios coincidían con los informados por Asheim y cols. en 1970.

También coinciden con diferentes estudios de pruebas estandarizadas de tolerancia al ejercicio (Asheim y otros 1970, Lindholm y Saltin 1974, Miline y otros 1977, Miller y Lawrence 1987, Rodiek y otros 1987, Harris y Snow 1988, Evans y Rose 1988), realizadas mientras los caballos nadaban o entrenaban en pista, donde se midió la concentración del lactato en sangre inmediatamente después del ejercicio, mientras que el ritmo cardíaco máximo era medido durante el ejercicio; estas medidas se consideran como indicadores convenientes y fiables de la capacidad atlética de caballos.

Exactamente igual sucede con los estudios realizados por Misumi y cols en 1996 en donde verificaron las correlaciones positivas y los cambios en el lactato de la sangre y el ritmo cardíaco en caballos PSI durante la natación y el entrenamiento en pista según su etapa del entrenamiento.

Haciendo referencia a los datos obtenidos durante nuestro estudio podemos ver en primer lugar que no todos los caballos reaccionan de la misma manera frente a los tipos de ejercicios, así hay caballos que se muestran más nerviosos en la cinta como el caballo nº 1 que al paso sube a 123 ppm de FC, o los caballos nº 2 y 4 que alcanzan valores de lactacidemia no relacionados con el ejercicio, mientras que en el ejercicio

en piscina los caballos nº 6, 3, 13 y 14 disparan su FC y lactacidemia al entrar al agua (Ej. nº 6 = 206 ppm y >9 mm/L), y no así en cinta.

El estrés que sufren muchos de ellos las primeras veces que nadan resultan en unos valores altos en la primera medición y en algunos casos en la recuperación, tanto en la FC como en los valores del LA en sangre. (Irvine y Alexander, 1994).

### **7.3.1. Frecuencia cardiaca.**

En cuanto a los valores obtenidos tras el ejercicio, en primer lugar la FC en el treadmill siguen una progresión como corresponde al ejercicio sumativo que realizan y que se puede observar en la grafica 6.1.a., llegando 4 caballos a sobrepasar los 200 ppm al finalizar el galope.

Es importante destacar el carácter sumatorio del ejercicio en treadmill al ser de intensidad creciente, en donde el caballo no se detiene luego de realizar un trayecto a un aire determinado (paso, trote) sino que inmediatamente de consumido el tiempo determinado para ese aire se aumenta la intensidad/velocidad, cambiando a otro aire más ligero.

En el ejercicio en natación, al no ser sumativo los resultados son más estables y los valores medios de la FC están dentro de un intervalo entre los 149,9 a 160,4 Lat./min., indicadores de un ejercicio de intensidad submáximas, tal como hemos comentado, solo el caballo nº 14, sobrepasó los 200 (206) Lat./min. y fue en la primera prueba (5 vueltas de natación), por lo que se puede atribuir al estrés que le supuso la misma, este elevación del valor.

Hemos visto que en los Ejercicios de intensidad submáxima, la FC depende, entre otros factores, de la intensidad y duración del esfuerzo. (Evans DL. 1994) y diferenciábamos una actividades submáximas de corta duración, como un concurso de salto de obstáculos (CSO), o el segundo día de un concurso completo de equitación (CCE) y la natación libre. (Hobo S. 1998) de otras de mayor duración como el Raid.

Las FCs medias de un CSO tienen un valor de  $191,4 \pm 3,8$  ppm. y para un CCE oscilan entre 163,2 y 171,4 ppm., (White S. y cols. 1995); (Muñoz A. y cols. 1999) y las de un caballo nadando no supera, normalmente, los 200 ppm (Hobo S. y cols. 1998).

El ritmo cardíaco máximo de un caballo es generalmente menor en agua que en tierra, con valores del 60-70% de la FC max, equivalente a la FC durante el trote o un galope lento. (Asheim A. y cols. 1970); (Murakami M. y cols. 1976.); (Misumi H. y cols. 1994). Como se puede apreciar en el apartado de resultados, las FC en un trote intermedio (5 m/s) presenta una media de 122, subiendo a 155 en un trote rápido (7,5 m/s) o a 181 al galope (9 m/s), mientras que en piscina no supera las 160 ppm (en primera fase 159, 158 y 149; y en segunda fase 160 y 152 ppm), siendo por tanto equiparables al trote rápido. Esto queda reflejado en el estudio estadístico que indica la ausencia de diferencias estadísticamente significativas

Así pues, la intensidad de ejercicio submáximo comprendida entre 150 y 180 ppm puede obtenerse al realizar una sesión de natación con una distancia comprendida entre 100 y 300 m, o bien con un trote que alcance los 7.5 m/s en treadmill. Lógicamente puede no ser equiparable totalmente al mismo ejercicio de treadmill realizado en una pista, pues, factores como el tipo de suelo o ambientales pueden modificar esos valores de FC.

En cuanto a los valores de recuperación de FC (<60 ppm) podemos observar que se consiguen en cinta entre los 10min (66,93 ppm) y 20 minutos (43,6 ppm), mientras que en piscina a los a los 10 minutos obtenemos recuperaciones de 56 ppm después de 10 V y 54 ppm después de 15 v, mientras que en las 5 V se requieren 20 minutos (10 min. = 64 ppm), siendo por tanto equiparable el tiempo de recuperación en cinta con el ejercicio en piscina de 5 V, entre otros factores posiblemente porque se parte de una FC mayor consecuencia como ya hemos comentado de un mayor estrés y no del ejercicio. En cualquier caso la recuperación a los 30 minutos tras 5 V es similar a los 20 minutos en cinta y en piscina tras 10 V y 15 V, con valores alrededor de las 40 ppm, confirmando el estudio estadístico que la tensión que supone introducir la primera vez un caballo a nadar (5V) es responsable de ese incremento de frecuencia y consiguiente tiempo de recuperación y que las veces siguientes en que ha desaparecido esa tensión, los tiempos de recuperación son iguales en todos los ejercicios.

El tiempo requerido para la recuperación de la FC. NO TIENE relación directa con el tiempo que se ha nadado, (ya que tarda lo mismo en recuperarse 5 v que 10 o 15 V, si consideramos el 5v por estrés), por tanto el ejercicio de la natación se puede comparar con entrenamientos en pista de intensidad submáximas. (Asheim A. y cols. 1970); (Misumi, K. y cols. R. 1994); (Hobo S. y cols. 1998).

Recapitulando, la primera consecuencia que obtenemos es que hay correspondencias entre los valores de la FC (frecuencia Cardíaca) de los que nadan 5 vueltas (100m), 10 vueltas (200m) y 15 vueltas (300m), con el trote 3 (7,5 m/s, y un recorrido de 900m).

Vemos los valores de FC de los que nadan 5 vueltas su correspondencia con el trote 3, los que nadan las primeras 5 vueltas en la natación del ejercicio de las 10 vueltas, con el trote 3, los que nadan las segundas 5 vueltas del ejercicio de las 10 vueltas con el trote 3.; e igualmente sucede con el ejercicio de natación de 15 vueltas en donde vuelven a corresponder con el trote 3 los valores obtenidos en las primeras 8 vueltas y en las segundas 7 vueltas. VER **Anexo 11.8**.

La FC de la natación no tiene diferencias significativas en cuanto a intensidad, cuando se nada libremente sobre una distancia de 100, 200 y 300 metros con los valores de la FC a una velocidad de trote de 7,5 m/seg., recorrido de 900m, sobre un treadmill.

### **7.3.2. Lactacidemia.**

Los valores de Lactato en sangre están dentro de los valores fisiológicos normales, salvo el caballo nº 4 quien presenta unos valores por encima de la media de los demás caballos, con datos basales fuera de los valores considerados fisiológicos, es muy posible que este caballo hubiera tenido un mal viaje, ya que al venir el segundo día sus datos basales de LA fueron normales. También encontramos que el caballo nº 2, demuestra un comportamiento diferente al resto de los animales en el ejercicio del treadmill subiendo a valores de 13,5 y 15,7 al trote 3 y al galope que no concuerdas con la información aportada por su propietario del grado de entrenamiento que tenía en ese momento este caballo, nuevamente este caballo nos aporta datos similares a la media en el ejercicio de la natación.

Los niveles plasmáticos de LA no se incrementan de modo significativo sobre los valores basales, hasta una FC media de 158 lat/min. Esto indica que, un esfuerzo a 150 lat/min., debería ser realizado de un modo totalmente aerobio por la mayoría de los caballos. En definitiva, sabemos que V150 representa la capacidad aerobia del individuo. (Evans DL. 1994).

La zona metabólica comprendida entre los 2 y 4 mmol/l de LA se ha considerado como la transición aerobia-anaerobia, representando una ruptura en el metabolismo, con una participación cada vez más acentuada de los mecanismos no oxidativos.

Por encima de 4 mmol/l, indica que se ha producido un aumento en la intensidad del esfuerzo, con un incremento gradual de la lactacidemia, hasta el umbral anaerobio, que señala el momento en el que el LA comienza a acumularse de forma súbita y brusca.

Los valores de LA que se obtienen tras el ejercicio en treadmill (tabla 6) se mantienen en general por debajo de 4 a lo largo de toda la prueba, incrementándose progresivamente desde 2,57 al trote 1 (3,5 m/s) hasta 4,4 al final del galope (9m/s), teniendo en cuenta, como ya hemos dicho anteriormente que es un ejercicio sumativo. No obstante algunos caballos presentan datos paradójicos como el nº 5 que al comenzar a andar en la cinta tiene valores de 5,2 y a medida que se acostumbra a la misma, a pesar del incremento del ejercicio baja hasta aprox 2 mmol/L. o el nº 4 ya comentado que arroja concentraciones basales de 4,6 mmol/l e incluso se eleva a 7 en el periodo de recuperación. Tan solo el animal nº 2 alcanza valores de 13 y 15 tras el ejercicio de trote 3 y galope, pero recuperándose a los 10 min. Esto nos pone de manifiesto que no se debe al ejercicio sino a otros factores ya comentados, puesto que sus datos de FC no siguen un comportamiento paralelo a los niveles de lactacidemia.

Los valores de lactato sangre tomados durante el ejercicio de nadar y tras un precalentamiento parten de unos niveles basales  $>1$  y no superan valores medios de 5 mmol, si bien existen como siempre caballos que presentan comportamientos particulares como el nº 6 que ofrece concentraciones superiores a 9 mmol/l, Estos valores indican que no se realiza un ejercicio de intensidad máxima. (Asheim A.y Cols., 1970).

Como sucedía con la FC los niveles de lactacidemia tras 5V (primer contacto con la piscina) 4,75 mmol/L son superiores a los del resto de valores obtenidos con ejercicio superiores (10 V = 4,21 y 3,58 mmol/L 1ª y 2ª fase respectivamente) (15 V 3,16 y 2,67 mmol/L 1ª y 2ª fase respectivamente).

Una cuestión que llama poderosamente la atención y que se aprecia con claridad en el grafico 6.2.b., es que los niveles de lactato son superiores en la primeras pruebas y muestran una caída a medida que los animales se acostumbran a la piscina, a pesar del incremento del ejercicio, así vemos como las cinco primera vueltas (8 en el caso de la tercera prueba) son netamente superiores a las realizadas a continuación (5 v y 7 v ) presentando valores de 4,75, 4,21 y 3,16 (tras las 1ª fase de 10 v y 15 v) frente a valores de 3,58 y 2,67 (10V 2ª fase y 15 V 2º Fase, respectivamente).

Lógicamente el tiempo que tardan en descender hasta los valores próximos a los basales, están en relación con el valor alcanzado al finalizar el ejercicio (recuperación de 10 min.: 5V = 3,54; 10 V = 2,44 y 15 V = 1,84. Rec. 20 min. 5V = 2,66; 10V = 1,67 y 15 V = 1,27).

A diferencia de lo que sucedió con un ejercicio realizado en treadmill vemos que éste supuso una prueba de intensidad de ejercicio creciente, como lo demuestra el incremento en FC y lactacidemia encontrados en cada fase de la misma.

Estos valores en el 30 % de los caballos evaluados no llegan al umbral anaeróbico durante el ejercicio de 5 vueltas en piscina mientras que el 70 % lo sobrepasan, que son justamente los que más nerviosos entran y más agitados nadan, Estos porcentajes se modifican totalmente en las pruebas sucesivas (10 V 1ª fase solo el 33% supera los 5 milimoles y baja al 20% en 2ª fase y 15 V 1ª y 2ª ) (esto forma parte de la discusión de la influencia del estrés sobre la lactacidemia) además de entender que se produce un grado de entrenamiento al ejercicio de la natación, a pesar de que solo se ha desarrollado la prueba en tres días.

Los valores de lactacidemia post-ejercicio en 5 vueltas de natación (100metros) son similares a los encontrados en galope (9m/s, 1080 metros en los 2 minutos del ejercicio) en treadmill, aunque no existen diferencias significativas en el estudio de varianza a partir del trote 3 (7.5 m/s, 900 metros en los 2 minutos).

Los valores de lactacidemia post ejercicio en 10vueltas de natación tanto en la s primeras 5 vueltas como en las segundas 5 vueltas, son similares a los encontrados entre trote 3 y galope (7,5 y 9 m/s), a pesar de la inexistencia de diferencias significativas a partir de la primera fase de trote (3.5 m/s). Los valores post ejercicio en 15v de natación, son similares a los encontrados entre trote 2 y trote 3 (5 y 7.5 m/s), a pesar de la inexistencia de diferencias significativas incluso en los valores de lactacidemia de paso en treadmill. Ver **Anexo 11.8**.

En resumen en cuanto a los valores de lactato en sangre, no encontramos diferencias significativas entre los valores de la natación a las 5 vueltas, 10 vueltas en las dos fases y 15 vueltas en sus dos fases con el trote 3 (velocidad de 7,5 m/seg.) ni tampoco en las comparativas con el galope (9 m/seg.).

No obstante comprobamos el carácter aeróbico del ejercicio de la natación, así como su intensidad submáxima, determinados ambos aspectos por los datos de la FC y de los niveles de LA en sangre.

Si juntamos ambos datos aportados, podríamos llegar a la conclusión, que un ejercicio de natación libre de 200 a 300 metros pueden llegar a equipararse a 900 a 1000 metros de trote ligero, a una velocidad de 7,5 metros por segundo o a un galope suave a una velocidad de 9 m/segundo.

## 8. CONCLUSIONES.

1.- Los valores de lactato en sangre del treinta por ciento de los caballos evaluados no llegan al umbral anaeróbico durante el ejercicio de 5 vueltas en piscina; la otra mitad que lo sobrepasa ampliamente se puede atribuir al estrés, más que al ejercicio, como se puede comprobar en las pruebas sucesivas.

2.- La mayoría de los caballos, (70%) tienen unos valores de lactato en sangre mayores el primer día de natación que los siguientes días, con medias de 4,2., 3,5., después de 10 vueltas (5 + 5) y 3,1.y 2,6. mmol/l. después de 15 vueltas (8 +7) en sus dos fases respectivamente, por lo que se puede atribuir los altos valores al estrés y no al ejercicio, ya que la disminución se relaciona con la adaptación al medio y la adquisición de un cierto grado de entrenamiento.

3.- Los valores basales de lactato en la fase de recuperación, se alcanzan a los 30 minutos, aunque ya a los 20 minutos se aprecia valores muy próximos a ellos.

4.- La frecuencia cardiaca en la mayoría de los caballos (solo uno C14, dio un valor de 206 lat/min.), tras el ejercicio en piscina no supera las 200 lat/min, encontrándose por tanto en valores aeróbicos de ejercicio.

5.- Tanto los valores obtenidos de la FC como el de Lactacidemia (o Lactato en sangre) confirman el carácter aeróbico de la natación y de su intensidad submáxima.

6.- FC: Existe una correspondencia entre la FC de los caballos en piscina (independiente de la intensidad 5v, 10 v y 15 v) con la FC en cinta en aire de trote 3 (velocidad de 7,5 metros por segundo, recorrido de 900m).

7.- LA: Los valores de Lactacidemia o Lactato en sangre no presenta diferencias significativas entre los obtenidos en piscina (independiente de la intensidad 5v, 10 v y 15 v) con el trote 3 (velocidad de 7,5 m/seg.) y galope (9 m/seg.).

8.- Basándose en estos datos podemos considerar que un ejercicio de natación libre de 200 a 300 metros puede equipararse a 900 a 1000 metros de trote ligero de 7,5 m/s o a un galope suave de 9 m/s.

## 9. RESUMEN.

Se ha llevado a cabo un estudio sobre la influencia del ejercicio de natación y en treadmill a diferentes velocidades sobre dos parámetros representativos del tipo de ejercicio, como son la Frecuencia cardíaca y niveles de lactato en sangre, en caballos con características comunes homogéneas de funcionalidad, edad, categoría de competición y grado de entrenamiento previo.

La determinación de la frecuencia cardíaca se realizó mediante auscultación y monitorización con un pulsímetro que efectúa mediciones del ritmo cardíaco a intervalos de 5 segundos durante toda la duración de las pruebas. La medición del lactato en plasma se realizó con un analizador de Lactato (marca Lactate Scout) in situ e inmediatamente a la extracción de la muestra sanguínea de la vena yugular.

Las pruebas en cinta rodante (treadmill) consistieron en una tabla de ejercicio de intensidades crecientes preestablecida; paso 10 min., a 1,6 m/s; trote 1, 5min., a 3,5m/s, trote 2, 3 min., a 5 m/s, trote 3, 2 min. a 7,5m/s y galope, 2 min. a 9m/s, monitorizando la frecuencia cardíaca en cada escalón de ejercicio y extrayendo una muestra de sangre a fin de valorar los niveles de lactacidemia, al igual que tras determinados tiempos de recuperación a los 10, 20 y 30 minutos post-ejercicio.

Las pruebas de natación se realizaron en tres días diferentes, con el siguiente protocolo 1<sup>er</sup> día 5 vueltas (100 metros), 2<sup>o</sup> día 10 vueltas (200 metros) en dos fases de 5 vueltas cada una y 3<sup>er</sup> día 15 vueltas (300 metros) en dos fases de 8 y 7 vueltas, respectivamente. Se tomó la frecuencia cardíaca y los valores de lactato en sangre antes de cada ejercicio y después de cada una de las fases así como a tiempos prefijados de reposo 10, 20 y 30 minutos.

Los datos obtenidos en cada una de las pruebas y fases se sometieron a un tratamiento estadístico.

Con los siguientes resultados que nos indican que no existen diferencias significativas en los valores de FC del trote 3 con los que nadan 5 vueltas, en el ejercicio de 5 vueltas, en el ejercicio de 10 vueltas tanto en las primeras 5 vueltas como en las segundas 5 vueltas e igualmente sucede con el ejercicio de natación de 15 vueltas en donde vuelven a corresponderse con el trote 3 los valores obtenidos en las primeras 8 vueltas y en las segundas 7 vueltas.

En cuanto a los valores de lactacidemia post ejercicio en las 10 vueltas de natación tanto en las primeras 5 vueltas como en las segundas 5 vueltas, son similares a los encontrados entre trote 3 y galope (7,5 y 9 m/s), a pesar de la inexistencia de diferencias significativas a partir de la primera fase de trote (3.5 m/s). Los valores post ejercicio en 15v de natación, son similares a los encontrados entre trote 2 y trote 3 (5 y 7.5 m/s), a pesar de la inexistencia de diferencias significativas incluso en los valores de lactacidemia de paso en treadmill.

Los resultados ponen de manifiesto el carácter aeróbico y de intensidad submáxima que tiene el ejercicio de la natación. Igualmente se ha observado que un ejercicio de natación libre de 200 a 300 metros puede equipararse a 900 a 1000 metros de trote ligero de 7,5 m/s o a un galope suave de 9 m/s sin considerar el estado del suelo ni factores ambientales.-

## 10. BIBLIOGRAFÍA.

01. AGÜERA EI, RUBIO MD, VIVO R, SANTISTEBAN R, MUÑOZ A, CASTEJÓN F (1995): Blood parameter and heart rate response to training in Andalusian horses. *Rev. Esp. Fisiol.* 51(2), pp 55-64.
02. AMORY H, ART T, LINDEN A, DESMECHT D, BONCHET M, LEKEUX P (1993): Physiological Response to Cross-Country Phase in Evening Horses. *J Equine Vet. Sci.* 13,646-650.
03. ANDERSEN P (1975): Capillary density in skeletal muscle of man. *Acta physiol. Scand.* 95, pp 203-205.
04. ART T, AMORY H, DESMECH D, LEKEUX P (1990): Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. *Equine Vet. J. suppl.* 3, pp 78-82.
05. ART T, LEKEUX P (1995): respiratory adjustments in unacclimatised Horses Exercised under Hot, Humid Conditions. *Equine Vet. J. Suppl.* 18, Pp 289-293.
06. ARTHUR R C. (1990): Respiratory Problems of the Racehorse. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 6, Pp 179-196.
07. ASHEIM A., KNUDSEN O., LINDHOLM A., RÚLCKER C.,SALTIN B. (1970). Heart rates and blood lactate concentrations of standardbred horses.
08. BAS A., BAS S., MUÑOZ A., RUBIO M. D., CASTEJON F. M. (2000): Definición e importancia del umbral anaerobio en el caballo de deporte. *Medicina Vet.* , vol.17 (10): 247-256.
09. BAYLY WM, GRANT BD, PEARSON RC. (1987): Lactate Concentrations in Thoroughbred Horses Following Maximal Exercise Under Field Conditions. En: *Equine Exercise Physiology 2.* Icept Publications, Davis, Ca, 426-437.
10. BELLINGHAUSEN WILFRIED: (2005). Fisiología del ejercicio.: Enfermedades del caballo. ISBN: 8420008826.
11. BOFFI, FEDERICO M. (2006) Fisiología del ejercicio en equinos. *Inter.-Médica.* ISBN 959.555-314-5)
12. BONEN A, BELCASTRO AN. (1976): Comparison on Self-Selected Recovery Methods on Lactic Acid Removal Rates. *Med. Sci. Sports* 8(3), Pp 176-178.

13. BROOKS GA (1986): The Lactate Shuttle during Exercise and Recovery. *Med. Sci. Sports Exerc.* 18, Pp 360-368.
14. BROOKS GA (1986): Lactate Production under Fully Aerobic Conditions: The Lactate Shuttle During Rest and Exercise. *Fed. Proceedings.* 45, Pp 2924-2929.
15. BROOKS GA (1991): Current Concepts in Lactate Exchange. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23, Pp 895-906.
16. BRUIN G, KUIPERS H, KEIZER HA and VANDER VUSSE GJ (1994): Adaptation And Overtraining In Horses Subjected To Increased Training Loads. *J. Appl. Physiol.* 76, Pp 1908-1913.
17. CASTEJÓN F, VIVO R, SANTISTEBAN R, AGÜERA S, HERRERA F, RUBIO D, CASTEJÓN FM (1985): Variaciones de Frecuencia Cardíaca y Respiratoria inducidas por el Ejercicio en Caballos. *Med. Vet.* 2(10).
18. CAUDILL ANDREA. (2007) Artículo: Caballos a nadar. *The American Quarter Horse Racing Journal.* Edición 167. Deportes.
19. CRISTOFFERSEN CHRISTY. (2007). *Equine Hydrotherapy Water Therapy Helps Horses heal faster.*
20. CORVALÁN ROMERO, CARLOS. (2000) Entrenamiento del caballo de carreras. *Real Academia de Ciencias Veterinarias de España.* Madrid.
21. COSTILL DL, SHERMAN WM, FINK WJ, MARESH C, WITTEN M, MILLER JM (1981): The role of dietary carbohydrates in muscle glycogen resynthesis after strenuous running. *Am. J. Clin. Nutr.* 34(9), pp 1831-36.
22. COUROUCÉ A, GEFROY O, CHATARD JC, AUVINET B (1996): Significance of high heart rate recorded during standardized field exercise tests in the detection of orthopaedic diseases in Standardbred trotters. *Pferdeheilkunde* 12(4), pp 588-593.
23. COUROUCÉ A, CHATARD JC, AUVINET B (1997): Estimation of performance potential of standardbred trotters from blood lactate concentrations measured in field conditions. *Equine Vet. J.* 29(5).

24. COTT CM, MARLIN DJ, AND SCHROTER RC. (1999). Thermoregulatory strategies during short term exercise at different intensities.
25. COVALESKY ME, RUSSONIELLO CR, MALINOWSKI K (1992): Effects of showjumping performance stress on plasma cortisol and lactate concentrations and heart rate and behavior in horses. *J. Equine Vet. Sci.* 12(4), pp 244-251.
26. CUTMORE CM, SNOW DH, NEWSHOLME EA (1985). Activities of key enzymes of aerobic and anaerobic metabolism in middle gluteal muscle from trained and untrained horses. *Equine Vet. J.* 17(5), pp 354-56.
27. DAVIE AJ, PRIDDLE TL, EVANS DL (2002): Metabolic responses to submaximal field exercise tests and relationships with racing performance in pacing Standardbreds. *Equine Vet. J. Suppl.*
28. DAVIE A, DRA C.J. (KATE) SAVAGE, DRA L. FENNELL. (2008). Efecto de la natación en las dimensiones cardiacas en caballos PSI. Rural Industries Research and Development Corporation Publication. ISBN 1 74151 745 1. ISSN 1440-6845.
29. DAVIS MIKE DR. (1993): *Swimming for Fitness*. US Eventing. April 1993 Edition. United States Eventing Association, Inc.
30. DEMONCEAU T, GUEZENNEC CY, BIGARD X, VALETTE JP, BARREY E, MICHAUX JM (1989): Utilisation des paramètres musculaires, cardiovasculaires et biochimiques (lactatemie) pour la détermination de l'aptitude physique chez le cheval d'endurance. En: *Compte-rendu VIIème Congrès des Pays Francophones*, pp 483-498.
31. DICCIONARIO ENCICLOPEDICO ILUSTRADO. (1972).
32. EATON MD, HODGSON DR, EVANS DL, ROSE RJ (1999): Effects of low and moderate-intensity training on metabolic responses to exercise in thoroughbreds. *Equine Vet. J. Suppl.* 30, pp 521-527.
33. ENGELHARDT WW (1977): Cardiovascular effects of exercise training in horses. *Adv. Vet. Sci.* 21, pp 173-205.

34. ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ESPASA. (2007).
35. ERICKSON HH, ERICKSON BK, LUNDIN CS, GILLESPIE JR, COFFMAN JR (1991): Performance indices for equine athlete. 36th Am. Assoc. Equine Practnrs. Lexington, Kentucky, pp 457-469.
36. ERICKSON BK, FOSTER LV, PAN LG, LOWRY TF, BROWN DR, FOSTER MA, FOSTER AL (1991): Ventilatory compensation for lactacidosis in ponies: role of carotid chemoreceptors and lung afferents. *J. Appl. Physiol.* 70, 2619-2626.
37. ESSÉN-GUSTAVSSON B, KARLSTRÖM K, LINDHOLM A (1984): Fiber types, enzyme activities and substrate utilization in skeletal muscles of horses competing in endurance rides. *Equine Vet. J.* 16, pp 197-202.
38. ESSÉN-GUSTAVSSON B, GOTTLIEB-VEDI M, LINDHOLM A (1999): Muscle adenine nucleotide degradation during submaximal treadmill exercise to fatigue. *Equine Vet. J. Suppl.* 30, pp 298-302.
39. EVANS D L, ROSE RJ. (1987): Cardiovascular and respiratory responses to submaximal exercise training in the thoroughbred horse. Department of Veterinary Clinical Studies, University of Sydney, Australia. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology.* Springer Berlin/Heidelberg.0031-6768 (Print) 1432-2013 Volume 411 Number 3 /1988.
40. EVANS DL (1994): The cardiovascular system: anatomy, physiology and adaptations to exercise and training. En: *The athletic horse. Principles and practice on equine sport medicine.* Hodgson DR, Rose RJ (Eds). WB Saunders Co, pp 129-144.
41. EVANS DL. (2000): *Training and Fitness in Athletic Horses.* Department of Animal Science, University of Sydney. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No 00/1. Project No. US-77A ISBN 0 642 58031 6. ISSN 1440 -6845.
42. ETO D, YAMANO S, MUKAI K, SUGIURA T, NASU T, TOKURIKI M, MIYATA H. (2003): Effect of high intensity training on anaerobic capacity of middle gluteal muscle in thoroughbred horses. Equine Research Institute, Japan Racing Association, 321-4 Tokami-cho, Utsunomiya. Tochigi 320-0856, Japan.

43. FERRANTE PL, TAYLOR LE, WILSON JA, KRONFELD DS (1995): Plasma and erythrocyte ion concentrations during exercise in Arabian horses. *Equine Vet. J. Suppl.* 18, pp 306-309.
44. FIRTH EC, ROGERS CW. (2005): Musculoskeletal Responses of Two-Year-Old Thoroughbred Horses to Early training New Zealand. *Veterinary Journal* 53 (6) 377-383.
45. FOREMAN JH, LAWRENCE LM (1991): Lameness and heart rate elevation in the exercising horse. *J. Equine Vet. Sci.* 11(6), pp 914-920.
46. FRASER SB, RICHIE JSD, FRASER AF. The term "stress" in the veterinary context. *Br Vet J*, 131, pp 653-662.
47. FREGIN GF (1979): General discussion of physiologic observations recorded on 117 horses during 100-mile endurance rides. *Am. Assoc. Equine. Practitioners.* 25, pp 315-321.
48. FREGIN GF, THOMAS DP (1983): Cardiovascular response to exercise in the horse: a review. *Equine Exercise Physiology.* Snow DH, Persson SGB, Rose RJ, (Eds.). Granta Editions, Cambridge, pp 76-90.
49. GALLOUX P, BARREY E, AUVINET B, VALETTE JP, WOLTER R (1995): Kinetics of blood lactate concentration during an incremental treadmill test in saddle horses. *Equine Vet. J. Suppl.* 18, pp 435-438.
50. GOMEZ, C, PETRON, P, ANDAUR, M et al. (2004). Medición post-ejercicio de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas en equinos de salto Holsteiner. *Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Temuco. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción. Chile. Vol.14, no.3, p.244-253. ISSN 0798-2259.*
51. GREEN H, HUGHSON RL, ORR GW, RANNERY DA (1983): Anaerobic threshold blood lactate and muscle metabolites in progressive exercise. *J. Appl. Physiol.* 54, pp 1032-1038.
52. GREENHAFF PL, HANAK J, HARRIS RC, DOBIAS P, JAHN P, SKALICKY J, SNOW DH (1991): Metabolic alkalosis and exercise performance in the Thoroughbred horse. *Equine Exercise*

Physiology 3. Jeffcott L, Persson S, Lindholm A, (Eds.). ICEEP Pub., Davis, CA, EE.UU.

53. GROSSKOPF JFW, VAN RENSBURG JJ, BERTSCHINGER HJ (1983): Haematology and blood biochemistry of horses during a 210 km endurance ride. En: Equine Exercise Physiology. Snow DH, Persson SGB, Rose RJ, (Eds.). Cambridge, Granta Editions, pp 416-424.

54. GUHL A., LINDNER A., VON WITTKE P. (1996): Use of the relationship between blood lactate and running speed to determine the exercise intensity of horses. Vet. Record (1996) 139, 108-110

55. GUYTON AC. (1991). Body temperature, temperature regulation and fever. In Textbook of Medical Physiology, 8<sup>th</sup> edn, Philadelphia Saunders Co, pp 797-808.

56. HAMLIN RL, KLEPINGER WL, GILPIN KW, SMITH CR (1972): Autonomic control of heart rate in the horse. Am. J. Physiol. 222, pp 976-978.

57. HARKINS JD, BEADLE RE, KAMERLING SG (1993): The correlation of running ability and physiological variables in Thoroughbred racehorses. Equine Vet. J. 25 (1), pp 53-60.

58. HARKINS JD, KAMERLING SG BAGWELL CA, KARNS PA. (1990). Comparative study of interval and conventional training. Equine Vet. J. (9):14-9.

59. HARRIS RC, MARLIN DJ, SNOW DH (1987): Metabolic response to maximal exercise of 800 and 2000 m in the Thoroughbred horse. J. Appl. Physiol. 63(1), pp 12-19.

60. HARRIS RC, MARLIN DJ, SNOW DH, HARKNESS RA (1991): Muscle ATP loss and lactate accumulation at different work intensities in the exercising Thoroughbred horse. Eur. J. Appl. Physiol. 62, pp 235-244.

61. HARRIS RC, MARLIN DJ, SNOW DH (1991): Lactate kinetics, plasma ammonia and performance following repeated bouts of maximal exercise. En: Equine Exercise Physiology 3. Jeffcott L, Persson S, Lindholm A, (Eds.). ICEEP Publications, Davis, CA, pp 173-178.

62. HARRIS PA, SNOW DH (1992): Plasma potassium and lactate concentrations in thoroughbred horses during exercise of varying intensity. *Equine Vet. J.* 23, pp 220-225.
63. HATTA H (1990): Oxidative removal of lactate after strenuous exercise. *Ann. Physiol. Anthropol.* 9, pp 213-218.
64. HINCHCLIFF K., GEOR RJ., KANEPS AJ. (2008). *Equine Exercise Physiology*. Elsevier Limited. ISB-139780702028571.
65. HINCHCLIFF K., GEOR RJ., KANEPS AJ. (2004) *Equine sports Medicine and Surgery*. Elsevier Editorial Inter-Medica. ISBN 0702026719
66. HOBO S, YOSHIDA K. AND YOSHIHARA T. (1998): Characteristics of Respiratory Function during Swimming Exercise in Thoroughbreds. *Equine Research Institute. Japan Racing Association.* 321-4 Tokami-cho, Utsunomiya-shi, Tochigi 320-0856. Japan.
67. HODGSON DR, ROSE RJ, ALLEN JR (1983): Muscle glycogen depletion and repletion pattern in horses performing various distances of endurance exercise. En: *Equine Exercise Phsyiology*. Snow DH, Persson SGB, Rose RJ (Eds.). Granta Editions, Cambridge, pp 229-235.
68. HODGSON DR, ROSE R.J. DIMAURO J, ALLEN J. (1986): Effects of training on muscle composition in horse. *America Journal of Veterinary Research.* 47:12-5.
69. HODGSON, D.R., ROSE, R.J. (1994): Principles and practice of equine sports medicine: *The Athletic Horse*. W.B. Saunders Company.
70. IRWIN D.G.H. AND HOWELL W. (1980). Some thoughts on swimming horses in a pool. *Journal of the South Africa Veterinary Association.* 51 N°3 189-191. Box 4107, 1451. Alrode, Rep.of South Africa.
71. IRVINE CH ALEXANDER SL. Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse *Domest Anim Endocrino.*,11,pp 227-238.

72. IVERS, T. (1983): The Fit Racehorse. Equine Research Inc. Esprit Racing Team, LTD, Ohio EE.UU.
73. IVERS, T. (1994): The Fit Racehorse II. Equine Research Inc., Esprit Racing Team, LTD, Ohio EE.UU.
74. JAMES H. JONES, DVM, and JOHN R. PASCOE, BVSc, PhD.(2003). Por qué los pulmones de los caballos sangran. U.C.Davis Center for Equine Health.
75. JUEL C (1997): Lactate-proton cotransport in skeletal muscle. *Physiol. Rev.* 77, pp 321-358.
76. KAMINSKI RP, FOSTER HV, BISGARD GE (1985): Effect of altered ambient temperature on breathing in ponies. *J. Appl. Physiol.* 58, pp 1585-91.
77. KAZUHIRO MISUMI, ATSUSHI HIRAKAWA, HIROSHI SAKAMOTO, AND RYOUSUKE SHIMIZU. (1994): Principal Component Analysis, Using the Measurements during Running and Swimming Test, in Thoroughbred Horses. Laboratory of Veterinary Surgery, Department of Veterinary Medicine, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890, Japan
78. KEARNS CF, McKEEVER KH, JOHN-ALDER H, ABE T, BRECHUE F (2002): Relationship between body composition, blood volume and maximal oxygen uptake. *Equine Vet. J. Suppl.* 34, pp 485-490.
79. KELSO TB, HODGSON DR, WITT EH, BAYLY WM, GOLLNICK PD (1986): Metabolites in skeletal muscle and blood after repeated bouts of high intensity exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* (Abstract) 18, pp 79.
80. KEVIN C. KREGEL K, ALLEN DL, BOOTH FW, FLESHNER MR, HENRIKSEN EJ, MUSCH T, O'LEARY D, PARKS CM, POOLE DC, RA'ANAN A, SHERIFF D, STUREK MS, TOTH LA(2006).. Resource book for the design of animal exercise protocols. American Physiological Society Committee to Develop an aps resource book for the design of animal exercise protocols. EE UU.
81. KILBRIDE E, McLOUGHLIN P, GALLAGHER CG, HARTY HR (2003): Do gender differences exist in the ventilatory response to

- progressive exercise in males and females of average fitness?. Eur. J. Appl. Physiol. 89(6), pp 595-602.
82. KIPKE LOTHAR. (1989): Diagnóstico Médico-Deport., mediante Tests de Lactato VII Congreso Mundial de Medicina en Natación de la FINA GB.
83. KOHO NM, VAIHKONEN LK, PÖSÖ AR (2002): Lactate transport in red blood cells by monocarboxylate transporters. Equine Vet. J. Suppl. 34, pp 555-559.
84. KREBS H.A. (1970): The history of the Tricarboxylic Acid Cycle. Perspect.Biol.Med. 14:154-170.
85. KRONFELD DS, FERRANTE PL, TAYLOR LE, CUSTALOW SE (1995): Blood hydrogen ion and lactate concentrations during strenuous exercise in the horse. Equine Vet. J. Suppl. 18, 266-269.
86. LACOMBE V, HINCHCLIFF KW, GEOR RJ, BASKIN CR (2001): Muscle glycogen depletion and subsequent replenishment affect anaerobic capacity of horses. J. Appl. Physiol. 91, pp 1782-1790.
87. LAWRENCE LM, MILLER PA, BECHTEL PJ, KANE RA, KURCZ EV, SMITH JS (1987): The effect of sodium bicarbonate ingestion on blood parameters in exercising horses. En: Equine Exercise Physiology 2. Gillespie JR, Robinson NE (Eds.). ICEEP Publications, Davis, CA, EE.UU.
88. LEKEUX P, ART T (1994): The respiratory system: anatomy, physiology and adaptations to exercise and training. En: The athletic horse: principles and practice of equine sport medicine. Hodgson DR, Rose RJ (Eds). WB Saunders Co, pp 80-127.
89. LINDHOLM A, SALTIN B (1974): The physiological and biochemical response of Standardbred horses to exercise of varying speed and duration. Acta Vet. Scand. 15, pp 310-324.
90. LINDNER A, VON WITTKKE P, SCHMALD M, JUSSEROW J, SOMMER H (1992): Maximal lactate concentrations in horses after exercise of different duration and intensity. J. Equine Vet. Sci. 12(1), pp 36-39.

91. LINDNER A (1996): Determination of maximal lactate steady state in blood of horses. *Am. Assoc. Equine Practnrs.* 42, pp 326-327.
92. LINDNER A (2000): Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sport horses in practice. *Rev. Méd. Vét.* 151, pp 611-618.
93. LINDNER A., BRERO L., SIGNORINI R. (2005) Concentraciones de lactato en caballos de carrera después de intervalos de 100 metros a máxima velocidad. Facultad de Veterinaria Universidad Nacional del Litoral Esperanza, Argentina
94. LOPATEGUI CORSINO MA. (2000). Fisiología del ejercicio Universidad Interamericana, Facultad de Educacion Fisica. San Juan PR.
95. LOVELL DK, ROSE RJ (1995): Effects of post exercise activity on recovery from maximal exercise. *Equine Vet. J. Suppl.* 18, pp 188-190.
96. MARLIN DJ, HARRIS RC, SNOW DH (1991): Rates of blood lactate disappearance following exercise of different intensities. En: *Equine Exercise Physiology 3.* Persson SGB, Lindholm A, Jeffcott LB (Eds.). ICEEP Publications, Davis, CA, pp 188-194.
97. MARTINEZ R. (1989). Bases fisiologicas para el manejo hipico del equino FSC. Monografias de Medicina Veterinaria, Vol 11.
98. MAZZA JC. (1994). Actualización de los efectos de la natación humana..
99. MAZZA JC. (1997). Médico especialista en medicina del deporte. *Acido Láctico y ejercicio I y II.* Actualización en Ciencia del Deporte, Vol 5 Nº 14. .
100. McCONAGHY FF, HODGSON DR HALES JRS, ROSE RJ (2002): Thermoregulatory-induced compromise of muscle blood flow in ponies during intense exercise in the heat: a contributor to the onset of fatigue. *Equine Vet. J. Suppl.* 34, pp 491-495.
101. MISUMI K., SAKAMOTO H., SHIMIZU R. (1993): The Validity of Swimming Training for Two-Year-Old Thoroughbreds. Laboratory of Veterinary Surgery, Department of Veterinary

- Medicine, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, 1-24.Korimoto, Kagoshima 890, Japan
102. MISUMI K, SAKAMOTO H, SHIMIZU R. (1994): Changes in blood lactate and heart rate in Thoroughbred Horses during swimming and running according to their stage of training. *Vet. Record* 135,226-28.
103. MISUMI K, SAKAMOTO H, SHIMIZU R. (1994): Principal Component Analysis, Using the Measurements during Running and Swimming Test, in Thoroughbred Horses. *J Vet Med Sci* 1994
104. MISUMI K, SAKAMOTO H, and SHIMIZU R. (1995). Changes in skeletal muscle composition in response to swimming training for young horses. Laboratory of Veterinary Surgery, Department of Veterinary Medicine Faculty of Agriculture, Kagoshima University, 21-24, Korimoto J, Kagoshima 890, Japan.
105. MUÑOZ A (1997): Evaluación de la capacidad de rendimiento físico en caballos de diversas razas mediante índices de funcionalidad. Respuesta a un entrenamiento prolongado. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba.
106. MUÑOZ A, RIBER C, AGÜERA EI, ESCRIBANO BM, RUBIO MD (1997): Papel de la función respiratoria en el caballo de deporte. Modificaciones dependientes del ejercicio y entrenamiento. *Cienc. Vet.*, 20, pp 17-32.
107. MUÑOZ A, SANTISTEBAN R, RUBIO MD, VIVO R, ESCRIBANO BM, CASTEJÓN FM (1997): Functional evaluation indices in the Andalusian horse. *J. Vet. Med. Sci.* 59(9), 747-752.
108. MUÑOZ A, RIBER C, SANTISTEBAN R, VIVO R, AGÜERA S, CASTEJÓN FM. (1999): Investigation of standardized exercise test according to fitness level for three-day event horses. *J. Equine Sci.* 9(1), pp 1-7. Cardiovascular and metabolic adaptations in horses competing in cross-country events. *J. Vet. Med. Sci.* 61.
109. MUÑOZ A, RIBER C, BENITO M, LÓPEZ MM, CASTEJÓN F (2000): Diagnóstico precoz de patologías ligadas al ejercicio mediante test de funcionalidad en el caballo de deporte. *SEMIV.* 24-26 de noviembre. Murcia. España.

110. MUÑOZ A., BENITO, GÓMEZ LUCAS R, ROVIRA CARDETE S., SATUÉ AMBROJO K. (2004): Estimación del estado de forma física en caballos de deporte mediante índices de funcionalidad. Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Universidad Cardenal Herrera. Valencia, España.
111. MURAKAMI, M., IMAHARA, T., INUI, T. (1976): Swimming exercises in horses. *Exp Rep Equine Health Lab* Nº13, 27-49.
112. MURAKAMI M, IMAHARA T, INUI T. (1976): Horse Training Using Swimming and Heart Rates. *Exp Rep Equine Health. Lab* 13:27, Redlegs C Neil's Documents Performance Matters Pty Ltd Equine Physiology Horse.
113. NANKERVIS KL, WILLIAMS RJ. (2006): Heart rate responses during acclimation of horses to water treadmill exercise. Equine Veterinary and Therapy Centre, Hartpury College, Gloucestershire, UK. *Equine Vet J Suppl.* 2006 (36):110-2.
114. NAVARRO F., ARELLANO R., CARNERO C., GOSÁLVEZ M. (1990); Natación; COE.
115. NICHOLL T.K., FREGIN G.F., GERBER N.H. (1978): Swimming- a method to study the physiologic response of the horse to exercise. *Journal of the South African Veterinary Association* 1978. 49 n°4 313-15
116. PAN LG, FOSTER HV, BISGARD GE, MURPHY CL, LOWRY TF (1986): Independence of exercise hyperpnea and acidosis during high-intensity exercise in ponies. *J. Appl. Physiol.* 60, 1016-1024.
117. PERALTA PACHECO M. (2006). Fisioterapia y rehabilitación Equina. 20/9/2006.
118. PELAYO PATRICK. (1999). Del arte de nadar a la Ciencia de la Natación. Lab. de la Motricite Humaine, Univ de Lille, France.
119. PELLETIER N, BLAIS D, VRINS A, ROBINSON NE (1987). Effect of submaximal exercise and training on dead space ventilation in the horse. *Equine Exercise Physiology* 2. Gillespie JR, Robinson NE (Eds.). ICEEP Publications, Davis, CA, pp. 225-234.
120. PERSSON SGB (1967): On blood volume and working capacity in the horse. *Acta Vet. Scand. (suppl. 17)*, pp 1- 189.

121. PERSSON SGB, ULLBERG LE (1974): Blood volume in relation to exercise tolerance in trotters. *J. S. Afr. Vet. Ass.* 45(4), pp 293-299.
122. PERSSON SGB. (1997): Heart rate and blood lactate responses to submaximal treadmill exercise in the normally performing standardbred trotter--age and sex variations and predictability from the total red blood cell volume. Department of Medicine and Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Swedish Univ. of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
123. PERSSON SGB (1983): Evaluation of exercise tolerance and fitness in the performance horse. En: *Equine Exercise Physiology*. Snow DH, Persson SGB, Rose RJ (Eds.). Granta Editions, Cambridge, pp 441-57.
124. PERSSON SGB, ESSÉN-GUSTAVSON B, FUNQUIST P, BLANCO ROMERO L (1995): Plasma, red cell and whole blood lactate concentrations during prolonged treadmill exercise at VLa4. *Equine Vet. J. Suppl.* 18, pp 104-107.
125. PERSSON SGB. (1997). Heart rate and blood lactate response to submaximal treadmill exercise in the normally performing standardbred trotter. *Zentralbl Veterinarmed A.* 1997 May; 44 (3): 125-32.
126. POLLMANN U, HÖRNICKE H (1987): Characteristics of respiratory air flow during exercise in horses with reduced performance due to pulmonary emphysema or bronchitis: *Equine Exercise Physiology 2*. Gillespie JR, Robinson NE (Eds.). ICEEP Publications, Davis, CA, EE.UU.
127. POLLOCK ML, WILLMORE JH (1990): Body composition alteration with exercise. En: *Exercise in health and disease*. 2ª Ed, WB Saunders Co, Philadelphia, pp 161-201.
128. PONCE, J; PASCUAL, F.; ÁLVAREZ, A.; MARTÍN, J.; & RODRÍGUEZ, L.P. (1997): Relación entre frecuencia cardiaca y lactato sanguíneo durante el periodo de recuperación del ejercicio aerobio-anaerobio de corta duración. Departamento de Medicina Física y de Rehabilitación. Hidrología Médica. Universidad

Complutense de Madrid. Revista motricidad: ISSN 0214-0071, Nº. 3, 1997, pags. 33-43.

129. PÖSSO AR, LAMPINEN KJ, RÄSÄNEN LA (1995): Distribution of lactate between red blood cells and plasma after exercise. *Equine Vet. J. Suppl.* 18, pp 231-234.

130. RIDGWAY, K. (1994): Training endurance horses. En: *The athletic horse: Principles and practice of equine sports medicine*. Hodgson, DR, Rose, RJ (Eds.). WB Saunders Co, Philadelphia, pp 409-419.

131. RIDGWAY K., HARMAN J.(1999): Equine back rehabilitation. *Veterinary Clinics of North America. Equine Practice* Volume 15 nº1.

132. ROBERTS C, BENAMON-SMITH A, LECLERC JL (2002): Use of recovery check in long distance endurance rides. *Equine Vet. J. Suppl.* 34, pp 106-111.

133. RODRÍGUEZ LÓPEZ J. (2000). *Historia del deporte*; Edit. Inde pub.

134. RONÉUS M, ESSÉN-GUSTAVSSON B, LINDHOLM A, PERSSON S (1987): A field study of circulatory response and muscle characteristics in young Thoroughbreds. En: *Equine Exercise Physiology 2*. Gillespie JR, Robinson NE (Eds.). ICEEP Publications, Davis, CA, pp 376-383.

135. RONÉUS M, ESSÉN-GUSTAVSSON B, LINDHOLM A, PERSSON SGB (1992): Skeletal muscle characteristics in young trained and untrained Standardbred trotters. *Equine Vet. J.* 24, 292-294.

136. RONÉUS N, ESSÉN-GUSTAVSSON B, LINDHOLM A, ERIKSSON Y (1994): Plasma lactate response to submaximal and maximal exercise tests in training, and its relationship to performance and muscle characteristics in Standardbred trotters. *Equine Vet. J.* 26, pp 117-21.

137. RONÉUS N, ESSÉN-GUSTAVSSON B, JOHNSTON C, DREVEMO S, PERSSON S (1995): Lactate response to maximal

exercise on the track: relation to muscle characteristics and kinematic variables. *Equine Vet. J. Suppl.* 18, pp 191-194.

138. ROSE RJ, EVANS DL (1987): Cardiovascular and respiratory function in the athletic horse. En: *Equine Exercise Physiology 2*. Gillespie JR, Robinson NE (Eds). ICEEP Publ., Davis, CA, 1-24.

139. SEEHERMAN H, MORRIS E (1990): Application of standardised treadmill exercise test for clinical evaluation in 10 Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J. Suppl.* 9, pp 26-34.

140. SERRANO MG, EVANS DL, HODGSON JL (2002): Heart rate and blood lactate response during exercise in preparation for eventing competition. *Equine Vet. J.* 34, pp 135-139.

141. SEWELL DA, HARRIS RC (1992): Adenine nucleotide degradation in the Thoroughbred horse with increasing exercise duration. *Eur. J. Appl. Physiol.* 65, pp 271-277.

142. SNOW DH, MACKENZIE G (1977): Some metabolic effects of maximal exercise in the horse and adaptations with training. *Equine Vet. J.* 9, pp 134-140.

143. SNOW DH, KERR MG, NIMMO MA, ABBOTT EM (1982): Alterations in blood, sweat, urine and muscle composition during prolonged exercise in the horse. *Vet. Rec.* 110, pp 377-384.

144. SNOW DH (1983): Skeletal muscle adaptations: a review. En: *Equine Exercise Physiology*. Snow DH, Persson SGB, Rose RJ (Eds.). Cambridge, Granta Editions, pp 160-183.

145. SNOW DH (1983): Haematology. Physiological factors affecting resting haematology. En: *Equine Exercise Physiology*. Snow DH, Persson SGB, Rose RJ (Eds.). Granta Editions, Cambridge, pp 318-320.

146. SNOW DH, MASON DK, RICKETTS SW, DOUGLAS TA (1983): Post-race blood biochemistry in thoroughbreds. En: *Equine Exercise Physiology*. Snow DH, Persson SGB, Rose RJ (Eds.). Cambridge, Granta Editions, pp 389-399.

147. SNOW DH, RICKETTS SW, MASON DK (1983): Hematological response to racing and training exercise in

thoroughbred horses, with particular reference to the leukocyte response. *Equine Vet. J.* 15, pp 149-154.

148. SNOW DH (1985): Biochemical basis of fatigue in racing animals and compounds that may influence performance by affecting muscle metabolism. 6th. Int. Conf. Racing Anal. Vet., pp 15-21.

149. SNOW DH, HARRIS RC, GASH S (1985): Metabolic response of equine muscle to intermittent maximal exercise. *J. Appl. Physiol.* 58, pp 1689-97.

150. SNOW DH, VALBERG SL (1994): Muscle anatomy, physiology and adaptations to exercise and training. En: *The athletic horse: Principles and practice of the equine sports medicine.* Hodgson DR, Rose RJ (Eds.). WB Saunders Co, PA, USA, pp 145-179.

151. STANLEY WC, GERTZ W, WISNESKI JA, MORRIS DL, NEESE RA, BROOKS GA (1986): Lactate extraction during net lactate release in legs of humans during exercise. *Appl. Physiol.* 60, pp 1116-1120.

152. SWANSTROM O.G., and LINDY M. (1973). Therapeutic Swimming. *Proceedings Annual Convention AAEP.* 315-322.

153. MISUMI K, SAKAMOTO H, and SHIMIZU R. Changes in skeletal muscle composition in response to swimming training for young horses. *Laboratory of Veterinary Surgery, Department of Veterinary Medicine Faculty of Agriculture, Kagoshima University, 21-24, Korimoto J, Kagoshima 890, Japan.* 1995.

154. TAYLOR CR, HEGLUND NC, MALOLY GMO (1982): Energetics and mechanics of terrestrial locomotion 1. Metabolic energy consumption as a function of speed and body size in birds and mammals. *J. Expt. Biol.* 97, pp 1-21.

155. TEJA CASUCO RAMÓN, (1972): *Las Olimpiadas griegas;* Edit. Santillana. *Diccionario Enciclopédico Ilustrado.*

156. THIEL M, TOLKMITT G, HÖRNICKE H. (1987). Body temperature changes in horses during riding: time course and effects on heart rate and respiratory frequency. En: *Equine*

Exercise Physiology 2. Gillespie JR, Robinson NE (Eds.). ICEEP Publications, Davis, CA, USA.

157. THOMAS, D.P., FREGIN, G.F., GERBER, N.H., AILES, N.B. (1980): Cardiorespiratory adjustments to tethered swimming in the horse. *Pflugers Archiv* 385:65-70.

158. THORNTON J, ESSÉN-GUSTAVSSON B, LINDHOLM A, McMIKEN D, PERSSON S (1983): Effects of training and detraining in oxygen uptake, cardiac output, blood gas tensions, pH and lactate concentrations during and after exercise in the horse. En: *Equine Exercise Physiology*. Snow DH, Persson SGB, Rose RJ (Eds.). Granta Editions, Cambridge, GB.

159. THORNTON JR (1985): Hormonal responses to exercise and training. *Vet. Clin. North America: Equine Pract.* 1(3), 477-496.

160. M. TOKURIKI, R. OHTSUKI, M. KAI, A. HIRAGA, H. OKI, Y. MIYAHARA and O. AOKI. (1999). EMG, Activity. Department of Veterinary Medicine, Faculty of Agriculture, Yamaguchi University, Equine Research Institute JRA, and Horse Shoeing Assoc., Japan.

161. TRILK JL, LINDNER A, GREENE HM, ALBERGHINA D, WICKLER SJ (2002): A lactate-guided conditioning programme to improve endurance performance. *Equine Vet. J.* 34, pp 122-125.

162. TYLER CM, GOLLAND LC, EVANS DL, HODGSON DR, ROSE RJ (1996): Changes in maximum oxygen uptake during prolonged training, overtraining and detraining in horses. *J. Appl. Physiol.* 81, pp 2244-49.

163. VALBERG S. (1986): Glycogen depletion patterns in the muscle of Standardbred trotters after exercise of varying intensities and durations. *Equine Vet. J.* 18, pp 479-484.

164. VALBERG S., ESSÉN-GUSTAVSSON B (1987): Metabolic response to racing determined in pools of type I, IIA and IIB fibers. En: *Equine Exercise Physiology 2*. Gillespie JR, Robinson NE (Eds.). ICEEP Publications, Davis, CA, pp 290-301.

165. VALETTE JP, BARREY E, AUVINET B, GALLOUX P, WOLTER R (1993): Exercise test in saddle horse 2: the kinetics of blood

lactate during constant exercise test on treadmill. *J. Equine Vet. Sci.* 13, pp 465-67.

166. VILLE CLAUDE. (1985). *Biología*. 7ma. edición.

167. WAGNER PD, GILLESPIE JR, LANDGREN GL, FEDDE MR, JONES BW, DeBOWES RM, PIESCHL RL, ERICKSON HH (1989): Mechanism of exercise-induced hypoxemia in horses. *J. Appl. Physiol.* 88, pp 1227-33.

168. WAKIL S.J. STOOPS J:K. AND JOSHI V.C. (1983). Fatty acid síntesis and its regulation. *Ann. Rev. Biochem.* 52: 537-579.

169. WASSWERMANN K, BEAVER WL, WHIPP BJ (1986): Mechanisms and patterns of blood lactate increase during exercise in man. *Med. Sci. Sports Exerc.* 18(3), pp 344-352.

170. WAUGH SL, FREGIN GF, THOMAS DP, GERBER N, GRAND BD, CAMPBELL KB (1980): Electromagnetic measurements of cardiac output during exercise in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 41, pp 812-815.

171. WHITE S, WILLIAMSON L, MAYKUTH P, COLE S, ANDREWS F (1993): Heart rate response and plasma lactate concentrations of horses competing in the endurance phase of 3-day combined training events. *Am. Assoc. Equine Practnrs.* 39, pp 191-192.

172. WHITE S, WILLIAMSON L, MAYKUTH P, COLE S, ANDREWS F (1995): Heart rate and lactate concentrations during two different cross country events. *Eq. Vet. J. Suppl.* 18, pp 463-67.-

## 11. ANEXO

### ANEXO 11.1.

Tabla de los animales que se emplearon en este trabajo.

nº	edad	raza	sexo	peso	aptitud
1	8	Zangersheide	m	550	salto
2	8	CDE	m c	514	salto
3	11	KWPN	m c	500	salto
4	6	Belga	h	520	salto
5	12	Belga	m c	547	salto
6	7	Belga	m	518	salto
7	11	SF	m c	594	salto
8	10	Belga	m c	581	salto
9	6	CDE	h	510	salto
10	10	KWPN	h	534	salto
11	8	CDE	m	590	salto
12	12	SF	h	500	salto
13	14	SF	m	598	salto
14	11	Belga	m c	600	salto
15	10	SF	m c	520	salto

Los caballos participantes fueron reconocidos en un examen general donde no se apreciaron cojeras ni síntomas de enfermedad aparente que pudiera impedir su inclusión.

Se les extrajeron sangre de la vena yugular para realizar pruebas analíticas sanguíneas en el Laboratorio del Hospital Veterinario de la Universidad Alfonso X el Sabio.

### ANEXO 11.2. ANALÍTICAS.

Los resultados de las Analíticas se publican a continuación, estando todos los valores dentro de los límites fisiológicos normales de los 15 animales usados en el trabajo.



Caballo nº 1

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES.....  $7,81 \times 10^6 / \mu L$  (6,80 - 12,90)  
HEMATOCRITO..... 35,0 % (32,00 - 50,00)  
HEMOGLOBINA..... 12,7 g / d l (11,00 - 19,00)  
V.C.M..... 45,0 f l (37,00 - 59,00)  
C.H.C.M..... 36,4 g / d l (31,00 - 37,00)  
H.C.M..... 16,3 p g (12,30 - 19,70)  
R.D.W..... 21,0 % (17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS.....  $8,58 \times 10^3 / \bullet l$  (5,40 - 14,30)

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%)..... \*81,6 % (22,00 - 72,00)  
LINFOCITOS (%)..... \*13,5 % (17,00 - 68,00)  
MONOCITOS (%)..... 4,8 % (0,00 - 7,00)  
EOSINOFILOS (%)..... 0,0 % (0,00 - 10,00)  
BASOFILOS (%)..... 0,3 % (0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS.....  $7,01 \times 10^3 / \bullet l$  (2,30 - 8,60)  
LINFOCITOS..... \* $1,16 \times 10^3 / \bullet l$  (1,50 - 7,70)  
MONOCITOS.....  $0,42 \times 10^3 / \bullet l$  (0,00 - 1,00)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS.....  $106 \times 10^3 / \bullet l$  (100,00 - 350,00)



Caballo nº 2

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES .....	9,23 x 10 <sup>6</sup> / uL	(6,80 - 12,90)
HEMATOCRITO .....	33,4 %	(32,00 - 50,00)
HEMOGLOBINA .....	12,5 g / dL	(11,00 - 19,00)
V.C.M. ....	<b>*36,2</b> fl	(37,00 - 59,00)
C.H.C.M. ....	<b>*37,4</b> g / dL	(31,00 - 37,00)
H.C.M. ....	13,5 pg	(12,30 - 19,70)
R.D.W. ....	<b>*25,7</b> %	(17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS .....	7,09 x 10 <sup>3</sup> / • l	(5,40 - 14,30)
------------------	------------------------------	----------------

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%) .....	60,9 %	(22,00 - 72,00)
LINFOCITOS (%) .....	30,9 %	(17,00 - 68,00)
MONOCITOS (%) .....	<b>*7,9</b> %	(0,00 - 7,00)
EOSINOFILOS (%) .....	0,0 %	(0,00 - 10,00)
BASOFILOS (%) .....	0,3 %	(0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS .....	4,32 x 10 <sup>3</sup> / • l	(2,30 - 8,6)
LINFOCITOS .....	2,19 x 10 <sup>3</sup> / • l	(1,50 - 7,70)
MONOCITOS .....	0,56 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
EOSINOFILOS .....	0,00 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
BASOFILOS .....	0,20 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS .....	181 x 10 <sup>3</sup> / • l	(100,00 - 350,00)
-----------------	-----------------------------	-------------------



**Caballo nº 3**

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES .....	8,41 x 10 <sup>6</sup> / uL	(6,80 - 12,90)
HEMATOCRITO .....	37,9 %	(32,00 - 50,00)
HEMOGLOBINA .....	14,2 g / dL	(11,00 - 19,00)
V.C.M. ....	45,1 fL	(37,00 - 59,00)
C.H.C.M. ....	<b>*37,5</b> g / dL	(31,00 - 37,00)
H.C.M. ....	16,9 pg	(12,30 - 19,70)
R.D.W. ....	<b>*24,0</b> %	(17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS .....	7,32 x 10 <sup>3</sup> / • l	(5,40 - 14,30)
------------------	------------------------------	----------------

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%) .....	68,2 %	(22,00 - 72,00)
LINFOCITOS (%) .....	25,1 %	(17,00 - 68,00)
MONOCITOS (%) .....	4,4 %	(0,00 - 7,00)
EOSINOFILOS (%) .....	1,9 %	(0,00 - 10,00)
BASOFILOS (%) .....	0,4 %	(0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS .....	4,99 x 10 <sup>3</sup> / • l	(2,30 - 8,60)
LINFOCITOS .....	1,84 x 10 <sup>3</sup> / • l	(1,50 - 7,70)
MONOCITOS .....	0,32 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
EOSINOFILOS .....	0,14 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
BASOFILOS .....	0,30 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS .....	128 x 10 <sup>3</sup> / • l	(100,00 - 350,00)
-----------------	-----------------------------	-------------------



Caballo nº 4

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES .....	8,62 x 10 <sup>6</sup> / uL	(6,80 - 12,90)
HEMATOCRITO .....	41,4 %	(32,00 - 50,00)
HEMOGLOBINA .....	14,6 g / dL	(11,00 - 19,00)
V.C.M. ....	48,0 fL	(37,00 - 59,00)
C.H.C.M. ....	35,3 g / dL	(31,00 - 37,00)
H.C.M. ....	16,9 pg	(12,30 - 19,70)
R.D.W. ....	*23,7 %	(17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS ..... 9,73 x 10<sup>3</sup> / • l (5,40 - 14,30)

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%) .....	44,3 %	(22,00 - 72,00)
LINFOCITOS (%) .....	50,1 %	(17,00 - 68,00)
MONOCITOS (%) .....	4,5 %	(0,00 - 7,00)
EOSINOFILOS (%) .....	0,8 %	(0,00 - 10,00)
BASOFILOS (%) .....	0,3 %	(0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS .....	4,31 x 10 <sup>3</sup> / • l	(2,30 - 8,60)
LINFOCITOS .....	4,87 x 10 <sup>3</sup> / • l	(1,50 - 7,70)
MONOCITOS .....	0,44 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
EOSINOFILOS .....	0,08 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
BASOFILOS .....	0,30 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS ..... 121 x 10<sup>3</sup> / • l (100,00 - 350,00)



Caballo nº 5

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES	.....	7,56 x 1 0 ^ 6 / u L	(6,80 - 12,90)
HEMATOCRITO	.....	35,0 %	(32,00 - 50,00)
HEMOGLOBINA	.....	12,2 g / d l	(11,00 - 19,00)
V.C.M.	.....	46,3 f l	(37,00 - 59,00)
C.H.C.M.	.....	34,9 g / d l	(31,00 - 37,00)
H.C.M.	.....	16,1 p g	(12,30 - 19,70)
R.D.W.	.....	<b>*23,6 %</b>	(17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS	.....	6,32 x 1 0 ^ 3 / • l	(5,40 - 14,30)
------------	-------	----------------------	----------------

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%)	.....	63,4 %	(22,00 - 72,00)
LINFOCITOS (%)	.....	30,9 %	(17,00 - 68,00)
MONOCITOS (%)	.....	4,1 %	(0,00 - 7,00)
EOSINOFILOS (%)	.....	1,3 %	(0,00 - 10,00)
BASOFILOS (%)	.....	0,3 %	(0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS	.....	4,01 x 1 0 ^ 3 / • l	(2,30 - 8,60)
LINFOCITOS	.....	1,95 x 1 0 ^ 3 / • l	(1,50 - 7,70)
MONOCITOS	.....	0,26 x 1 0 ^ 3 / • l	(0,00 - 1,00)
EOSINOFILOS	.....	0,08 x 1 0 ^ 3 / • l	(0,00 - 1,00)
BASOFILOS	.....	0,20 x 1 0 ^ 3 / • l	(0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS	.....	145 x 1 0 ^ 3 / • l	(100,00 - 350,00)
-----------	-------	---------------------	-------------------



Caballo nº 6

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES .....	7,79 x 10 <sup>6</sup> / u L	(6,80 - 12,90)
HEMATOCRITO .....	34,4 %	(32,00 - 50,00)
HEMOGLOBINA .....	12,2 g / d l	(11,00 - 19,00)
V.C.M. ....	44,2 fl l	(37,00 - 59,00)
C.H.C.M. ....	35,5 g / d l	(31,00 - 37,00)
H.C.M. ....	15,7 p g	(12,30 - 19,70)
R.D.W. ....	<b>*23,4 %</b>	(17,00 - 21,70)
RETICULOCITOS .....	0,014 x 10 <sup>6</sup> / u L	
RETICULOCITOS (%) .....	0,2 %	
RETICULOCITOS INMADUROS (%) .....	44,80 %	

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS .....	7,13 x 10 <sup>3</sup> / • l	(5,40 - 14,30)
<i>Valores Porcentuales</i>		
NEUTRÓFILOS (%) .....	56,0 %	(22,00 - 72,00)
LINFOCITOS (%) .....	38,0 %	(17,00 - 68,00)
MONOCITOS (%) .....	4,9 %	(0,00 - 7,00)
EOSINOFILOS (%) .....	0,8 %	(0,00 - 10,00)
BASOFILOS (%) .....	0,3 %	(0,00 - 4,00)
<i>Valores Absolutos</i>		
NEUTROFILOS .....	3,99 x 10 <sup>3</sup> / • l	(2,30 - 8,60)
LINFOCITOS .....	2,71 x 10 <sup>3</sup> / • l	(1,50 - 7,70)
MONOCITOS .....	0,35 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
EOSINOFILOS .....	0,06 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
BASOFILOS .....	0,20 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS .....	157 x 10 <sup>3</sup> / • l	(100,00 - 350,00)
-----------------	-----------------------------	-------------------



Caballo nº 7

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES.....	8,60 x 1 0 ^ 6 / u L	(6,80 - 12,90)
HEMATOCRITO.....	34,1 %	(32,00 - 50,00)
HEMOGLOBINA.....	12,9 g / d l	(11,00 - 19,00)
V.C.M.....	40,0 f l	(37,00 - 59,00)
C.H.C.M.....	<b>*37,9</b> g / d l	(31,00 - 37,00)
H.C.M.....	15,0 p g	(12,30 - 19,70)
R.D.W.....	21,5 %	(17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS.....10,25 x 1 0 ^ 3 / • l (5,40 - 14,30)

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%).....**\*73,8** % (22,00 - 72,00)

LINFOCITOS (%).....22,6 % (17,00 - 68,00)

MONOCITOS (%).....3,5 % (0,00 - 7,00)

EOSINOFILOS (%).....1,3 % (0,00 - 10,00)

BASOFILOS (%).....0,3 % (0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS.....7,57 x 1 0 ^ 3 / • l (2,30 - 8,60)

LINFOCITOS.....2,32 x 1 0 ^ 3 / • l (1,50 - 7,70)

MONOCITOS.....0,36 x 1 0 ^ 3 / • l (0,00 - 1,00)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS.....112 x 1 0 ^ 3 / • l (100,00 - 350,00)



**Caballo nº 8**

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES ..... $9,57 \times 10^6$  / u L ( 6,80 - 12,9 )  
 HEMATOCRITO ..... 43,9 % (32,00 - 50,00)  
 HEMOGLOBINA ..... 16,5 g / d l (11,00 - 19,00)  
 V.C.M. .... 45,9 f l (37,00 - 59,00)  
 C.H.C.M. .... **\*37,6** g / d l (31,00 - 37,00)  
 H.C.M. .... 17,2 p g (12,30 - 19,70)  
 R.D.W. .... **\*25,4** % (17,00 - 21,70)  
 RETICULOCITOS .....  $0,016 \times 10^6$  / u L  
 RETICULOCITOS (%) ..... 0,2 %  
 RETICULOCITOS INMADUROS (%) ..... 58,80 %

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS .....  $10,11 \times 10^3$  / • l (5,40 - 14,30)  
**Valores Porcentuales**  
 NEUTRÓFILOS (%) ..... 65,2 % (22,00 - 72,00)  
 LINFOCITOS (%) ..... 28,9 % (17,00 - 68,00)  
 MONOCITOS (%) ..... 5,3 % (0,00 - 7,00)  
 EOSINOFILOS (%) ..... 0,5 % (0,00 - 10,00)  
 BASOFILOS (%) ..... 0,1 % (0,00 - 4,00)  
**Valores Absolutos**  
 NEUTROFILOS .....  $6,59 \times 10^3$  / • l (2,30 - 8,60)  
 LINFOCITOS .....  $2,92 \times 10^3$  / • l (1,50 - 7,70)  
 MONOCITOS .....  $0,54 \times 10^3$  / • l (0,00 - 1,00)  
 EOSINOFILOS .....  $0,05 \times 10^3$  / • l (0,00 - 1,00)  
 BASOFILOS .....  $0,01 \times 10^3$  / • l (0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS .....  $225 \times 10^3$  / • l (100,00 - 350,00)



Caballo nº 9

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES..... $9,56 \times 10^6 / \mu L$  (6,80 - 12,90)  
HEMATOCRITO.....34,5 % (32,00 - 50,00)  
HEMOGLOBINA.....13,6 g / d l ( 11,00 - 19,00)  
V.C.M.....\*36,1 f l (37,00 - 59,00)  
C.H.C.M.....\*39,4 g / d l (31,00 - 37,00)  
H.C.M.....14,2 p g (12,30 - 19,70)  
R.D.W.....\*27,8 % (17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS..... $8,17 \times 10^3 / \bullet l$  (5,40 - 14,30)

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%).....44,0 % (22,00 - 72,00)  
LINFOCITOS (%).....46,8 % (17,00 - 68,00)  
MONOCITOS (%).....5,6 % (0,00 - 7,00)  
EOSINOFILOS (%).....3,5 % (0,00 - 10,00)  
BASOFILOS (%).....0,1 % (0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS..... $3,59 \times 10^3 / \bullet l$  (2,30 - 8,60)  
LINFOCITOS..... $3,82 \times 10^3 / \bullet l$  (1,50 - 7,70)  
MONOCITOS..... $0,46 \times 10^3 / \bullet l$  (0,00 - 1,00)  
EOSINOFILOS..... $0,29 \times 10^3 / \bullet l$  (0,00 - 1,00)  
BASOFILOS..... $0,10 \times 10^3 / \bullet l$  (0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS..... $182 \times 10^3 / \bullet l$  (100,00 - 350,00)



Caballo nº 10

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES .....	9,88 x 10 <sup>6</sup> / uL	(6,80 - 12,90)
HEMATOCRITO .....	33,2 %	(32,00 - 50,00)
HEMOGLOBINA .....	12,8 g / dL	(11,00 - 19,00)
V.C.M. ....	<b>*33,6</b> fL	(37,00 - 59,00)
C.H.C.M. ....	<b>*38,6</b> g / dL	(31,00 - 37,00)
H.C.M. ....	13,0 pg	(12,30 - 19,70)
R.D.W. ....	<b>*30,0</b> %	(17,00 - 21,70)
RETICULOCITOS .....	0,023 x 10 <sup>6</sup> / uL	
RETICULOCITOS (%) .....	0,2 %	
RETICULOCITOS INMADUROS (%) .....	43,80 %	

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS .....	13,26 x 10 <sup>3</sup> / • l	(5,40 - 14,30)
------------------	-------------------------------	----------------

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%) .....	41,5 %	(22,00 - 72,00)
LINFOCITOS (%) .....	53,8 %	(17,00 - 68,00)
MONOCITOS (%) .....	3,8 %	(0,00 - 7,00)
EOSINOFILOS (%) .....	0,7 %	(0,00 - 10,00)
BASOFILOS (%) .....	0,2 %	(0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS .....	5,50 x 10 <sup>3</sup> / • l	(2,30 - 8,60)
LINFOCITOS .....	7,14 x 10 <sup>3</sup> / • l	(1,50 - 7,70)
MONOCITOS .....	0,51 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
EOSINOFILOS .....	0,09 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
BASOFILOS .....	0,20 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS .....	174 x 10 <sup>3</sup> / • l	(100,00 - 350,00)
-----------------	-----------------------------	-------------------



Caballo nº 11

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES.....	11,16 x 10 <sup>6</sup> / uL	(6,80 - 12,90)
HEMATOCRITO.....	47,6 %	(32,00 - 50,00)
HEMOGLOBINA.....	17,7 g / dL	(11,00 - 19,00)
V.C.M.....	42,7 fL	(37,00 - 59,00)
C.H.C.M.....	<b>*37,2</b> g / dL	(31,00 - 37,00)
H.C.M.....	15,9 pg	(12,30 - 19,70)
R.D.W.....	<b>*27,3</b> %	(17,00 - 21,7)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS.....	8,55 x 10 <sup>3</sup> / • l	(5,40 - 14,30)
-----------------	------------------------------	----------------

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%).....	51,8 %	(22,00 - 72,00)
LINFOCITOS (%).....	38,0 %	(17,00 - 68,00)
MONOCITOS (%).....	<b>*7,1</b> %	(0,00 - 7,00)
EOSINOFILOS (%).....	2,7 %	(0,00 - 10,00)
BASOFILOS (%).....	0,4 %	(0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS.....	4,43 x 10 <sup>3</sup> / • l	(2,30 - 8,60)
LINFOCITOS.....	3,25 x 10 <sup>3</sup> / • l	(1,50 - 7,70)
MONOCITOS.....	0,61 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
EOSINOFILOS.....	0,23 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
BASOFILOS.....	0,30 x 10 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS.....	165 x 10 <sup>3</sup> / • l	(100,00 - 350,00)
----------------	-----------------------------	-------------------



**Caballo nº 12**

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES .....10,15 x 1 0 ^ 6 / u L (6,80 - 12,90)  
 HEMATOCRITO .....39,6 % (32,00 - 50,00)  
 HEMOGLOBINA .....15,8 g / d l (11,00 - 19,00)  
 V.C.M.....39,0 f l (37,00 - 59,00)  
 C.H.C.M.....\*39,9 g / d l (31,00 - 37,00)  
 H.C.M.....15,6 p g (12,30 - 19,70)  
 R.D.W.....\*27,9 % (17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS .....10,63 x 1 0 ^ 3 / • l (5,40 - 14,30)

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%) .....54,7 % (22,00 - 72,00)  
 LINFOCITOS (%) .....34,8 % (17,00 - 68,00)  
 MONOCITOS (%) .....\*7,1 % (0,00 - 7,00)  
 EOSINOFILOS (%) .....2,7 % (0,00 - 10,00)  
 BASOFILOS (%) .....0,7 % (0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS .....5,82 x 1 0 ^ 3 / • l ( 2,30 - 8,60)  
 LINFOCITOS .....3,70 x 1 0 ^ 3 / • l (1,50 - 7,70)  
 MONOCITOS .....0,75 x 1 0 ^ 3 / • l (0,00 - 1,00)  
 EOSINOFILOS .....0,29 x 1 0 ^ 3 / • l (0,00 - 1,00)  
 BASOFILOS .....\*0,70 x 1 0 ^ 3 / • l (0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS .....201 x 1 0 ^ 3 / • l (100,00 - 350,00)



Caballo nº 13

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES.....7,78 x 1 0 <sup>6</sup> / u L ( 6,80 - 12,90)  
HEMATOCRITO.....34,8 % (32,00 - 50,00)  
HEMOGLOBINA.....12,0 g / d l (11,00 - 19,00)  
V.C.M.....45,0 f l (37,00 - 59,00)  
C.H.C.M.....34,4 g / d l (31,00 - 37,00)  
H.C.M.....15,4 p g (12,30 - 19,70)  
R.D.W.....**\*21,8** % (17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS.....8,28 x 1 0 <sup>3</sup> / • l ( 5,40 - 14,30)

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%).....67,3 % (22,00 - 72,00)  
LINFOCITOS (%).....29,7 % (17,00 - 68,00)  
MONOCITOS (%).....3,0 % (0,00 - 7,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS.....5,57 x 1 0 <sup>3</sup> / • l (2,30 - 8,60)  
LINFOCITOS.....2,46 x 1 0 <sup>3</sup> / • l (1,50 - 7,70)  
MONOCITOS.....0,25 x 1 0 <sup>3</sup> / • l (0,00 - 1,00)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS.....171 x 1 0 <sup>3</sup> / • l (100,00 - 350,00)  
PLAQUETOCRITO.....**\*0,13** % (0,08 - 0,12)



**Caballo nº 14**

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES .....  $7,62 \times 10^6 / \mu L$  ( 6,80 - 12,90 )  
 HEMATOCRITO ..... 32,8 % (32,00 - 50,00)  
 HEMOGLOBINA ..... 12,1 g / d l (11,00 - 19,00)  
 V.C.M. .... 43,0 f l (37,00 - 59,00)  
 C.H.C.M. .... 36,9 g / d l (31,00 - 37,00)  
 H.C.M. .... 15,9 p g (12,30 - 19,70)  
 R.D.W. .... **\*24,5 %** (17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS .....  $8,69 \times 10^3 / \bullet l$  ( 5,40 - 14,30)

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%) ..... 67,1 % (22,00 - 72,00)  
 LINFOCITOS (%) ..... 26,0 % (17,00 - 68,00)  
 MONOCITOS (%) ..... 4,5 % (0,00 - 7,00)  
 EOSINOFILOS (%) ..... 1,6 % (0,00 - 10,00)  
 BASOFILOS (%) ..... 0,8 % (0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS .....  $5,83 \times 10^3 / \bullet l$  (2,30 - 8,60)  
 LINFOCITOS .....  $2,26 \times 10^3 / \bullet l$  (1,50 - 7,70)  
 MONOCITOS .....  $0,39 \times 10^3 / \bullet l$  (0,00 - 1,00)  
 EOSINOFILOS .....  $0,14 \times 10^3 / \bullet l$  (0,00 - 1,00)  
 BASOFILOS ..... **\*0,70**  $\times 10^3 / \bullet l$  (0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS .....  $180 \times 10^3 / \bullet l$  ( 100,00 - 350,00 )

**Caballo nº 15**

**HEMOGRAMA**

**SERIE ROJA**

HEMATIES.....	9,11 x 1 0 <sup>6</sup> / u L	(6,80 - 12,90)
HEMATOCRITO.....	39,6 %	(32,00 - 50,00)
HEMOGLOBINA.....	15,1 g / d l	(11,00 - 19,00)
V.C.M.....	43,5 f l	(37,00 - 59,00)
C.H.C.M.....	<b>*38,1</b> g / d l	(31,00 - 37,00)
H.C.M.....	16,6 p g	(12,30 - 19,70)
R.D.W.....	<b>*25,1</b> %	(17,00 - 21,70)

**SERIE BLANCA**

LEUCOCITOS.....	7,52 x 1 0 <sup>3</sup> / • l	(5,40 - 14,30)
-----------------	-------------------------------	----------------

*Valores Porcentuales*

NEUTRÓFILOS (%).....	59,9 %	(22,00 - 72,00)
LINFOCITOS (%).....	34,4 %	(17,00 - 68,00)
MONOCITOS (%).....	4,7 %	(0,00 - 7,00)
EOSINOFILOS (%).....	0,7 %	(0,00 - 10,00)
BASOFILOS (%).....	0,3 %	(0,00 - 4,00)

*Valores Absolutos*

NEUTROFILOS.....	4,51 x 1 0 <sup>3</sup> / • l	(2,30 - 8,60)
LINFOCITOS.....	2,59 x 1 0 <sup>3</sup> / • l	(1,50 - 7,70)
MONOCITOS.....	0,35 x 1 0 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
EOSINOFILOS.....	0,05 x 1 0 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 1,00)
BASOFILOS.....	0,20 x 1 0 <sup>3</sup> / • l	(0,00 - 0,30)

**SERIE PLAQUETAR**

PLAQUETAS.....	111 x 1 0 <sup>3</sup> / • l	(100,00 - 350,00)
----------------	------------------------------	-------------------

ANEXO 11.3. Tablas de estadísticos básicos obtenidos en el treadmill.

Nº del caballo: 1									
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					25º	37.0º	28	20	0.5
PASO	1.6	960 m	960 m	10 min			123		1.5
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			145		1.8
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			186		1.1
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			198		2.4
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			203		4.3
RECU.10							50		3.0
RECU.20							42	22	1.8
RECU.30							32		

Nº del caballo: 2									
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					20º	37.3º	32	20	2.3
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			71		2.5
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			92		5.6
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			117		2.4
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			156		13.5
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			191		15.7
RECU.10							53		3.7
RECU.20							44		1.6
RECU.30							34		

Nº del caballo: 3									
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					18º	37.7º	40	26	1.1
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			85		2.8
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			124		1.0
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			142		1.2
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			184		3.0
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			216		5.0
RECU.10							60		1.5
RECU.20							46	22	1.1
RECU.30							40		

Nº del caballo:		4							
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					24º	37.8º	32	20	4.6
PASO	1.6	960 m	960 m	10 mi			72		2.4
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			99		5.5
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			134		4.2
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			185		4.9
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			210		5.1
RECU.10							81		3.9
RECU.20							44	28	7.1
RECU.30						37.8	40	24	7.0

Nº del caballo:		5							
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					24.0	38.0	32	16	0.9
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			64		5.2
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			97		4.3
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			120		1.6
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			150		2.5
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			180		2.8
RECU.10						38.9	67	80	1.0
RECU.20						38.4	53	44	1.3
RECU.30						37.3	52	36	0.8

Nº del caballo:		6							
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					26º	37.7	38	20	1.1
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			62		1.8
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			86		2.5
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			105		3.2
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			145		3.3
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			165		3.5
RECU.10							54		1.8
RECU.20							44		1.7
RECU.30							38	18	1.2

Nº del caballo:		7								
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l	
REPOSO					24	37.7	24	13	1.1	
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			65		1.1	
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			110		3.2	
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			141		3.1	
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			176		3.8	
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			204		4.7	
RECU.10							78		1.0	
RECU.20							45		0.8	
RECU.30							37			

Nº del caballo:		8								
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l	
REPOSO					30.0	37.6	36	28	0.5	
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			66		0.8	
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			95		1.9	
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			106		1.1	
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			165		2.3	
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			180		2.4	
RECU.10						39,2	73	88	1.0	
RECU.20						39,1	53	76	0.8	
RECU.30						38,6	42	36		

Nº del caballo:		9								
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l	
REPOSO					27.0	37.7	28	16	0.7	
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			68		0.7	
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			103		0.5	
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			106		0.9	
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			160		1.3	
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			172		1.9	
RECU.10						39.0	67	64	0.9	
RECU.20						39.2	39	40	1.1	
RECU.30						38.8	36	28		

Nº del caballo:		10							
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					26º	37.8	48	24	1.6
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			81		1.0
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			102		1.5
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			116		3.9
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			150		3.7
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			160		3.5
RECU.10						39.3	81		1.6
RECU.20						39.1	46	24	0.7
RECU.30						38.7	35	20	

Nº del caballo:		11							
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					22º	38,2	36	20	0,8
PASO	1.6	300 m	300 m	10min			60		0,8
TROTE	3.5	500 m	800 m	5 min			84		0,8
TROTE	5	900 m	1700 m	3 min			88		0,9
TROTE	7.5	800 m	2500 m	2 min			104		1,7
GALOPE	9	900 m	3400 m	2 min			150		2,6
RECU.10						39,1	84		1,0
RECU.20						38,7	38	18	1,1
RECU.30							36		

Nº del caballo:		12							
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					28º	37.7	36	24	0.6
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			64		1.8
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			96		2.2
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			113		2.4
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			154		3.2
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			180		3.5
RECU.10							68		1.6
RECU.20							40		1.0

Nº del caballo:		13							
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					15º	37.0º	40	24	0.9
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			57		2.2
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			84		3.8
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			88		3.6
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			90		3.8
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			153		3.7
RECU.10							75		2.0
RECU20							44	20	1.2

Nº del caballo:		14							
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					20º	37.8	32	20	0.8
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			62		1.6
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			130		2.0
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			160		2.6
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			152		3.2
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			175		3.8
RECU.10							57		2.7
RECU.20							38		1.9

Nº del caballo:		15							
Aire	Vel m/s	Dist.m	Dist total	Tiempo	Tº amb	Tº rectal	FC	FR	Lactato mmol/l
REPOSO					22º	37.9	36	20	0.8
PASO	1.6	960 m	960 m	10min			62		1.5
TROTE	3.5	1050 m	2010 m	5 min			86		1.9
TROTE	5	900 m	2910 m	3 min			108		2.2
TROTE	7.5	900 m	3810 m	2 min			168		3.1
GALOPE	9	1080 m	4890 m	2 min			186		3.5
RECU.10							56		1.7
RECU.20							38		0.9

ANEXO 11.4. TABLAS DE ESTADÍSTICOS BÁSICOS EN LA NATACIÓN.

					FC PISCINA	
5 VUELTAS						
	Minima	Maxima	Media	N	Desviación típica	Error típico de la media
PFCb5v	24	50	35,60	15	7,219	1,864
PFC5V	105	206	159,00	15	29,034	7,497
PFC5VR10	40	94	64,20	15	18,804	4,855
PFC5VR20	31	93	53,40	15	16,392	4,232
PFC5VR30	28	56	41,40	15	8,846	2,284
10 VUELTAS						
	Minima	Máxima	Media	N	Desviación típica	Error típico de la media
PFCb10v	24	60	35,47	15	9,753	2,518
PFC10V1	96	189	158,67	15	25,933	6,696
PFC10V2	111	195	160,40	15	23,579	6,088
PFC10VR10	32	88	56,73	15	15,126	3,905
PFC10VR20	32	63	42,33	15	9,131	2,358
15 VUELTAS						
	Mínima	Máxima	Media	N	Desviación típica	Error típico de la media
PFCb15V	28	60	39,33	15	9,092	2,348
PFC15V1	92	190	149,87	15	25,142	6,492
PFC15V2	107	181	152,07	15	22,343	5,769
PFC15VR10	24	79	54,67	15	13,254	3,422
PFC15VR20	28	50	40,40	15	6,162	1,591

*Frecuencia Cardíaca en el ejercicio de natación en piscina.*

				LACTATO PISCINA		
5 VUELTAS						
	Minima	Máxima	Media	N	Desviación típica	Error típico de la media
PLAb5v	0.6	1.1	,860	15	,1595	,0412
PLA5V	<b>1.1</b>	<b>9.3</b>	<b>4,75</b>	15	2,339	,604
PLA5VR10	0.7	8.8	3,540	15	2,3302	,6016
PLA5VR20	0.7	7.3	2,660	15	1,8769	,4846
PLA5VR30	0.7	3.1	1,56	15	,881	,227
10 VUELTAS						
	Mínima	Máxima	Media	N	Desviación típica	Error típico de la media
PLAb10v	0.5	1.1	,760	15	,1765	,0456
PLA10V1	<b>0.9</b>	<b>10.2</b>	<b>4,207</b>	15	2,5580	,6605
PLA10V2	<b>0.7</b>	<b>8.6</b>	<b>3,580</b>	15	2,3128	,5972
PLA10VR10	0.5	7.4	2,440	15	1,8306	,4727
PLA10VR20	0.5	5.1	1,667	15	1,1242	,2903
15 VUELTAS						
	Mínima	Máxima	Media	N	Desviación típica	Error típico de la media
PLAb15v	0.5	2.5	,880	15	,4784	,1235
PLA15V1	<b>0.9</b>	<b>7.1</b>	<b>3,160</b>	15	1,8757	,4843
PLA15V2	<b>0.7</b>	<b>5.3</b>	<b>2,673</b>	15	1,6390	,4232
PLA15VR10	0.6	4.7	1,840	15	1,1642	,3006
PLA15VR20	0.6	3.4	1,273	15	,7245	,1871

*Lactato en el ejercicio de natación*

ANEXO 11.5. ESTADÍSTICOS BÁSICOS EN TREADMILL.

FC TREADMILL						
	Mínima	Máxima	Media	N	Desviación típica	Error típico de la media
Fc basal	24	48	34,53	15	5,878	1,518
FCP	57	123	70,80	15	16,319	4,214
FCT	84	145	102,20	15	18,048	4,660
FCT2	88	186	122,00	15	26,592	6,866
FCT3	90	198	155,80	15	28,413	7,336
FCG	150	216	181,67	15	20,283	5,237
FCR2	63	140	90,67	15	17,650	4,557
FCR10	50	84	66,93	15	11,423	2,950
FCR20	38	53	43,60	15	4,793	1,238
FCR30	32	52	37,73	15	4,906	1,267

*Frecuencia cardiaca ejercicio en treadmill.*

LACTATO TREADMILL						
	Mínima	Máxima	Media	N	Desviación típica	Error típico de la media
Lab	0.5	4.6	1,220	15	1,0421	,2691
LAP	0.7	5.2	1,847	15	1,1370	,2936
LAT	0.5	5.6	2,567	15	1,5958	,4120
LAT2	0.9	4.2	2,293	15	1,1317	,2922
LAT3	1.3	13.5	3,713	15	2,8518	,7363
LAG	1.9	15.7	4,400	15	3,2599	,8417
LAR2	1.4	8.7	3,207	15	1,8148	,4686
LAR10	0.9	3.9	1,89	15	,990	,256
LAR20	0.7	7.1	1,607	15	1,5659	,4043

ANEXO 11.6. ESTUDIO DE CORRELACIÓN

*Valores FC en 5V frente a valores de FC en treadmill.*

**Correlaciones de muestras relacionadas**

	Piscina FC basal antes de 5 V	N	Correlación	Significación
Par 1	PFCb5v y Fcb	15	,854	,000
Par 2	PFCb5v y FCP	15	-,183	,515
Par 3	PFCb5v y FCT	15	-,400	,140
Par 4	PFCb5v y FCT2	15	-,483	,068
Par 5	PFCb5v y FCT3	15	-,568	,027
Par 6	PFCb5v y FCG	15	-,548	,034
Par 7	PFCb5v y FCR2	15	,259	,351
Par 8	PFCb5v y FCR10	15	,306	,267
Par 9	PFCb5v y FCR20	15	,073	,795
Par 10	PFCb5v y FCR30	15	,017	,952

	Piscina FC después de 5 Vueltas	N	Correlación	Significación.
Par 1	PFC5V y Fcb	15	,184	,511
Par 2	PFC5V y FCP	15	-,279	,314
Par 3	PFC5V y FCT	15	-,005	,985
Par 4	PFC5V y FCT2	15	-,123	,663
Par 5	PFC5V y FCT3	15	-,296	,283
Par 6	PFC5V y FCG	15	-,236	,397
Par 7	PFC5V y FCR2	15	,020	,944
Par 8	PFC5V y FCR10	15	-,342	,212
Par 9	PFC5V y FCR20	15	,031	,912
Par 10	PFC5V y FCR30	15	,293	,289

	Piscina FC despues de 10 minutos de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC5vR10 y Fcb	15	,411	,128
Par 2	PFC5vR10 y FCP	15	-,213	,446
Par 3	PFC5vR10 y FCT	15	-,217	,438
Par 4	PFC5vR10 y FCT2	15	-,312	,257
Par 5	PFC5vR10 y FCT3	15	-,192	,494
Par 6	PFC5v R10 y FCG	15	-,312	,258
Par 7	PFC5vR10 y FCR2	15	-,097	,730
Par 8	PFC5vR10 y FCR10	15	-,015	,958
Par 9	PFC5vR10 y FCR20	15	,107	,704
Par 10	PFC5vR10 y FCR30	15	,248	,372

	Piscina FC despues de 20 minutos de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC5vR20 y Fcb	15	,709	,003
Par 2	PFC5vR20 y FCP	15	-,070	,804
Par 3	PFC5vR20 y FCT	15	-,234	,400
Par 4	PFC5vR20 y FCT2	15	-,309	,262
Par 5	PFC5vR20 y FCT3	15	-,207	,459
Par 6	PFC5vR20 y FCG	15	-,331	,229
Par 7	PFC5vR20 y FCR2	15	,065	,819
Par 8	PFC5vR20 y FCR10	15	,315	,253
Par 9	PFC5vR20 y FCR20	15	,262	,345
Par 10	PFC5vR20 y FCR30	15	,312	,257

	Piscina FC despues de 30 minutos de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC5vR30 y Fcb	15	,454	,089
Par 2	PFC5vR30 y FCP	15	,038	,894
Par 3	PF5vCR30 y FCT	15	-,082	,773
Par 4	PFC5vR30 y FCT2	15	-,067	,813
Par 5	PFC5vR30 y FCT3	15	,114	,687
Par 6	PFC5vR30 y FCG	15	-,092	,744
Par 7	PFC5vR30 y FCR2	15	-,134	,633
Par 8	PFC5vR30 y FCR10	15	-,032	,911
Par 9	PFC5vR30 y FCR20	15	,334	,223
Par 10	PFC5vR30 y FCR30	15	,412	,127

*Valores FC en 10V frente a valores de FC en treadmill*

	Piscina FC basal antes de 10 V	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFCb10v y Fcb	15	,843	,000
Par 2	PFCb10v y FCP	15	-,107	,705
Par 3	PFCb10v y FCT	15	-,225	,420
Par 4	PFCb10v y FCT2	15	-,315	,254
Par 5	PFCb10v y FCT3	15	-,368	,177
Par 6	PFCb10v y FCG	15	-,348	,204
Par 7	PFCb10v y FCR2	15	,467	,079
Par 8	PFCb10v y FCR10	15	,330	,229
Par 9	PFCb10v y FCR20	15	-,026	,926
Par 10	PFCb10v y FCR30	15	-,221	,428

	Piscina FC después de nadar 5 primeras V	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC10V1 y Fcb	15	,411	,128
Par 2	PFC10V1 y FCP	15	-,167	,553
Par 3	PFC10V1 y FCT	15	-,132	,639
Par 4	PFC10V1 y FCT2	15	-,163	,562
Par 5	PFC10V1 y FCT3	15	-,141	,617
Par 6	PFC10V1 y FCG	15	-,141	,616
Par 7	PFC10V1 y FCR2	15	,087	,758
Par 8	PFC10V1 y FCR10	15	-,163	,561
Par 9	PFC10V1 y FCR20	15	,070	,804
Par 10	PFC10V1 y FCR30	15	,281	,311

	Piscina FC después de nadar 5 segundas V	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC10V2 y Fcb	15	,283	,307
Par 2	PFC10V2 y FCP	15	-,077	,785
Par 3	PFC10V2 y FCT	15	,061	,829
Par 4	PFC10V2 y FCT2	15	-,017	,952
Par 5	PFC10V2 y FCT3	15	-,116	,680
Par 6	PFC10V2 y FCG	15	-,043	,879
Par 7	PFC10V2 y FCR2	15	,160	,569
Par 8	PFC10V2 y FCR10	15	-,208	,457
Par 9	PFC10V2 y FCR20	15	,069	,808
Par 10	PFC10V2 y FCR30	15	,312	,258

	Piscina FC después de 10 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC10VR10 y Fcb	15	,346	,207
Par 2	PFC10VR10 y FCP	15	,057	,840
Par 3	PFC10VR10 y FCT	15	-,049	,863
Par 4	PFC10VR10 y FCT2	15	-,115	,684
Par 5	PFC10VR10 y FCT3	15	,194	,487
Par 6	PFC10VR10 y FCG	15	,257	,356
Par 7	PFC10VR10 y FCR2	15	,470	,077
Par 8	PFC10VR10 y FCR10	15	-,172	,540
Par 9	PFC10VR10 y FCR20	15	,218	,435
Par 10	PFC10VR10 y FCR30	15	,170	,544

	Piscina FC después de 20 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC10VR20 y Fcb	15	,175	,533
Par 2	PFC10VR20 y FCP	15	-,393	,147
Par 3	PFC10VR20 y FCT	15	-,520	,047
Par 4	PFC10VR20 y FCT2	15	-,425	,114
Par 5	PFC10VR20 y FCT3	15	-,377	,166
Par 6	PFC10VR20 y FCG	15	-,251	,367
Par 7	PFC10VR20 y FCR2	15	-,082	,772
Par 8	PFC10VR20 y FCR10	15	,274	,323
Par 9	PFC10VR20 y FCR20	15	-,085	,764
Par 10	PFC10VR20 y FCR30	15	,085	,763

**Valores FC en 15V frente a valores de FC en treadmill**

	Piscina FC basal antes de 15 Vueltas	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFCb15v y Fcb	15	,825	,000
Par 2	PFCb15v y FCP	15	-,078	,782
Par 3	PFCb15v y FCT	15	-,176	,531
Par 4	PFCb15v y FCT2	15	-,255	,359
Par 5	PFCb15v y FCT3	15	-,354	,195
Par 6	PFCb15v y FCG	15	-,287	,299
Par 7	PFCb15v y FCR2	15	,511	,051
Par 8	PFCb15v y FCR10	15	,229	,411
Par 9	PFCb15v y FCR20	15	,010	,972
Par 10	PFCb15v y FCR30	15	-,036	,898

	Piscina FC después de nadar 8-1ª Vueltas (total 15V)	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC15V1 y Fcb	15	,198	,480
Par 2	PFC15V1 y FCP	15	-,525	,044
Par 3	PFC15V1 y FCT	15	-,159	,570
Par 4	PFC15V1 y FCT2	15	-,169	,547
Par 5	PFC15V1 y FCT3	15	-,113	,688
Par 6	PFC15V1 y FCG	15	,075	,791
Par 7	PFC15V1 y FCR2	15	,290	,295
Par 8	PFC15V1 y FCR10	15	,203	,467
Par 9	PFC15V1 y FCR20	15	,098	,728
Par 10	PFC15V1 y FCR30	15	,415	,124

	Piscina FC después de nadar 7- 2ª Vueltas t.15V	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC15V2 y Fcb	15	,141	,616
Par 2	PFC15V2 y FCP	15	-,512	,051
Par 3	PFC15V2 y FCT	15	-,109	,698
Par 4	PFC15V2 y FCT2	15	-,147	,600
Par 5	PFC15V2 y FCT3	15	-,250	,370
Par 6	PFC15V2 y FCG	15	-,101	,722
Par 7	PFC15V2 y FCR2	15	,100	,723
Par 8	PFC15V2 y FCR10	15	,116	,679
Par 9	PFC15V2 y FCR20	15	-,030	,914
Par 10	PFC15V2 y FCR30	15	,349	,202

	Piscina FC después de 10 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC15VR10 y Fcb	15	,325	,237
Par 2	PFC15VR10 y FCP	15	-,405	,134
Par 3	PFC15VR10 y FCT	15	-,360	,187
Par 4	PFC15VR10 y FCT2	15	-,458	,086
Par 5	PFC15VR10 y FCT3	15	-,040	,886
Par 6	PFC15VR10 y FCG	15	-,063	,824
Par 7	PFC15VR10 y FCR2	15	,341	,213
Par 8	PFC15VR10 y FCR10	15	,484	,068
Par 9	PFC15VR10 y FCR20	15	,407	,132
Par 10	PFC15VR10 y FCR30	15	,413	,126

	Piscina FC después de 20 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PFC15VR20 y Fcb	15	,475	,074
Par 2	PFC15VR20 y FCP	15	-,523	,045
Par 3	PFC15VR20 y FCT	15	-,624	,013
Par 4	PFC15VR20 y FCT2	15	-,585	,022
Par 5	PFC15VR20 y FCT3	15	-,428	,112
Par 6	PFC15VR20 y FCG	15	-,331	,227
Par 7	PFC15VR20 y FCR2	15	,128	,649
Par 8	PFC15VR20 y FCR10	15	,193	,490
Par 9	PFC15VR20 y FCR20	15	-,098	,728
Par 10	PFC15VR20 y FCR30	15	-,020	,944

*Valores LA en 5V frente a valores de LA en treadmill*

	Piscina LA basal antes de 5 V	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLAb5v y LAb	15	-,021	,942
Par 2	PLAb5v y LAP	15	,165	,558
Par 3	PLAb5v y LAT	15	,295	,286
Par 4	PLAb5v y LAT2	15	,113	,688
Par 5	PLAb5v y LAT3	15	,421	,118
Par 6	PLAb5v y LAG	15	,400	,140
Par 7	PLAb5v y LAR2	15	,250	,368
Par 8	PLAb5v y LAR10	15	-,002	,995
Par 9	PLAb5v y LAR20	15	-,251	,368
Par 10	PLAb5v y LAR30	3	-,836	,370

	Piscina LA despues de nadar de 5 V	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLA5V y Lab	15	,145	,606
Par 2	PLA5V y LAP	15	,069	,807
Par 3	PLA5V y LAT	15	-,077	,785
Par 4	PLA5V y LAT2	15	,232	,404
Par 5	PLA5V y LAT3	15	-,241	,387
Par 6	PLA5V y LAG	15	-,293	,290
Par 7	PLA5V y LAR2	15	-,302	,274
Par 8	PLA5V y LAR10	15	-,095	,737
Par 9	PLA5V y LAR20	15	,184	,512
Par 10	PLA5V y LAR30	3	-,031	,980

	Piscina LA después de 10 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLAR10 y Lab	15	,133	,636
Par 2	PLAR10 y LAP	15	,071	,802
Par 3	PLAR10 y LAT	15	,024	,933
Par 4	PLAR10 y LAT2	15	,404	,135
Par 5	PLAR10 y LAT3	15	-,199	,478
Par 6	PLAR10 y LAG	15	-,245	,380
Par 7	PLAR10 y LAR2	15	-,209	,455
Par 8	PLAR10 y LAR10	15	,041	,885
Par 9	PLAR10 y LAR20	15	,203	,468
Par 10	PLAR10 y LAR30	3	,128	,918

	Piscina LA después de 20 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLAR20 y Lab	15	,155	,582
Par 2	PLAR20 y LAP	15	,047	,867
Par 3	PLAR20 y LAT	15	,118	,676
Par 4	PLAR20 y LAT2	15	,470	,077
Par 5	PLAR20 y LAT3	15	-,132	,639
Par 6	PLAR20 y LAG	15	-,175	,534
Par 7	PLAR20 y LAR2	15	-,128	,648
Par 8	PLAR20 y LAR10	15	,110	,697
Par 9	PLAR20 y LAR20	15	,219	,432
Par 10	PLAR20 y LAR30	3	,191	,878

	Piscina LA después de 30 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLAR30 y Lab	15	,421	,118
Par 2	PLAR30 y LAP	15	,178	,527
Par 3	PLAR30 y LAT	15	,139	,621
Par 4	PLAR30 y LAT2	15	,352	,199
Par 5	PLAR30 y LAT3	15	-,123	,662
Par 6	PLAR30 y LAG	15	-,145	,607
Par 7	PLAR30 y LAR2	15	-,085	,763
Par 8	PLAR30 y LAR10	15	,157	,576
Par 9	PLAR30 y LAR20	15	,483	,068
Par 10	PLAR30 y LAR30	3	,586	,602

**Valores LA en 10V frente a valores de LA en treadmill**

	Piscina LA basal antes de 10 V	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLAb10v y Lab	15	,459	,085
Par 2	PLAb10v y LAP	15	,159	,570
Par 3	PLAb10v y LAT	15	,142	,614
Par 4	PLAb10v y LAT2	15	,406	,133
Par 5	PLAb10v y LAT3	15	-,098	,728
Par 6	PLAb10v y LAG	15	-,179	,524
Par 7	PLAb10v y LAR2	15	-,079	,778
Par 8	PLAb10v y LAR10	15	,174	,535
Par 9	PLAb10v y LAR20	15	,505	,055
Par 10	PLAb10v y LAR30	3	,549	,630

	Piscina LA despues de nadar 10 V (5-1ª V)	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLA10V1 y Lab	15	,078	,781
Par 2	PLA10V1 y LAP	15	,254	,362
Par 3	PLA10V1 y LAT	15	,051	,857
Par 4	PLA10V1 y LAT2	15	,243	,384
Par 5	PLA10V1 y LAT3	15	-,100	,722
Par 6	PLA10V1 y LAG	15	-,101	,721
Par 7	PLA10V1 y LAR2	15	-,038	,892
Par 8	PLA10V1 y LAR10	15	,240	,390
Par 9	PLA10V1 y LAR20	15	,210	,453
Par 10	PLA10V1 y LAR30	3	-,294	,810

	Piscina LA despues de nadar 10 V (5-2ª V)	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLA10V2 y Lab	15	-,043	,879
Par 2	PLA10V2 y LAP	15	,169	,548
Par 3	PLA10V2 y LAT	15	-,018	,950
Par 4	PLA10V2 y LAT2	15	,298	,281
Par 5	PLA10V2 y LAT3	15	-,161	,568
Par 6	PLA10V2 y LAG	15	-,196	,484
Par 7	PLA10V2 y LAR2	15	-,174	,535
Par 8	PLA10V2 y LAR10	15	,069	,808
Par 9	PLA10V2 y LAR20	15	,039	,891
Par 10	PLA10V2 y LAR30	3	-,416	,727

	Piscina LA después de 10 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLA10VR10 y Lab	15	-,007	,980
Par 2	PLA10VR10 y LAP	15	,136	,630
Par 3	PLA10VR10 y LAT	15	-,009	,976
Par 4	PLA10VR10 y LAT2	15	,326	,235
Par 5	PLA10VR10 y LAT3	15	-,138	,624
Par 6	PLA10VR10 y LAG	15	-,166	,554
Par 7	PLA10VR10 y LAR2	15	-,112	,692
Par 8	PLA10VR10 y LAR10	15	,082	,771
Par 9	PLA10VR10 y LAR20	15	,043	,878
Par 10	PLA10VR10 y LAR30	3	-,121	,923

	Piscina LA después de 20 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLA10VR20 y Lab	15	-,071	,801
Par 2	PLA10VR20 y LAP	15	-,003	,991
Par 3	PLA10VR20 y LAT	15	-,007	,981
Par 4	PLA10VR20 y LAT2	15	,337	,219
Par 5	PLA10VR20 y LAT3	15	-,172	,541
Par 6	PLA10VR20 y LAG	15	-,217	,437
Par 7	PLA10VR20 y LAR2	15	-,127	,651
Par 8	PLA10VR20 y LAR10	15	,120	,671
Par 9	PLA10VR20 y LAR20	15	,026	,928
Par 10	PLA10VR20 y LAR30	3	-,044	,972

*Valores LA en 15V frente a valores de LA en treadmill.*

	Piscina LA basales	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLAb15v y Lab	15	,303	,272
Par 2	PLAb15v y LAP	15	,257	,356
Par 3	PLAb15v y LAT	15	,535	,040
Par 4	PLAb15v y LAT2	15	,020	,945
Par 5	PLAb15v y LAT3	15	,867	,000
Par 6	PLAb15v y LAG	15	,867	,000
Par 7	PLAb15v y LAR2	15	,738	,002
Par 8	PLAb15v y LAR10	15	,440	,101
Par 9	PLAb15v y LAR20	15	,035	,900
Par 10	PLAb15v y LAR30	3	-,924	,249

	PiscianLa después de nadar 8-1ª V (total 15)	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLA15V1 y Lab	15	,078	,784
Par 2	PLA15V1 y LAP	15	,293	,289
Par 3	PLA15V1 y LAT	15	,143	,610
Par 4	PLA15V1 y LAT2	15	,214	,443
Par 5	PLA15V1 y LAT3	15	-,041	,884
Par 6	PLA15V1 y LAG	15	-,021	,940
Par 7	PLA15V1 y LAR2	15	,061	,830
Par 8	PLA15V1 y LAR10	15	,363	,184
Par 9	PLA15V1 y LAR20	15	,249	,371
Par 10	PLA15V1 y LAR30	3	-,292	,811

	Piscina La después de nadar 7-2ª V (total 15)	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLA15V2 y Lab	15	,194	,489
Par 2	PLA15V2 y LAP	15	,228	,414
Par 3	PLA15V2 y LAT	15	,194	,488
Par 4	PLA15V2 y LAT2	15	,260	,350
Par 5	PLA15V2 y LAT3	15	,005	,986
Par 6	PLA15V2 y LAG	15	,025	,929
Par 7	PLA15V2 y LAR2	15	,161	,566
Par 8	PLA15V2 y LAR10	15	,496	,060
Par 9	PLA15V2 y LAR20	15	,373	,171
Par 10	PLA15V2 y LAR30	3	,222	,858

	Piscina LA después de 10 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLA15VR10 y Lab	15	,108	,701
Par 2	PLA15VR10 y LAP	15	,176	,530
Par 3	PLA15VR10 y LAT	15	,213	,447
Par 4	PLA15VR10 y LAT2	15	,255	,359
Par 5	PLA15VR10 y LAT3	15	,105	,710
Par 6	PLA15VR10 y LAG	15	,119	,672
Par 7	PLA15VR10 y LAR2	15	,230	,410
Par 8	PLA15VR10 y LAR10	15	,426	,113
Par 9	PLA15VR10 y LAR20	15	,197	,481
Par 10	PLA15VR10 y LAR30	3	,287	,815

	Piscina LA después de 20 min de reposo	N	Correlación	Sig.
Par 1	PLA15VR20 y Lab	15	-,033	,906
Par 2	PLA15VR20 y LAP	15	,028	,922
Par 3	PLA15VR20 y LAT	15	-,022	,937
Par 4	PLA15VR20 y LAT2	15	,011	,969
Par 5	PLA15VR20 y LAT3	15	-,148	,599
Par 6	PLA15VR20 y LAG	15	-,083	,770
Par 7	PLA15VR20 y LAR2	15	,119	,674
Par 8	PLA15VR20 y LAR10	15	,376	,167
Par 9	PLA15VR20 y LAR20	15	,190	,497
Par 10	PLA15VR20 y LAR30	3	,245	,842

ANEXO 11.8. DIFERENCIAS RELACIONADAS.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Interv. de confianza para la dif.				
					Inferior	Superior			
Par 1	PFCb5v - Ecb	1,067	3,77	0,973	-1,021	3,154	1,096	14	0,292
Par 2	PFCb5v - ECP	-35,2	19,012	4,909	-45,729	-24,671	-7,171	14	0
Par 3	PFCb5v - ECT	-66,6	21,954	5,668	-78,758	-54,442	-11,749	14	0
Par 4	PFCb5v - ECT2	-86,4	30,736	7,936	-103,421	-69,379	-10,887	14	0
Par 5	PFCb5v - ECT3	-120,2	33,052	8,534	-138,504	-101,896	-14,085	14	0
Par 6	PFCb5v - ECG	-146,067	24,981	6,45	-159,901	-132,232	-22,645	14	0
Par 7	PFCb5v - ECR2	-55,067	17,252	4,454	-64,621	-45,513	-12,362	14	0
Par 8	PFCb5v - ECR10	-31,333	11,493	2,968	-37,698	-24,969	-10,559	14	0
Par 9	PFCb5v - ECR20	-8	8,367	2,16	-12,633	-3,367	-3,703	14	0,002
Par 10	PFCb5v - ECR30	-2,133	8,659	2,236	-6,929	2,662	-0,954	14	0,356

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Interv. de confianza para la dif.				
					Inferior	Superior			
Par 1	PFC5V - Ecb	124,467	28,543	7,37	108,66	140,273	16,889	14	0
Par 2	PFC5V - ECP	88,2	37,06	9,569	67,677	108,723	9,217	14	0
Par 3	PFC5V - ECT	56,8	34,266	8,847	37,824	75,776	6,42	14	0
Par 4	PFC5V - ECT2	37	41,708	10,769	13,903	60,097	3,436	14	0,004
Par 5	PFC5V - ECT3	3,2	46,254	11,943	-22,415	28,815	0,268	14	0,793
Par 6	PFC5V - ECG	-22,667	39,146	10,107	-44,345	-0,989	-2,243	14	0,042
Par 7	PFC5V - ECR2	68,333	33,676	8,695	49,684	86,983	7,859	14	0
Par 8	PFC5V - ECR10	92,067	34,646	8,946	72,88	111,253	10,292	14	0
Par 9	PFC5V - ECR20	115,4	29,279	7,56	99,186	131,614	15,265	14	0
Par 10	PFC5V - ECR30	121,267	27,994	7,228	105,764	136,769	16,778	14	0

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilat.)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Interv. de confianza para la dif.				
					Inferior	Superior			
Par 1	PFCR10 - Ecb	29,667	17,241	4,452	20,119	39,214	6,664	14	0
Par 2	PFCR10 - ECP	-6,6	27,396	7,074	-21,771	8,571	-0,933	14	0,367
Par 3	PFCR10 - ECT	-38	28,748	7,423	-53,92	-22,08	-5,119	14	0
Par 4	PFCR10 - ECT2	-57,8	37,052	9,567	-78,319	-37,281	-6,042	14	0
Par 5	PFCR10 - ECT3	-91,6	36,957	9,542	-112,066	-71,134	-9,599	14	0
Par 6	PFCR10 - ECG	-117,467	31,67	8,177	-135,005	-99,928	-14,365	14	0
Par 7	PFCR10 - ECR2	-26,467	27,016	6,975	-41,427	-11,506	-3,794	14	0,002
Par 8	PFCR10 - ECR10	-2,733	22,147	5,718	-14,998	9,531	-0,478	14	0,64
Par 9	PFCR10 - ECR20	20,6	18,901	4,88	10,133	31,067	4,221	14	0,001
Par 10	PFCR10 - ECR30	26,467	18,216	4,703	16,379	36,555	5,627	14	0

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.					
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilat.)	
Par 1	PFCR20 - Ecb	18,867	12,906	3,332	11,72	26,014	5,662	14	0	
Par 2	PFCR20 - ECP	-17,4	23,925	6,177	-30,649	-4,151	-2,817	14	0,014	
Par 3	PFCR20 - ECT	-48,8	27,077	6,991	-63,795	-33,805	-6,98	14	0	
Par 4	PFCR20 - ECT2	-68,6	35,288	9,111	-88,142	-49,058	-7,529	14	0	
Par 5	PFCR20 - ECT3	-102,4	35,621	9,197	-122,126	-82,674	-11,134	14	0	
Par 6	PFCR20 - ECG	-128,267	29,999	7,746	-144,879	-111,654	-16,56	14	0	
Par 7	PFCR20 - ECR2	-37,267	23,298	6,015	-50,168	-24,365	-6,195	14	0	
Par 8	PFCR20 - ECR10	-13,533	16,771	4,33	-22,821	-4,246	-3,125	14	0,007	
Par 9	PFCR20 - ECR20	9,8	15,826	4,086	1,036	18,564	2,398	14	0,031	
Par 10	PFCR20 - ECR30	15,667	15,573	4,021	7,043	24,291	3,896	14	0,002	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv de confianza para la dif.					
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilat.)	
Par 1	PFCR30 - Ecb	6,867	8,096	2,09	2,383	11,35	3,285	14	0,005	
Par 2	PFCR30 - ECP	-29,4	18,267	4,717	-39,516	-19,284	-6,233	14	0	
Par 3	PFCR30 - ECT	-60,8	20,737	5,354	-72,284	-49,316	-11,355	14	0	
Par 4	PFCR30 - ECT2	-80,6	28,58	7,379	-96,427	-64,773	-10,922	14	0	
Par 5	PFCR30 - ECT3	-114,4	28,782	7,431	-130,339	-98,461	-15,394	14	0	
Par 6	PFCR30 - ECG	-140,267	22,861	5,903	-152,927	-127,607	-23,763	14	0	
Par 7	PFCR30 - ECR2	-49,267	20,779	5,365	-60,774	-37,759	-9,183	14	0	
Par 8	PFCR30 - ECR10	-25,533	14,667	3,787	-33,656	-17,411	-6,742	14	0	
Par 9	PFCR30 - ECR20	-2,2	8,537	2,204	-6,928	2,528	-0,998	14	0,335	
Par 10	PFCR30 - ECR30	3,667	8,156	2,106	-0,85	8,183	1,741	14	0,104	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.					
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)	
Par 1	PFCb10v - Ecb	0,933	5,75	1,485	-2,251	4,118	0,629	14	0,54	
Par 2	PFCb10v - ECP	-35,333	19,884	5,134	-46,345	-24,322	-6,882	14	0	
Par 3	PFCb10v - ECT	-66,733	22,362	5,774	-79,117	-54,35	-11,558	14	0	
Par 4	PFCb10v - ECT2	-86,533	31,071	8,023	-103,74	-69,327	-10,786	14	0	
Par 5	PFCb10v - ECT3	-120,333	33,267	8,589	-138,756	-101,911	-14,01	14	0	
Par 6	PFCb10v - ECG	-146,2	25,378	6,552	-160,254	-132,146	-22,312	14	0	
Par 7	PFCb10v - ECR2	-55,2	15,681	4,049	-63,884	-46,516	-13,634	14	0	
Par 8	PFCb10v - ECR10	-31,467	12,328	3,183	-38,294	-24,64	-9,886	14	0	
Par 9	PFCb10v - ECR20	-8,133	10,98	2,835	-14,214	-2,053	-2,869	14	0,012	
Par 10	PFCb10v - ECR30	-2,267	11,847	3,059	-8,827	4,294	-0,741	14	0,471	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PFC10V1 - Fch	124,133	24,121	6,228	110,775	137,491	19,931	14	0	
Par 2	PFC10V1 - FCP	87,867	32,863	8,485	69,668	106,066	10,355	14	0	
Par 3	PFC10V1 - FCT	56,467	33,496	8,649	37,917	75,016	6,529	14	0	
Par 4	PFC10V1 - FCT2	36,667	40,055	10,342	14,485	58,848	3,545	14	0,003	
Par 5	PFC10V1 - FCT3	2,867	41,075	10,605	-19,88	25,613	0,27	14	0,791	
Par 6	PFC10V1 - FCG	-23	35,102	9,063	-42,439	-3,561	-2,538	14	0,024	
Par 7	PFC10V1 - FCR2	68	30,071	7,764	51,347	84,653	8,758	14	0	
Par 8	PFC10V1 - FCR10	91,733	29,994	7,744	75,123	108,343	11,845	14	0	
Par 9	PFC10V1 - FCR20	115,067	26,04	6,723	100,646	129,487	17,114	14	0	
Par 10	PFC10V1 - FCR30	120,933	25,004	6,456	107,086	134,78	18,732	14	0	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PFC10V2 - Fch	125,867	22,63	5,843	113,335	138,399	21,541	14	0	
Par 2	PFC10V2 - FCP	89,6	29,693	7,667	73,156	106,044	11,687	14	0	
Par 3	PFC10V2 - FCT	58,2	28,805	7,437	42,248	74,152	7,825	14	0	
Par 4	PFC10V2 - FCT2	38,4	35,839	9,253	18,553	58,247	4,15	14	0,001	
Par 5	PFC10V2 - FCT3	4,6	38,974	10,063	-16,983	26,183	0,457	14	0,655	
Par 6	PFC10V2 - FCG	-21,267	31,755	8,199	-38,852	-3,682	-2,594	14	0,021	
Par 7	PFC10V2 - FCR2	69,733	27,096	6,996	54,728	84,739	9,967	14	0	
Par 8	PFC10V2 - FCR10	93,467	28,256	7,296	77,819	109,114	12,811	14	0	
Par 9	PFC10V2 - FCR20	116,8	23,737	6,129	103,655	129,945	19,057	14	0	
Par 10	PFC10V2 - FCR30	122,667	22,538	5,819	110,186	135,148	21,08	14	0	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PFC10VR10 - Fch	22,2	14,209	3,669	14,332	30,068	6,051	14	0	
Par 2	PFC10VR10 - FCP	-14,067	21,608	5,579	-26,033	-2,1	-2,521	14	0,024	
Par 3	PFC10VR10 - FCT	-45,467	24,107	6,224	-58,816	-32,117	-7,305	14	0	
Par 4	PFC10VR10 - FCT2	-65,267	32,063	8,279	-83,023	-47,511	-7,884	14	0	
Par 5	PFC10VR10 - FCT3	-99,067	29,478	7,611	-115,391	-82,743	-13,016	14	0	
Par 6	PFC10VR10 - FCG	-124,933	21,969	5,672	-137,099	-112,767	-22,025	14	0	
Par 7	PFC10VR10 - FCR2	-33,933	17,01	4,392	-43,353	-24,513	-7,726	14	0	
Par 8	PFC10VR10 - FCR10	-10,2	20,463	5,284	-21,532	1,132	-1,931	14	0,074	
Par 9	PFC10VR10 - FCR20	13,133	14,837	3,831	4,917	21,35	3,428	14	0,004	
Par 10	PFC10VR10 - FCR30	19	15,085	3,895	10,646	27,354	4,878	14	0	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PFC10VR20 - Ecb	7,8	9,958	2,571	2,285	13,315	3,034	14	0,009	
Par 2	PFC10VR20 - FCP	-28,467	21,606	5,579	-40,432	-16,501	-5,103	14	0	
Par 3	PFC10VR20 - ECT	-59,867	24,095	6,221	-73,21	-46,523	-9,623	14	0	
Par 4	PFC10VR20 - ECT2	-79,667	31,577	8,153	-97,153	-62,18	-9,771	14	0	
Par 5	PFC10VR20 - ECT3	-113,467	32,956	8,509	-131,717	-95,216	-13,334	14	0	
Par 6	PFC10VR20 - ECG	-139,333	24,242	6,259	-152,758	-125,909	-22,261	14	0	
Par 7	PFC10VR20 - ECR2	-48,333	20,524	5,299	-59,699	-36,967	-9,121	14	0	
Par 8	PFC10VR20 - ECR10	-24,6	12,517	3,232	-31,532	-17,668	-7,611	14	0	
Par 9	PFC10VR20 - ECR20	-1,267	10,667	2,754	-7,174	4,64	-0,46	14	0,653	
Par 10	PFC10VR20 - ECR30	4,6	9,991	2,58	-0,933	10,133	1,783	14	0,096	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PFCb15v - Ecb	4,8	5,388	1,391	1,816	7,784	3,45	14	0,004	
Par 2	PFCb15v - FCP	-31,467	19,291	4,981	-42,149	-20,784	-6,318	14	0	
Par 3	PFCb15v - ECT	-62,867	21,59	5,574	-74,823	-50,911	-11,278	14	0	
Par 4	PFCb15v - ECT2	-82,667	30,22	7,803	-99,402	-65,931	-10,595	14	0	
Par 5	PFCb15v - ECT3	-116,467	32,759	8,458	-134,608	-98,326	-13,77	14	0	
Par 6	PFCb15v - ECG	-142,333	24,494	6,324	-155,898	-128,769	-22,506	14	0	
Par 7	PFCb15v - ECR2	-51,333	15,169	3,917	-59,734	-42,933	-13,107	14	0	
Par 8	PFCb15v - ECR10	-27,6	12,866	3,322	-34,725	-20,475	-8,308	14	0	
Par 9	PFCb15v - ECR20	-4,267	10,236	2,643	-9,935	1,402	-1,614	14	0,129	
Par 10	PFCb15v - ECR30	1,6	10,487	2,708	-4,207	7,407	0,591	14	0,564	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PFC15V1 - Ecb	115,333	24,662	6,368	101,676	128,991	18,112	14	0	
Par 2	PFC15V1 - FCP	79,067	36,462	9,415	58,875	99,259	8,398	14	0	
Par 3	PFC15V1 - ECT	47,667	33,204	8,573	29,279	66,055	5,56	14	0	
Par 4	PFC15V1 - ECT2	27,867	39,565	10,216	5,956	49,777	2,728	14	0,016	
Par 5	PFC15V1 - ECT3	-5,933	40,013	10,331	-28,092	16,225	-0,574	14	0,575	
Par 6	PFC15V1 - ECG	-31,8	31,099	8,03	-49,022	-14,578	-3,96	14	0,001	
Par 7	PFC15V1 - ECR2	59,2	26,203	6,766	44,689	73,711	8,75	14	0	
Par 8	PFC15V1 - ECR10	82,933	25,412	6,561	68,861	97,006	12,64	14	0	
Par 9	PFC15V1 - ECR20	106,267	25,13	6,488	92,35	120,183	16,378	14	0	
Par 10	PFC15V1 - ECR30	112,133	23,534	6,076	99,101	125,166	18,454	14	0	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PFC15V2 - Fch	117,533	22,287	5,754	105,191	129,875	20,425	14	0	
Par 2	PFC15V2 - FCP	81,267	33,746	8,713	62,579	99,954	9,327	14	0	
Par 3	PFC15V2 - FCT	49,867	30,218	7,802	33,133	66,601	6,391	14	0	
Par 4	PFC15V2 - FCT2	30,067	37,168	9,597	9,483	50,65	3,133	14	0,007	
Par 5	PFC15V2 - FCT3	-3,733	40,293	10,404	-26,047	18,58	-0,359	14	0,725	
Par 6	PFC15V2 - FCG	-29,6	31,649	8,172	-47,127	-12,073	-3,622	14	0,003	
Par 7	PFC15V2 - FCR2	61,4	27,052	6,985	46,419	76,381	8,79	14	0	
Par 8	PFC15V2 - FCR10	85,133	23,88	6,166	71,909	98,358	13,807	14	0	
Par 9	PFC15V2 - FCR20	108,467	22,993	5,937	95,733	121,2	18,27	14	0	
Par 10	PFC15V2 - FCR30	114,333	21,134	5,457	102,629	126,037	20,952	14	0	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PFC15VR10 - Fch	20,133	12,631	3,261	13,138	27,128	6,173	14	0	
Par 2	PFC15VR10 - FCP	-16,133	24,845	6,415	-29,892	-2,375	-2,515	14	0,025	
Par 3	PFC15VR10 - FCT	-47,533	25,958	6,702	-61,909	-33,158	-7,092	14	0	
Par 4	PFC15VR10 - FCT2	-67,333	34,725	8,966	-86,563	-48,103	-7,51	14	0	
Par 5	PFC15VR10 - FCT3	-101,133	31,834	8,22	-118,762	-83,504	-12,304	14	0	
Par 6	PFC15VR10 - FCG	-127	24,917	6,434	-140,799	-113,201	-19,74	14	0	
Par 7	PFC15VR10 - FCR2	-36	18,099	4,673	-46,023	-25,977	-7,704	14	0	
Par 8	PFC15VR10 - FCR10	-12,267	12,635	3,262	-19,264	-5,27	-3,76	14	0,002	
Par 9	PFC15VR10 - FCR20	11,067	12,121	3,13	4,354	17,779	3,536	14	0,003	
Par 10	PFC15VR10 - FCR30	16,933	12,086	3,121	10,24	23,626	5,426	14	0	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PFC15VR20 - Fch	5,867	6,174	1,594	2,447	9,286	3,68	14	0,002	
Par 2	PFC15VR20 - FCP	-30,4	20,237	5,225	-41,607	-19,193	-5,818	14	0	
Par 3	PFC15VR20 - FCT	-61,8	22,416	5,788	-74,213	-49,387	-10,678	14	0	
Par 4	PFC15VR20 - FCT2	-81,6	30,608	7,903	-98,55	-64,65	-10,325	14	0	
Par 5	PFC15VR20 - FCT3	-115,4	31,545	8,145	-132,869	-97,931	-14,168	14	0	
Par 6	PFC15VR20 - FCG	-141,267	23,07	5,957	-154,042	-128,491	-23,716	14	0	
Par 7	PFC15VR20 - FCR2	-50,267	17,934	4,631	-60,198	-40,335	-10,855	14	0	
Par 8	PFC15VR20 - FCR10	-26,533	11,886	3,069	-33,115	-19,951	-8,646	14	0	
Par 9	PFC15VR20 - FCR20	-3,2	8,17	2,109	-7,724	1,324	-1,517	14	0,152	
Par 10	PFC15VR20 - FCR30	2,667	7,952	2,053	-1,737	7,07	1,299	14	0,215	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral )	
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PLAb5v - Lab	-0,36	1,0575	0,273	-0,9456	0,2256	-1,318	14	0,209	
Par 2	PLAb5v - LAP	-0,9867	1,1218	0,2896	-1,6079	-0,3654	-3,407	14	0,004	
Par 3	PLAb5v - LAT	-1,7067	1,5563	0,4018	-2,5685	-0,8448	-4,247	14	0,001	
Par 4	PLAb5v - LAT2	-1,4333	1,1248	0,2904	-2,0562	-0,8104	-4,935	14	0	
Par 5	PLAb5v - LAT3	-2,8533	2,7885	0,72	-4,3975	-1,3091	-3,963	14	0,001	
Par 6	PLAb5v - LAG	-3,54	3,1995	0,8261	-5,3118	-1,7682	-4,285	14	0,001	
Par 7	PLAb5v - LAR2	-2,3467	1,7816	0,46	-3,3333	-1,36	-5,101	14	0	
Par 8	PLAb5v - LAR10	-1,0333	1,0033	0,2591	-1,589	-0,4777	-3,989	14	0,001	
Par 9	PLAb5v - LAR20	-0,7467	1,6133	0,4165	-1,6401	0,1467	-1,793	14	0,095	
Par 10	PLAb5v - LAR30	-2,1	3,6387	2,1008	-11,139	6,939	-1	2	0,423	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral )	
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PLA5V - Lab	3,5333	2,4186	0,6245	2,194	4,8727	5,658	14	0	
Par 2	PLA5V - LAP	2,9067	2,5291	0,653	1,5061	4,3072	4,451	14	0,001	
Par 3	PLA5V - LAT	2,1867	2,9313	0,7569	0,5634	3,81	2,889	14	0,012	
Par 4	PLA5V - LAT2	2,46	2,3497	0,6067	1,1588	3,7612	4,055	14	0,001	
Par 5	PLA5V - LAT3	1,04	4,1007	1,0588	-1,2309	3,3109	0,982	14	0,343	
Par 6	PLA5V - LAG	0,3533	4,5343	1,1707	-2,1577	2,8643	0,302	14	0,767	
Par 7	PLA5V - LAR2	1,5467	3,366	0,8691	-0,3173	3,4107	1,78	14	0,097	
Par 8	PLA5V - LAR10	2,86	2,625	0,678	1,406	4,314	4,22	14	0,001	
Par 9	PLA5V - LAR20	3,1467	2,5643	0,6621	1,7266	4,5667	4,753	14	0	
Par 10	PLA5V - LAR30	3,567	4,406	2,544	-7,379	14,512	1,402	2	0,296	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral )	
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	T	gl		
Par 1	PLAR10 - Lab	2,32	2,4226	0,6255	0,9784	3,6616	3,709	14	0,002	
Par 2	PLAR10 - LAP	1,6933	2,5192	0,6505	0,2982	3,0884	2,603	14	0,021	
Par 3	PLAR10 - LAT	0,9733	2,793	0,7211	-0,5734	2,52	1,35	14	0,199	
Par 4	PLAR10 - LAT2	1,2467	2,1397	0,5525	0,0617	2,4316	2,257	14	0,041	
Par 5	PLAR10 - LAT3	-0,1733	4,0254	1,0393	-2,4025	2,0558	-0,167	14	0,87	
Par 6	PLAR10 - LAG	-0,86	4,4466	1,1481	-3,3225	1,6025	-0,749	14	0,466	
Par 7	PLAR10 - LAR2	0,3333	3,2388	0,8362	-1,4602	2,1269	0,399	14	0,696	
Par 8	PLAR10 - LAR10	1,6467	2,4942	0,644	0,2654	3,0279	2,557	14	0,023	
Par 9	PLAR10 - LAR20	1,9333	2,5297	0,6532	0,5324	3,3343	2,96	14	0,01	
Par 10	PLAR10 - LAR30	1,8667	4,2028	2,4265	-8,5736	12,3069	0,769	2	0,522	

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
					95% Interv.de confianza para la dif.				
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior			
Par 1	PLAR20 - Lab	1,44	2,001	0,5167	0,3319	2,5481	2,787	14	0,015
Par 2	PLAR20 - LAP	0,8133	2,1477	0,5545	-0,376	2,0027	1,467	14	0,165
Par 3	PLAR20 - LAT	0,0933	2,3162	0,598	-1,1894	1,376	0,156	14	0,878
Par 4	PLAR20 - LAT2	0,3667	1,6749	0,4325	-0,5609	1,2942	0,848	14	0,411
Par 5	PLAR20 - LAT3	-1,0533	3,615	0,9334	-3,0553	0,9486	-1,128	14	0,278
Par 6	PLAR20 - LAG	-1,74	4,0355	1,042	-3,9748	0,4948	-1,67	14	0,117
Par 7	PLAR20 - LAR2	-0,5467	2,7733	0,7161	-2,0825	0,9891	-0,763	14	0,458
Par 8	PLAR20 - LAR10	0,7667	2,0237	0,5225	-0,354	1,8873	1,467	14	0,164
Par 9	PLAR20 - LAR20	1,0533	2,1646	0,5589	-0,1454	2,2521	1,885	14	0,08
Par 10	PLAR20 - LAR30	0,6333	3,8109	2,2003	-8,8336	10,1003	0,288	2	0,801

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
					95% Interv.de confianza para la dif.				
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior			
Par 1	PLAR30 - Lab	0,34	1,0432	0,2694	-0,2377	0,9177	1,262	14	0,227
Par 2	PLAR30 - LAP	-0,2867	1,3087	0,3379	-1,0114	0,4381	-0,848	14	0,411
Par 3	PLAR30 - LAT	-1,0067	1,7119	0,442	-1,9547	-0,0586	-2,277	14	0,039
Par 4	PLAR30 - LAT2	-0,7333	1,1641	0,3006	-1,378	-0,0887	-2,44	14	0,029
Par 5	PLAR30 - LAT3	-2,1533	3,0866	0,797	-3,8626	-0,444	-2,702	14	0,017
Par 6	PLAR30 - LAG	-2,84	3,4975	0,9031	-4,7769	-0,9031	-3,145	14	0,007
Par 7	PLAR30 - LAR2	-1,6467	2,0836	0,538	-2,8005	-0,4928	-3,061	14	0,008
Par 8	PLAR30 - LAR10	-0,333	1,218	0,314	-1,008	0,341	-1,06	14	0,307
Par 9	PLAR30 - LAR20	-0,0467	1,3768	0,3555	-0,8091	0,7158	-0,131	14	0,897
Par 10	PLAR30 - LAR30	-0,6	2,955	1,706	-7,94	6,74	-0,352	2	0,759

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
					95% Interv.de confianza para la dif.				
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior			
Par 1	PLAb10v - Lab	-0,46	0,9738	0,2514	-0,9993	0,0793	-1,83	14	0,089
Par 2	PLAb10v - LAP	-1,0867	1,1224	0,2898	-1,7082	-0,4651	-3,75	14	0,002
Par 3	PLAb10v - LAT	-1,8067	1,5804	0,4081	-2,6819	-0,9314	-4,427	14	0,001
Par 4	PLAb10v - LAT2	-1,5333	1,0722	0,2768	-2,1271	-0,9396	-5,539	14	0
Par 5	PLAb10v - LAT3	-2,9533	2,8745	0,7422	-4,5452	-1,3615	-3,979	14	0,001
Par 6	PLAb10v - LAG	-3,64	3,2961	0,851	-5,4653	-1,8147	-4,277	14	0,001
Par 7	PLAb10v - LAR2	-2,4467	1,8373	0,4744	-3,4641	-1,4292	-5,158	14	0
Par 8	PLAb10v - LAR10	-1,1333	0,9752	0,2518	-1,6734	-0,5933	-4,501	14	0
Par 9	PLAb10v - LAR20	-0,8467	1,4846	0,3833	-1,6688	-0,0245	-2,209	14	0,044
Par 10	PLAb10v - LAR30	-2,0333	3,3486	1,9333	-10,3518	6,2851	-1,052	2	0,403

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PLA10V1 - Iah	2,9867	2,6854	0,6934	1,4996	4,4738	4,308	14	0,001	
Par 2	PLA10V1 - IAP	2,36	2,5221	0,6512	0,9633	3,7567	3,624	14	0,003	
Par 3	PLA10V1 - IAT	1,64	2,9452	0,7604	0,009	3,271	2,157	14	0,049	
Par 4	PLA10V1 - IAT2	1,9133	2,5337	0,6542	0,5102	3,3165	2,925	14	0,011	
Par 5	PLA10V1 - IAT3	0,4933	4,0174	1,0373	-1,7314	2,7181	0,476	14	0,642	
Par 6	PLA10V1 - IAG	-0,1933	4,3414	1,1209	-2,5975	2,2109	-0,172	14	0,866	
Par 7	PLA10V1 - IAR2	1	3,1926	0,8243	-0,768	2,768	1,213	14	0,245	
Par 8	PLA10V1 - IAR10	2,3133	2,5119	0,6486	0,9223	3,7044	3,567	14	0,003	
Par 9	PLA10V1 - IAR20	2,6	2,7048	0,6984	1,1022	4,0978	3,723	14	0,002	
Par 10	PLA10V1 - IAR30	3,4333	5,4537	3,1487	-10,1145	16,9812	1,09	2	0,389	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PLA10V2 - Iah	2,36	2,5773	0,6655	0,9327	3,7873	3,546	14	0,003	
Par 2	PLA10V2 - IAP	1,7333	2,3987	0,6193	0,405	3,0617	2,799	14	0,014	
Par 3	PLA10V2 - IAT	1,0133	2,8332	0,7315	-0,5556	2,5823	1,385	14	0,188	
Par 4	PLA10V2 - IAT2	1,2867	2,2519	0,5814	0,0396	2,5338	2,213	14	0,044	
Par 5	PLA10V2 - IAT3	-0,1333	3,9496	1,0198	-2,3206	2,0539	-0,131	14	0,898	
Par 6	PLA10V2 - IAG	-0,82	4,3507	1,1234	-3,2294	1,5894	-0,73	14	0,477	
Par 7	PLA10V2 - IAR2	0,3733	3,1786	0,8207	-1,3869	2,1336	0,455	14	0,656	
Par 8	PLA10V2 - IAR10	1,6867	2,4527	0,6333	0,3284	3,0449	2,663	14	0,019	
Par 9	PLA10V2 - IAR20	1,9733	2,7424	0,7081	0,4547	3,492	2,787	14	0,015	
Par 10	PLA10V2 - IAR30	1,7667	5,2205	3,014	-11,2017	14,735	0,586	2	0,617	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PLA10VR10 - Iah	1,22	2,113	0,5456	0,0499	2,3901	2,236	14	0,042	
Par 2	PLA10VR10 - IAP	0,5933	2,0197	0,5215	-0,5251	1,7118	1,138	14	0,274	
Par 3	PLA10VR10 - IAT	-0,1267	2,4388	0,6297	-1,4772	1,2239	-0,201	14	0,843	
Par 4	PLA10VR10 - IAT2	0,1467	1,811	0,4676	-0,8562	1,1496	0,314	14	0,758	
Par 5	PLA10VR10 - IAT3	-1,2733	3,5947	0,9282	-3,264	0,7174	-1,372	14	0,192	
Par 6	PLA10VR10 - IAG	-1,96	3,995	1,0315	-4,1723	0,2523	-1,9	14	0,078	
Par 7	PLA10VR10 - IAR2	-0,7667	2,7178	0,7017	-2,2718	0,7384	-1,093	14	0,293	
Par 8	PLA10VR10 - IAR10	0,5467	2,0085	0,5186	-0,5656	1,6589	1,054	14	0,31	
Par 9	PLA10VR10 - IAR20	0,8333	2,357	0,6086	-0,4719	2,1386	1,369	14	0,192	
Par 10	PLA10VR10 - IAR30	-0,1667	4,0054	2,3125	-10,1167	9,7833	-0,072	2	0,949	

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
					95% Interv.de confianza para la dif.				
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior			
Par 1	PLA10VR20 - Lab	0,4467	1,5865	0,4096	-0,4319	1,3252	1,09	14	0,294
Par 2	PLA10VR20 - LAP	-0,18	1,6014	0,4135	-1,0668	0,7068	-0,435	14	0,67
Par 3	PLA10VR20 - LAT	-0,9	1,9581	0,5056	-1,9844	0,1844	-1,78	14	0,097
Par 4	PLA10VR20 - LAT2	-0,6267	1,2986	0,3353	-1,3458	0,0925	-1,869	14	0,083
Par 5	PLA10VR20 - LAT3	-2,0467	3,2399	0,8365	-3,8409	-0,2525	-2,447	14	0,028
Par 6	PLA10VR20 - LAG	-2,7333	3,6716	0,948	-4,7666	-0,7	-2,883	14	0,012
Par 7	PLA10VR20 - LAR2	-1,54	2,2532	0,5818	-2,7878	-0,2922	-2,647	14	0,019
Par 8	PLA10VR20 - LAR10	-0,2267	1,4063	0,3631	-1,0055	0,5521	-0,624	14	0,543
Par 9	PLA10VR20 - LAR20	0,06	1,9041	0,4916	-0,9944	1,1144	0,122	14	0,905
Par 10	PLA10VR20 - LAR30	-1,3	3,6097	2,0841	-10,267	7,667	-0,624	2	0,596

		Diferencias relacionadas					T	gl	Sig. (bilateral)
					95% Interv.de confianza para la dif.				
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior			
Par 1	PLAb15v - Lab	-0,34	1,0063	0,2598	-0,8973	0,2173	-1,309	14	0,212
Par 2	PLAb15v - LAP	-0,9667	1,1146	0,2878	-1,5839	-0,3494	-3,359	14	0,005
Par 3	PLAb15v - LAT	-1,6867	1,3994	0,3613	-2,4616	-0,9117	-4,668	14	0
Par 4	PLAb15v - LAT2	-1,4133	1,22	0,315	-2,0889	-0,7377	-4,487	14	0,001
Par 5	PLAb15v - LAT3	-2,8333	2,4485	0,6322	-4,1893	-1,4774	-4,482	14	0,001
Par 6	PLAb15v - LAG	-3,52	2,8554	0,7373	-5,1013	-1,9387	-4,774	14	0
Par 7	PLAb15v - LAR2	-2,3267	1,4969	0,3865	-3,1556	-1,4977	-6,02	14	0
Par 8	PLAb15v - LAR10	-1,0133	0,8903	0,2299	-1,5064	-0,5203	-4,408	14	0,001
Par 9	PLAb15v - LAR20	-0,7267	1,6211	0,4186	-1,6244	0,171	-1,736	14	0,104
Par 10	PLAb15v - LAR30	-2,0333	3,6116	2,0851	-11,0049	6,9383	-0,975	2	0,432

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
					95% Interv.de confianza para la dif.				
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior			
Par 1	PLA15V1 - Lab	1,94	2,0739	0,5355	0,7915	3,0885	3,623	14	0,003
Par 2	PLA15V1 - LAP	1,3133	1,8867	0,4872	0,2685	2,3582	2,696	14	0,017
Par 3	PLA15V1 - LAT	0,5933	2,2817	0,5891	-0,6703	1,8569	1,007	14	0,331
Par 4	PLA15V1 - LAT2	0,8667	1,9722	0,5092	-0,2255	1,9588	1,702	14	0,111
Par 5	PLA15V1 - LAT3	-0,5533	3,4772	0,8978	-2,479	1,3723	-0,616	14	0,548
Par 6	PLA15V1 - LAG	-1,24	3,7953	0,9799	-3,3417	0,8617	-1,265	14	0,226
Par 7	PLA15V1 - LAR2	-0,0467	2,5295	0,6531	-1,4475	1,3541	-0,071	14	0,944
Par 8	PLA15V1 - LAR10	1,2667	1,7751	0,4583	0,2837	2,2497	2,764	14	0,015
Par 9	PLA15V1 - LAR20	1,5533	2,123	0,5481	0,3777	2,729	2,834	14	0,013
Par 10	PLA15V1 - LAR30	1,7333	4,5369	2,6194	-9,5369	13,0036	0,662	2	0,576

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PLA15V2 - Lab	1,4533	1,7635	0,4553	0,4768	2,4299	3,192	14	0,007	
Par 2	PLA15V2 - IAP	0,8267	1,769	0,4567	-0,153	1,8063	1,81	14	0,092	
Par 3	PLA15V2 - IAT	0,1067	2,0534	0,5302	-1,0305	1,2438	0,201	14	0,843	
Par 4	PLA15V2 - IAT2	0,38	1,733	0,4474	-0,5797	1,3397	0,849	14	0,41	
Par 5	PLA15V2 - IAT3	-1,04	3,2819	0,8474	-2,8575	0,7775	-1,227	14	0,24	
Par 6	PLA15V2 - IAG	-1,7267	3,6116	0,9325	-3,7267	0,2734	-1,852	14	0,085	
Par 7	PLA15V2 - IAR2	-0,5333	2,2407	0,5786	-1,7742	0,7076	-0,922	14	0,372	
Par 8	PLA15V2 - IAR10	0,78	1,4339	0,3702	-0,0141	1,5741	2,107	14	0,054	
Par 9	PLA15V2 - IAR20	1,0667	1,7955	0,4636	0,0724	2,061	2,301	14	0,037	
Par 10	PLA15V2 - IAR30	0,8	3,4771	2,0075	-7,8375	9,4375	0,399	2	0,729	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PLA15VR10 - Lab	0,62	1,4761	0,3811	-0,1974	1,4374	1,627	14	0,126	
Par 2	PLA15VR10 - IAP	-0,0067	1,4772	0,3814	-0,8247	0,8114	-0,017	14	0,986	
Par 3	PLA15VR10 - IAT	-0,7267	1,7641	0,4555	-1,7036	0,2503	-1,595	14	0,133	
Par 4	PLA15VR10 - IAT2	-0,4533	1,4015	0,3619	-1,2294	0,3228	-1,253	14	0,231	
Par 5	PLA15VR10 - IAT3	-1,8733	2,9649	0,7655	-3,5152	-0,2314	-2,447	14	0,028	
Par 6	PLA15VR10 - IAG	-2,56	3,3282	0,8593	-4,4031	-0,7169	-2,979	14	0,01	
Par 7	PLA15VR10 - IAR2	-1,3667	1,9178	0,4952	-2,4287	-0,3046	-2,76	14	0,015	
Par 8	PLA15VR10 - IAR10	-0,0533	1,1637	0,3005	-0,6977	0,5911	-0,178	14	0,862	
Par 9	PLA15VR10 - IAR20	0,2333	1,7573	0,4537	-0,7398	1,2065	0,514	14	0,615	
Par 10	PLA15VR10 - IAR30	-0,9333	3,3262	1,9204	-9,196	7,3293	-0,486	2	0,675	

		Diferencias relacionadas								
					95% Interv.de confianza para la dif.				Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación tıp.	Error tıp. de la media	Inferior	Superior	t	gl		
Par 1	PLA15VR20 - Lab	0,0533	1,2889	0,3328	-0,6604	0,7671	0,16	14	0,875	
Par 2	PLA15VR20 - IAP	-0,5733	1,3312	0,3437	-1,3105	0,1639	-1,668	14	0,118	
Par 3	PLA15VR20 - IAT	-1,2933	1,7673	0,4563	-2,2721	-0,3146	-2,834	14	0,013	
Par 4	PLA15VR20 - IAT2	-1,02	1,3369	0,3452	-1,7604	-0,2796	-2,955	14	0,01	
Par 5	PLA15VR20 - IAT3	-2,44	3,0444	0,7861	-4,1259	-0,7541	-3,104	14	0,008	
Par 6	PLA15VR20 - IAG	-3,1267	3,3974	0,8772	-5,0081	-1,2453	-3,564	14	0,003	
Par 7	PLA15VR20 - IAR2	-1,9333	1,8726	0,4835	-2,9703	-0,8963	-3,999	14	0,001	
Par 8	PLA15VR20 - IAR10	-0,62	0,9829	0,2538	-1,1643	-0,0757	-2,443	14	0,028	
Par 9	PLA15VR20 - IAR20	-0,3333	1,5954	0,4119	-1,2168	0,5502	-0,809	14	0,432	
Par 10	PLA15VR20 - IAR30	-1,6	3,3867	1,9553	-10,0131	6,8131	-0,818	2	0,499	

ANEXO 11.8. ESTADÍSTICAS SIGNIFICATIVAS.

Basales		Basales		Basales			
PLAb5v	Lab	PLAb10v	Lab	PLAb15v	Lab		
PLAb5v	LAR20	PLAb10v	LAR30	PLAb15v	LAR20		
PLAb5v	LAR30			PLAb15v	LAR30		
		PLA10v1	LAT3			PLA15v2	LAP
PLA5v	LAT3	PLA10v1	LAG	PLA15v1	LAT	PLA15v2	LAT
PLA5v	LAG	PLA10v1	LAR2	PLA15v1	LAT2	PLA15v2	LAT2
PLA5v	LAR2	PLA10v1	LAR30	PLA15v1	LAT3	PLA15v2	LAT3
PLA5v	LAR30	PLA10v1	LAT	PLA15v1	LAG	PLA15v2	LAG
				PLA15v1	LAR2	PLA15v2	LAR2
				PLA15v1	LAR30	PLA15v2	LAR10
						PLA15v2	LAR30
PLAR10	LAT	PLA10vR10	LAP				
PLAR10	LAT3	PLA10vR10	LAT	PLA15vR10	LAB	LAT2	LAR
PLAR10	LAG	PLA10vR10	LAT2	PLA15vR10	LAP	LAR10	
PLAR10	LAR2	PLA10vR10	LAT3	PLA15vR10	LAT	LAR20	
PLAR10	LAR30	PLA10vR10	LAG				
PLAR20	LAP	PLA10vR20	Lab	PLA15vR20	Lab		
PLAR20	LAT	PLA10vR20	LAP	PLA15vR20	LAP		
PLAR20	LAT2	PLA10vR20	LAT	PLA15vR20	LAR20		
PLAR20	LAT3	PLA10vR20	LAT2	PLA15vR20	LAR30		
PLAR20	LAG	PLA10vR20	LAR10				
PLAR20	LAR2	PLA10vR20	LAR20				
PLAR20	LAR10	PLA10vR20	LAR30				
PLAR20	LAR20						
PLAR20	LAR30						
PLAR30	Lab						
PLAR30	LAP						
PLAR30	LAR10						
PLAR30	LAR20						
PLAR30	LAR30						

PFCb5v	Fcb	Basales coinciden
PFCb5v	FCR30	
PFC5v	FCT3	5 v con trote 3
PFCR10	Fcp	recuperacion 10 minutos con paso
PFCR10	FCR10	recuperacion 10 minutos con recu 10 min.
PRCR20		recu de 20 min no tiene sig.
PFCR30	FCR20	recu de 30 min con recu 20 min
PFCR30	FCR30	recu de 30 min con recu 30 min
PFCb10v	Fcb	Basales
PFCb10v	FCR30	basal con recu de 30 min.
PFC10v1	FCT3	10 v primera fase con trote 3.
PFC10v2	FCT3	10 v 2da fase con trote 3
PFC10vR10	FCR10	10 v recu con recu 10 min
PFC10R20	FCR20	10 v recu 20 min con recu 20 min
PFC10R20	FCR30	10 v recu 20 min con recu 30 min
PFCb15v	FCR20	basal con recu de 20 min
PFCb15v	FCR30	basal con recu de 30 min
PFC15v1	FCT3	15 v primera fase con trote 3
PFC15v2	FCT3	15 v segunda fase con trote 3
PFC15vR10		15 v recu de 10 min no tiene sig
PFC15vR20	FCR20	15 v recu de 20 min con recu de 20 min.
PFC15vR20	FCR30	15 v recu de 20 min con recu de 30 min.