

## **Determinacion y analisis de valores de nitrogeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y acido lactico pre y post ejercicio en una poblacion de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C.**

**Determination and analysis of values of blood urea nitrogen (BUN), glucose, creatin kinase (CK) and lactic acid pre and post exercise in a population of equine jumping athletes in Bogota, d.c.**

**Claudia Aixa Mutis Barreto\* y Tania Elena Pérez Jimenez\*\***

\*Medico Veterinario U.L.S, M.Sc. en Docencia Universitaria, U.L.S, Docente del area de Fisiologia de la Facultad de Medicina Veterinaria U.L.S. Contactar en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/clauidiaaixa>

\*\* Aspirante a Medicina Veterinaria, Universidad de la Salle. Contactar en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/taniaperez>



### **RESUMEN**

Este trabajo se realizó con el fin de dar alguna información importante sobre la variación de los datos obtenidos datos pre y post ejercicio; para así poder dar un patrón de comportamiento de estos valores tanto en nuestra geografía, ambiente de trabajo y condiciones de preparación. La investigación y la recolección de las muestras se realizaron en la Escuela de Equitación del Ejército Nacional, Club los Arrayanes y CESPO en la ciudad de Bogotá. Se utilizaron 40 equinos deportistas de salto alto, hembras y machos, entre los 6 y los 12 años de edad con diferentes niveles de entrenamiento. Antes de comenzar y después de estos se hizo la recolección de los diferentes datos a 4 tiempos: T0 (Reposo), T1 (inmediatamente después de los saltos), T2 (entre media y una 1 hora después de los saltos) y T3 (entre 1 hora y hora y media después de los saltos); y se clasificaron los caballos según su desempeño (performance) en alto, medio y bajo, para el posterior análisis de los datos. En los resultados se encontró en que el grupo de caballos de alto performance presentó el mayor número de caballos, esto permitió hacer un análisis más exacto y representativo de los resultados. El grupo de medio y bajo performance presentaron menos de 12 caballos lo que hizo muy difícil la interpretación de los resultados. En cuanto a los parámetros, los más exactos y funcionales para este estudio fueron la creatin Kinasa (CK) y el ácido láctico, ya que ambos son muy exactos y aplicables a la medicina deportiva. En cuanto al BUN se puede decir que no es tan aplicable ya que en realidad no muestra muchas variaciones en cuanto a la fisiología del ejercicio. Este trabajo es un gran aporte a la medicina deportiva del país porque recoge datos y análisis nunca antes realizados.

**Palabras Claves:** glicógeno, adenosin trifosfato (ATP), trabajo anaeróbico, Trabajo aeróbico, ácido láctico, creatin kinasa (CK), Nitrogeno Ureico Sanguineo (BUN); Glucosa.

## ABSTRACT

This project was realized with the purpose of releasing important information about the variation of the data obtained pre and post exercise; to be able to give a pattern of behavior of these values in our geography, our environment, our work, and our conditions of training. The research and the collection of the samples were done at the Riding School of the National Army, Arrayanes Club and CESPO, located in the city of Bogotá. For the development of the research, 40 jumping equine athletes were used, males and females, between the ages of 6 and 12 years old with different levels of training. Before starting and when they finished the data was collected in 4 times: T0 (at rest), T1 (immediately after the jumping), T2 (between half an hour and one hour after the jumping), and T3 (between an hour and a half after the jumping); the horses were classified in groups according their level of performance (High, medium, low) for the further analysis of the data. In the results was found that the horses in the high performance group were the most representative in number and in accuracy of the results. The medium and low performance group presented less than 12 horses, what made the interpretation of the results difficult and inaccurate. About the parameters, the most representative were Creatin Kinase (CK), and lactic acid because they are accurate and precise for their use in sports medicine. With the Blood urea Nitrogen parameter things were different. This research represents a huge contribution to the sports medicine field in the country because it collects data and analysis that were never realized before.

**Key words:** glycogen, adenosine triphosphate (APT), anaerobic work, aerobic work, lactic acid, creatin kinase (CK), blood urea nitrogen (BUN), glucose.

## INTRODUCCION

“El concepto de medicina deportiva comenzó cuando las lesiones que sufrían los atletas humanos profesionales incrementaban a la misma proporción que lo hacían sus propios ingresos. Ya que la capacidad de recibir ingresos monetarios de muchos caballos se encuentra en la misma escala que los mejores atletas humanos profesionales, los veterinarios comenzaron a preguntarse si algunas de las técnicas desarrolladas para ser usadas en la medicina deportiva humana pueden acelerar la velocidad de curación y reducir el tiempo de incapacidad del animal destinado a los deportes”.<sup>1</sup>

El valor de la medicina deportiva equina comenzó a aclararse en algunos veterinarios y entrenadores hace algunos años con la aceptación del hecho de que la resistencia de los huesos y ligamentos de los caballos de desempeño deportivo puede variar significativamente. Esta idea, unida a la gran cantidad de evidencia en crecimiento de que los músculos, el corazón, y los pulmones de los caballos de alto desempeño son sometidos a muchos cambios compensatorios con el entrenamiento, llevó a un esfuerzo concertado de romper algunas tradiciones del entrenamiento equino y a tratar de preparar a los caballos físicamente para los eventos deportivos.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> JONES, William. Exercise Physiology [online]. Queensland (Australia). Available from Internet: < URL: <http://www.equinevetnet.com/veterinarian/sportmed/physiology.html> 2002 [cited April 23, 2003].

<sup>2</sup> JONES, William. Equine Sports Medicine. Philadelphia. Lea & Febiger. 1995. Pag 1-2

Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) ®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

Los caballos son animales que poseen el doble de capacidad para el desempeño físico que el hombre, lo que le ha permitido en un pasado sobrevivir a sus depredadores. A pesar de esto sus mecanismos fisiológicos básicos son esencialmente los mismos que en el hombre y otros animales, y solamente los aspectos fisiológicos cuantitativos hacen del caballo un ser físicamente superior. Se puede decir que los caballos de deporte están sometidos a una presión permanente, y de forma general, cuanto mayor sea el nivel deportivo mas fuertes son sus condiciones.<sup>3</sup>

En los últimos 40 años se ha hecho mucha investigación en la fisiología del ejercicio de los atletas equinos, incluidos los caballos de carreras, los caballos de salto y los de esfuerzo. Lo que se pretende con este trabajo es ampliar un poco este tema mas específicamente en los caballos de salto en Bogotá, evaluando cada una de sus constantes fisiológicas y sus variaciones a través del ejercicio, y cómo con estos valores se puede evaluar el estado actual y la condición atlética de cada animal.

### **FISIOLOGIA DEL EJERCICIO**

El conocimiento sobre la fisiología del ejercicio es realmente la llave a un entrenamiento exitoso de atletas, incluido el caballo. La fisiología es el estudio de cómo funciona el cuerpo. La forma en que los sistemas del cuerpo trabajan se describe en detalle a medida que la investigación revela los hechos. Está el sistema cardiovascular, el sistema respiratorio, el sistema digestivo, el sistema locomotor, etc., Las funciones del cuerpo cambian en respuesta a varias situaciones y según las actividades del animal. La función cambia de manera que permite la adaptación favorable a nuevas situaciones. Estos cambios pueden ser bastante dramáticos y eficaces, pero están limitados por factores genéticos, nutricionales y de entrenamiento.

El progreso atlético de los caballos es uno de los mejores entre todos los mamíferos. Cuando los parámetros metabólicos son comparados entre el caballo y el atleta humano elite, la habilidad del caballo de incrementar su eficiencia metabólica cuando hay demandas excede notoriamente la de los humanos. Por ejemplo, el corredor de maratones humano elite puede ser condicionado para extraer 80 ml. de oxígeno por kg de peso corporal durante un desempeño máximo. El caballo de carreras acondicionado, puede usar el doble de oxígeno por kg de peso corporal, eso es 160 ml/kg.<sup>4</sup>

El estudio de la fisiología del ejercicio, es una ciencia relativamente nueva cuando se trata de caballos, está revelando más conocimientos sobre cómo la fisiología del caballo cambia con el aumento del acondicionamiento. Están haciéndose muchos estudios de fisiología del ejercicio con los caballos en una pista de alta velocidad o banda

transportadora. La mayoría de las universidades veterinarias alrededor del mundo hoy usan estas pistas para estudiar la fisiología del ejercicio equino.<sup>5</sup> (Ver figura 1)

<sup>3</sup> GARCIA, A. Fisiología Veterinaria. Buenos Aires. Mc Graw hill Interamericana. 1995. pág. 1027

<sup>4</sup> KOBLUK, C. The horse: Diseases and Clinical Management. WB Saunders Company. Philadelphia. 1995. pag. 578. Volume 2.

<sup>5</sup> JONES, William. Exercise Physiology [online]. Queensland (Australia). 2002 [cited April 23,. 2003].

Available from Internet: < URL: <http://www.equinevetnet.com/veterinarian/sportmed/physiology.html>.

Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinacion y analisis de valores de nitrogeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y acido lactico pre y post ejercicio en una poblacion de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) ®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>



**FIGURA 1.** Caballo sobre banda transportadora o treadmill (Fuente: Equigym High Speed Tread Mill. Paris, Kentucky. EquiGym Products. LLC. 2003. Available from internet : URL : <<http://www.equigym.com/treadmill.htm>>).

## GLUCOSA

### GENERALIDADES

La glucosa es el carbohidrato más importante. La mayor cantidad de carbohidrato dietético pasa al torrente sanguíneo en forma de glucosa o es convertida en el hígado y, a partir de ella, pueden formarse los demás carbohidratos del cuerpo. La glucosa se convierte a otros carbohidratos con una función específica como glucógeno para almacenaje. La glucosa es el combustible principal de todos los tejidos.<sup>6</sup>

La capacidad de la glucólisis para proporcionar ATP en ausencia de oxígeno tiene crucial significado biomédico porque permite al músculo esquelético trabajar con mucha eficiencia aún cuando la oxidación aerobia se vuelva insuficiente, a la vez que los tejidos con capacidad glucolítica importante pueden sobrevivir a episodios de anoxia.<sup>7</sup>

La utilización de la glucosa depende de la cantidad de insulina y glucagón que está siendo producida por el páncreas. A medida que los niveles de insulina aumentan, también lo hace la tasa de utilización de la glucosa, resultando esto en niveles de glucosa sanguínea disminuidos. El glucagón actúa como un estabilizador para prevenir que los niveles de glucosa alcancen valores muy bajos. A medida que los niveles de insulina disminuyen (como en diabetes mellitas), también lo hace la utilización de glucosa, resultando esto en un incremento en la concentración de glucosa sanguínea.<sup>8</sup> Los valores de glucosa se encuentran en un rango de referencia que va de 62 a 134 mg/dl. (Eades Et al., 1997)

<sup>6</sup> MURRAY, R. Bioquímica de Harper. 14va Edición. Mexico D.F. Ed. Manual Moderno 1997. Pág. 192

<sup>7</sup> MURRAY, R. Bioquímica de Harper. 14va Edición. México D.F. Ed. Manual Moderno 1997. Pág. 193

<sup>8</sup> PRATT, P. Laboratory Procedures for Veterinary Technicians. Philadelphia. Mosby Inc. 1997. Pág. 107

Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatinina (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet)®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

La glucosa es suministrada por los depósitos de glicógeno en el hígado y en el músculo (el glicógeno es la forma de almacenamiento de la glucosa). Mas o menos el 2% del peso de la masa muscular está en la forma de glicógeno, el cual provee una fuente disponible inmediata de energía. Así, la glucosa sanguínea derivada de los depósitos de glicógeno del hígado puede ser usada por el músculo durante el ejercicio. De todas formas, inclusive durante ejercicio ligero, tanto como 30 a 40% de su energía provendrá de los depósitos de carbohidratos (glucosa). Y durante ejercicios muy prolongados, es la depleción de la glucosa, y no de la grasa lo que contribuye a la fatiga.<sup>9</sup>

## ÁCIDO LÁCTICO

La medición del lactato sanguíneo en respuesta a la actividad física es otra forma de determinar la tolerancia al ejercicio esta puede realizarse conjuntamente con la prueba de la frecuencia cardiaca, para tener mayor información acerca de la adaptabilidad del caballo. En ejercicios de baja a moderada intensidad (menos de 450 mts/minuto) se produce poca acumulación de lactato en la mayoría de los equinos.

A velocidades superiores comienza a acumularse lactato en sangre. El inicio de esta acumulación de lactato sanguíneo (IALS) varía según la adaptabilidad y la tolerancia al ejercicio de cada animal. Usualmente se realizan cuatro pruebas, con un período de reposo de 3 a 5 minutos entre una y otra. Esto permite recolectar sangre ya que el lactato se va acumulando hasta 5 minutos después del ejercicio, debido al flujo de lactato desde los músculos.<sup>10</sup>

A velocidades muy altas todos los caballos deben usar más de las vías de suministro de energía anaerobia para apoyar los requerimientos energéticos del ejercicio, y ocurre un metabolismo anaerobio acelerado de glicógeno (glucosa almacenada en las células musculares). A velocidades de ejercicio mayores de esas que ocasionan tasas metabólicas de aproximadamente 65-85% de máximo consumo de oxígeno, las concentraciones de ácido láctico incrementan rápidamente.<sup>11</sup>

La concentración de lactato sanguíneo en un caballo en descanso es de aproximadamente 0,5 mmol/L (3,6 a 14,5 gr/dl). Pequeños incrementos en esta concentración ocurren a medida que la velocidad del ejercicio aumenta, y luego a velocidades más altas, la concentración de lactato sanguíneo incrementa exponencialmente (Ver Figura 2). Las concentraciones de lactato sanguíneo después del ejercicio pueden incrementar hasta 20 – 30 mmol/lit o mucho más.<sup>12</sup>

<sup>9</sup> GEOR, R. carbohydrates for Energy. [Online]. August, 2000. The horse. Available from Internet: < URL: <http://www.thehorse.com/viewarticle.asp?fid=3731&dpt=13>

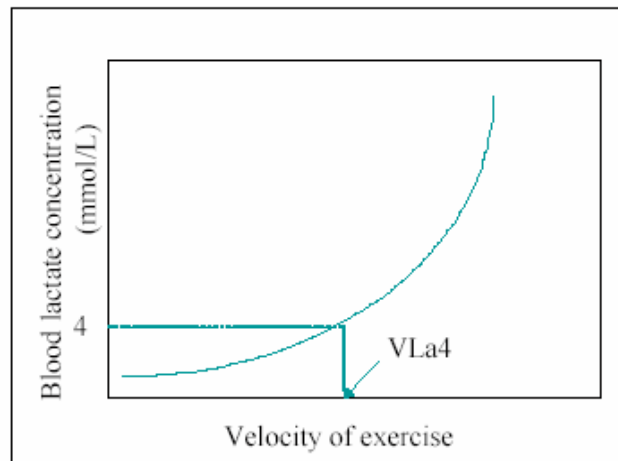
<sup>10</sup> ROBINSON, I. Terapéutica actual en medicina equina 2. Inter- Médica. Buenos Aires. Pág. 508

<sup>11</sup> Evans, D.L., (1995) The effect of intensity and duration of training on blood lactate concentrations during and after exercise. In: Equine Exercise Physiology 4. Proc. 4th International Conference on equine Exercise Physiology, ed. Robinson, N.E., R and W Publications, New market UK, Equine Vet. J. Suppl. 18. 422-425

<sup>12</sup> Evans, D.L., Training and fitness in athletic horses. [online]. Sidney, Australia . 2000. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation Australia. Available from Internet: < URL: <http://www.rirdc.gov.au/reports/HOR/00-01.pdf>

Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinacion y analisis de valores de nitrogeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y acido lactico pre y post ejercicio en una poblacion de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org) ®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

**Figura 2 .** Relación típica entre la concentración de lactato sanguíneo y la velocidad del ejercicio, involucrando series de ejercicios a incrementos graduales de velocidad. (VLa4 es la velocidad a la cual la concentración lactato sanguíneo es 4mmol/L).



**Fuente:** Evans, D.L., Training and fitness. In athletic horses. [Online] Sidney, Australia 2000. [Cited 1995]. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation Australia. Available from Internet: < URL: <http://www.ridc.gov.au/reports/HOR/00-01.pdf>

## CREATIN KINASA (CK)

La creatin kinasa (CK) es una enzima altamente sensible y es un indicador específico de daño muscular en los animales domésticos. Aunque la CK se encuentra en músculo cardíaco y esquelético, las elevaciones de esta enzima están más comúnmente asociadas a miopatías exercionales (rabdomiólisis) y también se ven en manifestaciones músculo esqueléticas de enfermedad sistémica. Las inyecciones intramusculares así como el ejercicio vigoroso o el transporte prolongado resultan en liberaciones moderadas (hasta 4 veces el valor en reposo) de la CK hacia la circulación sin producir evidencia histológica de daño muscular.<sup>13</sup>

La vida media de esta enzima en la circulación es muy corta (2 horas), aún elevaciones marcadas pueden regresar a su valor normal entre 12 a 24 horas después de un simple insulto muscular. Aunque la marcada elevación de la CK puede ser un indicador de la extensión del daño muscular, la corta vida media y el potencial para continuar con la mio necrosis tienen una marcada influencia en la actividad de la enzima observada en cualquier punto en el tiempo. Una elevación persistente de la CP sugiere un proceso resultante en un daño muscular continuo y activo y provee bases para descansar a los caballos atletas. La CK elevada no provee información sobre los factores responsables del daño muscular. La hemólisis puede producir valores altos falsos para la CK.<sup>14</sup>

El rango de referencia va de 60 a 330 UI/L.<sup>15</sup>

<sup>13</sup> SMITH,P.B. Large Animal Internal Medicine. Saint Louis. Mosby Inc. 2002. Págs. 460 - 461

<sup>14</sup> Opcit, SMITH. Pags. 461.

<sup>15</sup> EADES, S. Laboratory Profiles of Equine Diseases. St Louis.. Mosby Inc. 1997. Pág. 7.

Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet)®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

La interpretación de los niveles enzimáticos de la CK es una pauta muy importante para conocer la etapa en la que se está y qué tan avanzado está el problema, esto para determinar que tipo de daño muscular se tiene y qué tan grave es, así:

- La CK alcanza su máximo nivel sérico entre 6 y 12 horas después del ejercicio.
- La vida media de la CK es de 2 horas
- Los niveles altos de CK indican un daño muscular activo.
- La CK retorna a sus valores normales entre 24 y 48 horas después del ejercicio, cuando la lesión no es progresiva sino esporádica.<sup>16</sup>

### **NITRÓGENO UREICO SANGUÍNEO (BUN)**

La concentración de urea comúnmente se reporta como Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN), y ocasionalmente como Nitrógeno Ureico Sérico (SUN), o concentración de Nitrógeno Ureico (UN). Dos grandes procesos alteran la concentración de la urea en el suero; estos son la tasa de síntesis de urea por los hepatocitos y la tasa de aclaramiento de la urea por los riñones. La tasa de síntesis de la urea depende de forma primaria de la función hepática y está influenciada por alteraciones en la dieta a base de proteína o su catabolismo. La tasa de aclaramiento renal de la urea depende de la tasa de filtración glomerular y de la tasa de resorción de urea por los túbulos renales.<sup>17</sup>

La urea es un compuesto nitrogenado, se produce en el ciclo hepático de la urea. Los niveles de BUN se usan para evaluar la función renal basada en la habilidad del riñón de remover desechos nitrogenados de la sangre. Esta prueba no es muy sensible ya que aproximadamente el 75% del tejido renal debe haber perdido su función antes de que se detecten valores altos en la sangre. En animales sanos, la urea es filtrada del plasma por el glomérulo renal. Alguna urea regresa a la sangre a través de los túbulos renales pero la mayoría se excreta en la orina. Si el riñón no está funcionando apropiadamente, no se remueve suficiente urea del plasma, llevando esta al aumento de los niveles de BUN.<sup>18</sup>

La sensibilidad y la especificidad del BUN como un indicador de enfermedad renal son bajas cuando se comparan con otras pruebas. Muchos factores no renales pueden alterar la concentración del BUN independiente de cambios en la tasa de filtración glomerular.<sup>19</sup> El ciclo de la urea es la vía más importante para la conversión del amoníaco que proviene del tracto gastrointestinal en nitrógeno ureico. Los valores de referencia para el BUN van de 12 a 26 mg/dl y 4.3 a 9.3 mmol/l.<sup>20</sup>

<sup>16</sup> LOPEZ, J.L, Biopsia Muscular. [online]. Madrid, España. 2003. [citado 30 de junio de 1999]. Tomado de III curso sobre medicina deportiva equina, Córdoba España. Disponible de Internet: URL : <http://www.uco.es/organiza/departamentos/anatomia-y-anat-patologica/anatomia/medicinadeportiva/16.htm>

<sup>17</sup> STOCKHAM, S. Interpretation of Equine Serum Biochemical Profile Results. Clinical Pathology. The Veterinary Clinics Of North America. Equine Practice. Vol. 11 No. 3 December 1995. pag. 393.

<sup>18</sup> PRATT, W. Laboratory Procedures for Veterinary Technicians... Mosby Inc. 1997. Pag. 103

<sup>19</sup> MATTHEWS, H. Veterinary Medicine. April, 1993. Journal of Equine Practice Pág 349

<sup>20</sup> MEYER, D. Veterinary Laboratory Medicine. WB Saunders Company. 1998. Pag. 170

Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) ®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

## **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

La realización del trabajo consistió en la determinación y análisis de los valores de ácido láctico, glucosa, nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) y creatin kinasa (CK) en una población de atletas equinos de salto pre y post ejercicio de una muestra de sangre venosa.

La toma de los datos se hizo en campo, por medio de un equipo portátil analizador de química sanguínea (I-STAT), el procesamiento de los resultados se realizó a nivel de diferentes laboratorios especializados en cada uno de los parámetros.

Las pruebas se realizaron en la Escuela de Equitación del Ejército Nacional, club Los Arrayanes y CESPO, ubicados todos en la ciudad de Bogotá.

## **LOCALIZACION**

Bogotá se encuentra localizada 0.4° 44' 04" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 2600 metros, y con una temperatura promedio de 14 grados centígrados, limitando con los municipios de Chía en su cabecera norte, al nororiente con el municipio de la calera, al oriente con los cerros de la Cordillera Oriental, al sur con los municipios de Usme (sur oriental) y Soacha y al occidente limita con los municipios de Fontibón y Cota.

## **POBLACION**

Se utilizaron 40 ejemplares atletas equinos de salto machos y hembras de razas: Silla Argentina, Hannoveriano, Pura Sangre Ingles, Trakehner y Silla Francés. Las edades de estos ejemplares oscilan entre los 6 y los 12 años de edad.

## **RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se realizó una selección previa de los ejemplares, de acuerdo a la categoría deportiva, buscando equinos completamente sanos y que se encontrarán en competencia al momento de la toma de las muestras.

Se realizaron exámenes físicos y sanguíneos en Caballos atletas de salto en los siguientes tiempos de muestreo:

- Tiempo 0 = En reposo total
- Tiempo 1 = Inmediatamente después del ejercicio
- Tiempo 2 = Entre media hora y una hora después del ejercicio
- Tiempo 3 = Evaluado entre hora y hora y media después de realizado el ejercicio.

Las condiciones del ejercicio fueron iguales para todos los caballos los cuales se clasificaron en dos categorías:

- Categoría A: En los cuales se incluye animales de saltos variados a 1 metro.
- Categoría B: Aquellos deportistas de salto variado a 1.20 metros.



Se les realizó un calentamiento previo el cual consistió en galope durante 3 minutos en promedio. Los ejemplares seleccionados se hicieron saltar 15 obstáculos a la mano, con unas alturas entre 1 metro y 1,20 metros. La prueba no supuso ningún nivel de exigencia .

Las muestras de sangre que se tomaron fueron por vía venosa, y las variables analizadas para este caso fueron ácido láctico, glucosa, creatin kinasa (CK) y Nitrógeno ureico sanguíneo (BUN); estas fueron procesadas en el laboratorio clínico de la Universidad de la Salle y se tomaron en reposo y después de ejercicio.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

A continuación se presentan los resultados del estudio "Determinación de los valores de Glucosa, Ácido Láctico, Creatin kinasa (CK), y Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN), en una población de equinos de salto en Bogota, Colombia; obtenidos en algunos clubes hípicos de la ciudad.

Los resultados serán analizados primero de forma general (toda la población de atletas equinos) y después cada uno de los parámetros según su performance o nivel de desempeño (alto, medio bajo) de los equinos en cuatro tiempos así: T0, T1, T2, y T3; con su análisis estadístico respectivo (tablas anexas), gráficas y análisis correspondientes a cada variación significativa.

Este estudio aporta los estándares para los equinos deportistas colombianos, ya que utilizó poblaciones que representan las condiciones de alimentación, entrenamiento, niveles de exigencia y competición que se manejan en el país.

## **RESULTADOS GENERALES**

Los datos correspondientes a los resultados generales de grupo de atletas equinos se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA 1.** Comparación de los valores generales: mínimos, máximos, promedio y desviación estándar en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, Colombia

PARAMETRO	TIEMPO	N	VALOR PROMEDIO	MINIMOS	MAXIMOS	MEDIA +/- DS *
<b>GLUCOSA</b>	T0	3 5	118,0 0	82,00	200,00	107,05 +/- 22,59
	T1	3 4	67,00	62,00	129,00	92,35 +/- 16,29
	T2	3 0	108,0 0	21,00	129,00	100,06 +/- 19,11
	T3	3 0	114,0 0	21,00	135,00	105,50 +/- 19,39
<b>BUN</b>	T0	3 4	19,00	10,00	29,00	17,55 +/- 3,81
	T1	3 3	17,00	10,00	27,00	17,09 +/- 3,92
	T2	3 2	36,00	10,00	46,00	17,65 +/- 6,42
	T3	2 9	34,00	10,00	44,00	17,58 +/- 6,47
<b>CK</b>	T0	2 2	83,10	65,60	148,70	98,07 +/- 25,46
	T1	2 1	366,1 8	62,42	428,60	145,58 +/- 81,63
	T2	0	-	-	-	-
	T3	0	-	-	-	-
<b>ACIDO LACTICO</b>	T0	3 5	40,56	5,44	46,00	15,98 +/- 9,48
	T1	3 5	42,00	8,00	50,00	20,60 +/- 11,30
	T2	2 3	34,00	17,00	51,00	29,44 +/- 9,18
	T3	2 2	34,60	19,40	54,00	34,12 +/- 10,77

Desviación estándar  
 N =40 ejemplares en total  
 Valor Promedio de los datos obtenidos de todo el grupo

La tabla permite observar las variaciones fisiológicas de cada parámetro en los diferentes tiempos de muestreo donde se incluyen: la media, la desviación estándar, el valor promedio, los mínimos y máximos y el número de muestras analizadas, y se darán las explicaciones fisiológicas que le den validez a estos resultados.

Analizando cada uno de los parámetros en los cuatro tiempos de forma general, se obtienen las siguientes observaciones.

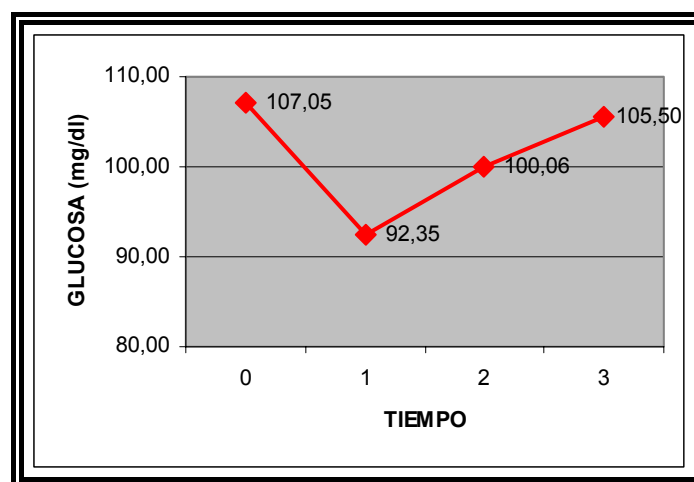
### Glucosa (Valor de referencia 90 – 144 mg/dl)

La glucosa presenta una disminución marcada entre el tiempo basal (T0) y el T1 que es inmediatamente después del ejercicio. Esto es debido al enorme gasto energético presentado por el animal cuando comienza el ejercicio, ya que la glucosa es la fuente inicial de energía cuando se comienza una actividad física. Se ve un ascenso del valor (T2) cercano al calor basal, y mostrando un retorno hacia los valores normales en el tiempo 3. Esto se debe en gran parte a que la glucosa es la principal fuente de energía del organismo. Es un carbohidrato simple que está muy estrechamente regulado por el cuerpo. Los carbohidratos se almacenan en forma de glicógeno.<sup>21</sup>

Durante el ejercicio el caballo depende de estas fuentes para proveer la energía necesaria para la contracción muscular y la locomoción. En el ejercicio de tipo prolongado y extenuante el animal depende casi en su totalidad de sus depósitos de glucosa, por eso el animal se fatiga (metabolismo aerobio). Por eso vemos que a T1 el valor desciende drásticamente, esto indica la depleción de los depósitos de glucosa a nivel muscular.<sup>22</sup>

Luego se observa que a T2 los valores comienzan a regresar a su valor normal, esto nos puede indicar que los depósitos de glicógeno del músculo y del organismo se están restaurando y equilibrando, ya que el hígado es el encargado de regresar los valores de glucosa sanguíneos a su margen normal. A T3 se ve que el valor es casi normal y los animales se encuentran cerca de su límite basal.

A continuación se presentará el gráfico de los valores generales para la glucosa para así observar de forma gráfica las variaciones de cada uno de los datos estadísticos (Ver grafica 1).



**GRAFICA 1.** Variaciones de la glucosa en equinos en diferentes tiempos de muestreo.

<sup>21</sup> MURRAY, R. Bioquímica de Harper. 14va Edición. Mexico D.F. Manual Moderno 1997. Pág. 192

<sup>22</sup> GARCIA, S. Fisiología Veterinaria. Mc Graw Hill Interamericana. Buenos Aires. 1992. Pag 1031

Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet)®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

### Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN) (Valor de referencia 12 a 26 mg/dl)

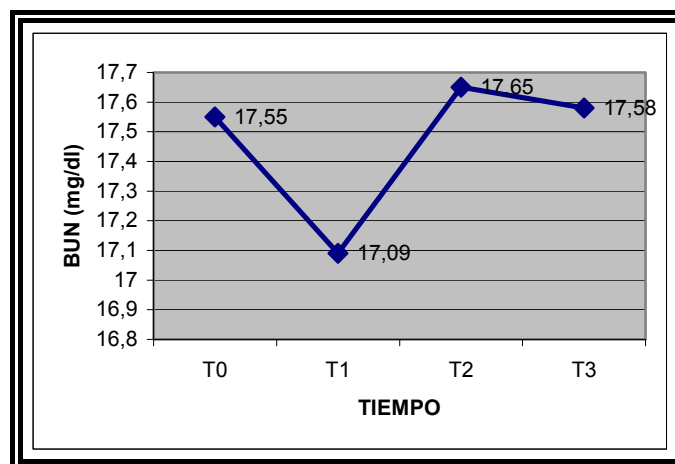
El BUN muestra un descenso leve entre T0 y T1, manteniéndose alto todavía en T2 y regresando casi a su valor normal en T3. Este marcado aumento puede deberse en gran parte a que el animal se encuentra haciendo un gran esfuerzo fisiológico (ejercicio extenuante) y se comienza a presentar algo de deshidratación (pérdida de fluidos por el sudor, el jadeo), que es una de las causas de aumento del BUN (azotemia).<sup>23</sup>

Este aumento del BUN fisiológicamente se debe a una disminución del flujo sanguíneo a través del riñón lo cual es secundario al proceso de deshidratación. El aumento también puede ser causado por un alto catabolismo proteico, la microflora intestinal, dietas altas en proteínas y los esteroides.

El metabolito principal del BUN es la urea, producida en el hígado y excretada por el riñón (filtración glomerular); esta urea se encuentra muy bien distribuida en el agua corporal, por eso se presenta su aumento cuando hay deshidratación.<sup>24</sup>

No se logró ver dentro del estudio el regreso del BUN a sus valores normales esto debido a que toma algo de tiempo el restablecimiento del agua corporal y la eliminación vía filtración glomerular de la urea.

A continuación se presentan gráficamente las variaciones para el BUN, en toda la población de equinos (Ver grafica 2)



**GRAFICA 2.** Variaciones del BUN en equinos en diferentes tiempos de muestreo

### Creatin Kinasa (CK) (Valor de referencia 60- 330 U/L)

De esta variable solo se realizaron muestras en T0 y T1, en los que se observa un marcado aumento entre los 2 tiempos, esto indica lo sensible que puede llegar a ser esta enzima en momentos de ejercicio fuerte y lo diagnóstica que esta puede llegar a ser.

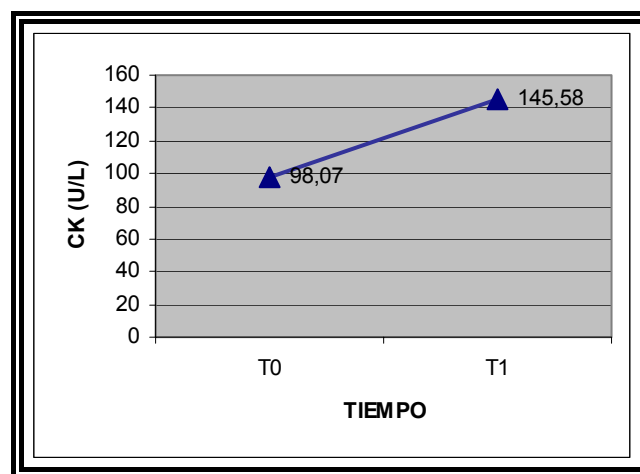
<sup>23</sup> PRATT, W. laboratory procedures for veterinary technicians. Mosby Inc. 1997. Pág. 103

<sup>24</sup> MATTHEWS, H. Mesuring Renal function In horses. JVM. April 1993. Pág. 349

Este marcado aumento puede presentarse debido a que el animal entre estos dos tiempos realizó un ejercicio vigoroso, que llevó a la liberación en grandes cantidades de esta enzima, esta puede elevarse hasta 4 veces su valor normal sin mostrar alteraciones histológicas de daño muscular; ya que su presencia siempre esta asociada a daños musculares (valor normal pre ejercicio de 0 a 49 UI/L, Pratt,1997).

La CK retorna a sus valores normales entre 24 y 48 horas después del ejercicio, cuando la lesión no es progresiva sino esporádica.<sup>25</sup>

A continuación el gráfico permite ver la gran variación en los niveles de CK que se presentan en los equinos de deporte (Ver grafica 3).



**GRAFICA 3.** Variación de la CK en el grupo de atletas equinos en T0 y T1

### **Ácido Láctico (Valor de referencia 3,6 a 14,5 mg/dl)**

Se observa en los datos que desde el valor inicial se muestra un marcado aumento en los valores del ácido láctico del grupo de caballos, por ejemplo entre T0 y T1 vemos un aumento significativo (estadísticamente), pero entre T1 y T2 es aun mayor, y entre T2 y T3 sigue aumentando pero no tanto como el margen anterior. Se puede ver el alto valor que presenta este parámetro entre los grupos de animales en los diferentes tiempos de muestreo, lo que indica que este es un parámetro muy representativo a la hora de determinar el desempeño del caballo y qué tan bien acondicionado está.

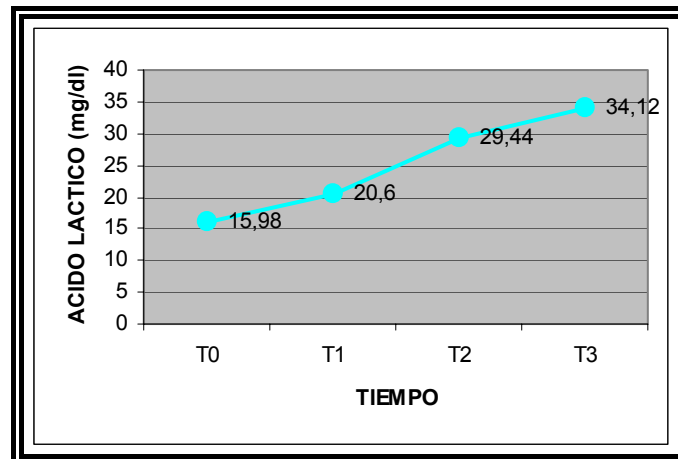
Durante el ejercicio a altas velocidades, la concentración de ácido láctico incrementa en el músculo en ejercicio, y luego se difunde a la sangre. Esta respuesta es atribuible a la limitación en el uso de oxígeno por las células musculares en ejercicio. Durante el ejercicio de alta intensidad las células pueden solo mantener la tasa requerida de suministro de ATP a las células musculares por uso anaeróbico de la glucosa. La glicólisis anaeróbica resulta en la acumulación de ácido láctico en las células musculares.

La velocidad actual a la cual el lactato comienza a acumularse en las células musculares y en la sangre dependerá del paso, raza, caballo, dieta y estado de entrenamiento

<sup>25</sup> EADES, S. Laboratory Profiles of Equine Diseases. St Louis.. Mosby Inc. 1997. Pág. 7.

Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) ®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

(acondicionamiento). A continuación se observa gráficamente la gran variación en los niveles de ácido láctico que se presentaron en los equinos de salto (gráfica 4).



**GRAFICA 4.** Variación del ácido láctico en atletas equinos en diferentes tiempos de muestreo.

## RESULTADOS POR PERFORMANCE

Se presentaran ahora los resultados de estudio pero clasificados por el grupo de caballos según su nivel de performance o desempeño: alto, medio, bajo, y se realizará el análisis respectivo por grupo. A continuación se presentaran las tablas por niveles de performance comenzando con los de performance alto, seguida de su análisis respectivo.

### Caballos con Alto Performance

Los datos correspondientes al grupo de caballos pertenecientes al grupo de alto performance se presentaran en la siguiente tabla.

**TABLA 2.** Comparación de los valores del grupo de alto performance: mínimos, máximos, promedio y desviación estándar en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, Colombia

PARAMETRO	TIEMPO	N	VALOR PROM	MINIMOS	MAXIMOS	MEDIA +/- DS *
<b>GLUCOSA</b>	T0	17	70,00	82,00	152,00	99,41 +/- 15,58
	T1	6	52,00	66,00	118,00	91,37 +/- 13,57
	T2	2	89,00	21,00	110,00	97,16 +/- 24,42
	T3	3	105,00	21,00	126,00	100,07 +/- 25,56
<b>BUN</b>	T0	7	17,00	12,00	29,00	17,70 +/- 4,48
	T1	6	16,00	11,00	27,00	17,25 +/- 4,69
	T2	4	35,00	11,00	46,00	18,64 +/- 9,03
	T3	3	34,00	10,00	44,00	18,69 +/- 9,15
<b>CK</b>	T0	2	83,10	65,60	148,70	98,07 +/- 25,46
	T1	1	366,18	62,42	428,60	145,58 +/- 81,63
	T2	0	-	-	-	-
	T3	0	-	-	-	-
<b>ACIDO LACTICO</b>	T0	5	40,56	5,44	46,00	15,98 +/- 9,48
	T1	5	42,00	8,00	50,00	20,60 +/- 11,30
	T2	3	34,00	17,00	51,00	29,44 +/- 9,18
	T3	2	34,60	19,40	54,00	34,12 +/- 10,77

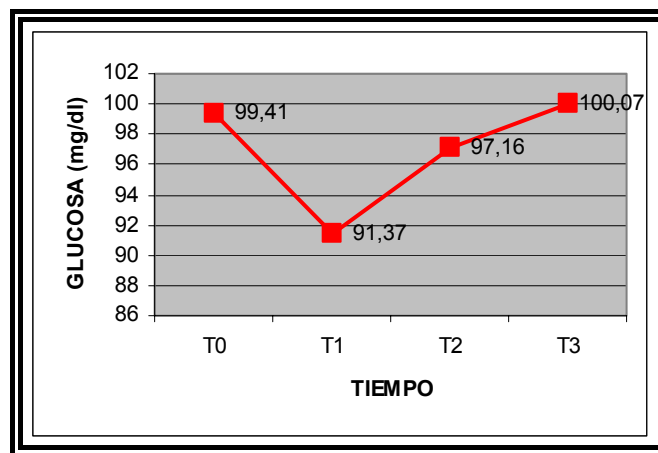
### Glucosa (Valor de referencia 90 – 144 mg/dl)

La glucosa en los caballos de performance alto muestra unas variaciones significativas (estadísticamente). Como vemos entre T0 y T1 la disminución en los niveles de glucosa sanguínea es bastante marcada, mostrándose un alza casi hasta el valor normal en T2, teniendo un valor normal totalmente reestablecido en T3. Estos valores son mucho más bajos que los presentados en la tabla general, indicando que todo el grupo de caballos tiene una mayor ingerencia en la variación de los resultados.

Estos resultados nos arrojan dos situaciones importantes, la primera es que el caballo utiliza sus fuentes energéticas de forma ágil y precisa, dependiendo de la intensidad y duración del mismo (intensidad alta, duración de 15 minutos aproximadamente), y la segunda es que con la misma rapidez que utiliza la glucosa con esa misma rapidez la puede volver a reestablecer a su valor normal como vemos en la tabla.<sup>26</sup>

En este grupo hay un número importante de caballos, en promedio 15, lo que da una cierta confiabilidad a la hora de interpretar los resultados.

A continuación se observa gráficamente la gran variación en los niveles de glucosa que se presentan en los equinos de salto de alto performance (Ver grafica 5).



**GRAFICA 5.** Variación de la glucosa en atletas equinos de alto performance en varios tiempos de muestreo

### **Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN) (Valor de referencia 12 – 26 mg/dl).**

En cuanto al BUN, la variación de los valores en cuanto al grupo de caballos no es muy representativa, ya que como sabemos este valor no es muy variable en los caballos de deporte y no es indicativo de ninguna alteración en especial. Se ve que hay una disminución entre T0 y T1 esto probablemente a causa de la disminución del agua corporal causada por prueba. Entre T1 y T2 se ve un aumento marcado del valor del BUN, esto debido al ejercicio prolongado que aumenta este valor en la sangre. Esto también está relacionado con el metabolismo de la urea a nivel hepático ya que esta debe ser primero usada por el hígado y se encuentra circulante antes de ser tomada y excretada por el riñón. En T3 el valor se encuentra todavía aumentado. En el experimento no se pudo determinar en que momento el BUN regresaba a su valor normal.<sup>27</sup> El promedio de animales en este parámetro fue de 15.

A continuación se observa gráficamente la gran variación en los niveles del BUN que se presentan en los equinos de salto de alto performance (Ver grafica 6).

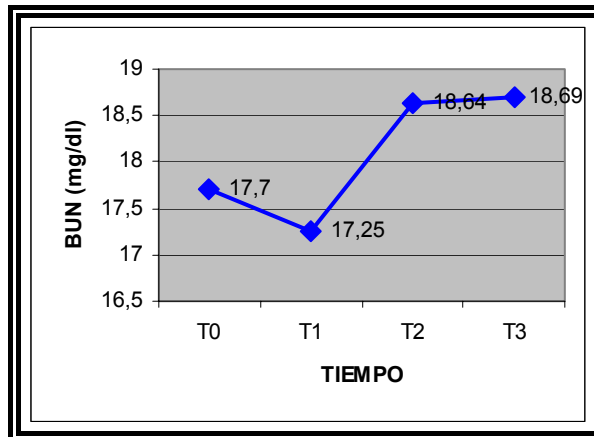
<sup>26</sup> JONES, William. Exercise Physiology [online]. Queensland (Australia). 2002 [cited April 23, 2003].

Available from Internet: < URL: <http://www.equinevetnet.com/veterinarian/sportmed/physiology.html>

<sup>27</sup> STOCKHAM, S. Interpretation of Equine Serum Biochemical Profile Results. Clinical Pathology. The Veterinary Clinics Of North America. Equine Practice. Vol. 11 No. 3 December 1995. pag. 393.

Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet)®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org/)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org/)® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>





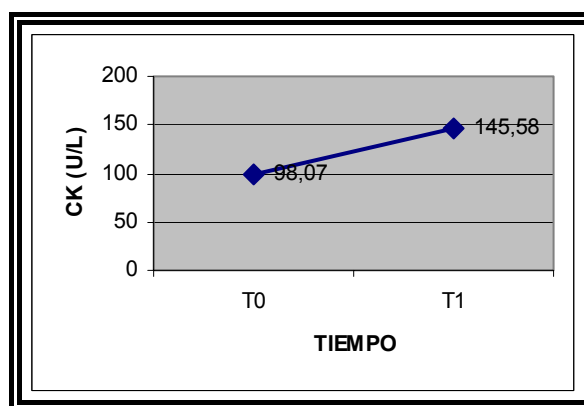
**GRAFICA 6.** Variación del BUN en atletas equinos de alto performance en varios tiempos de muestreo

#### **Creatin Kinasa (CK) (valor de referencia 60 – 330 U/L)**

En cuanto a la CK solo se tienen dos tiempos de muestreo T0 y T1, y se puede ver la enorme variación entre estos dos tiempos. Como ya se había dicho antes, esto muestra la gran sensibilidad que posee esta enzima para el trabajo realizado.

Se sabe que la CK aumenta en relación con la intensidad del ejercicio y del tiempo que dure el mismo ya que es específica de músculo y es muy indicativa de la actividad que este realice. No se pudo determinar dentro de la investigación en que momento el valor regresaba a su margen basal. El promedio de caballos en esta prueba fue de 21.<sup>28</sup>

A continuación se observa gráficamente la gran variación en los niveles de la Creatin Kinasa (CK) que se presentan en los equinos de salto de alto performance (Ver gráfica 7)



**GRAFICA 7.** Variación de la CK en atletas equinos de alto performance en varios tiempos de muestreo

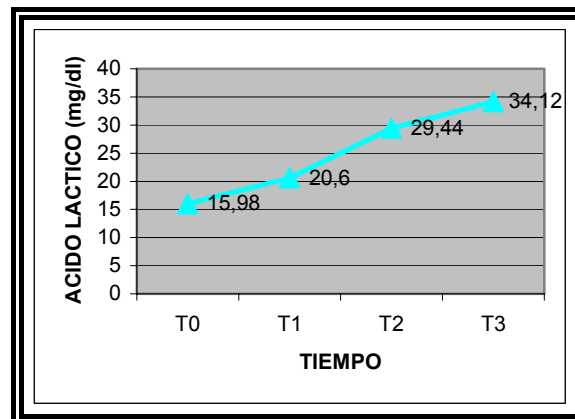
<sup>28</sup> SMITH, P.B. Large Animal Internal Medicine. Saint Louis. Mosby Inc. 2002. Págs. 460 - 461  
 Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet)®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

### Ácido Láctico (Valor de referencia 3,6 a 14,5 mg/dl)

Se observa que este parámetro es uno de los que más variaciones presentan ya que es tal vez uno de los más indicativos para los caballos de deporte. Se observa que entre T0 y T1 hay una variación representativa pero entre T1 y T2 esa brecha se hace aun mayor. Entre T2 y T3 hay aumento pero no tan marcado como el anterior.

Estas variaciones solo pueden indicar una cosa que el acúmulo de lactato en la sangre es alto debido al ejercicio de alta intensidad que realizaron los atletas. Esto se debe a que a velocidades altas todos los caballos deben usar más de las vías de suministro de energía anaerobia para apoyar los requerimientos energéticos del ejercicio, y ocurre metabolismo anaerobio acelerado del glucógeno. El promedio de caballos en esta prueba fue de 29.

A continuación se observa gráficamente la gran variación en los niveles del Ácido Láctico que se presentan en los equinos de salto de alto performance (Ver gráfica 8).



**GRAFICA 8.** Variación del ácido láctico en atletas equinos de alto performance en varios tiempos de muestreo.

### Caballos Con Performance Medio

Los datos correspondientes al grupo de caballos pertenecientes al grupo de medio performance se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA 3.** Comparación de los valores del grupo de medio performance: mínimos, máximos, promedio y desviación estándar en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, Colombia

PARAMETRO	TIEMPO	N	VALOR PROM.	MINIMOS	MAXIMOS	MEDIA +/- DS *
<b>GLUCOSA</b>	T0	10	56,00	95,00	151,00	113,5 +/- 17,52
	T1	10	58,00	71,00	129,00	94,00 +/- 18,23
	T2	10	52,00	75,00	127,00	98,60 +/- 14,90
	T3	9	31,00	95,00	126,00	109,11 +/- 11,24
<b>BUN</b>	T0	9	10,00	15,00	25,00	17,33 +/- 3,31
	T1	9	13,00	10,00	23,00	16,44 +/- 3,90
	T2	10	13,00	10,00	23,00	16,10 +/- 3,90
	T3	9	11,00	11,00	22,00	16,22 +/- 3,34
<b>CK</b>	T0	7	68,60	68,50	137,10	91,53 +/- 23,61
	T1	7	110,84	62,42	173,26	118,61 +/- 41,13
	T2	0	-	-	-	-
	T3	0	-	-	-	-
<b>ACIDO LACTICO</b>	T0	10	40,00	6,00	46,00	18,66 +/- 14,57
	T1	11	28,92	9,08	38,00	20,30 +/- 10,60
	T2	8	22,00	18,00	40,00	26,37 +/- 7,50
	T3	8	34,00	20,00	54,00	35,12 +/- 13,02

En este grupo de caballos se observa que el número de animales por grupo disminuyó considerablemente. Se tienen en promedio 9 animales por grupo, lo cual no es representativo estadísticamente para los correspondientes análisis de resultados para este proyecto.

Por esta razón la interpretación de los resultados puede no ser del todo acertada ya que el bajo número puede presentar falsos en los resultados, lo que hará que la interpretación no sea tan acertada como en los análisis anteriores.

## Glucosa

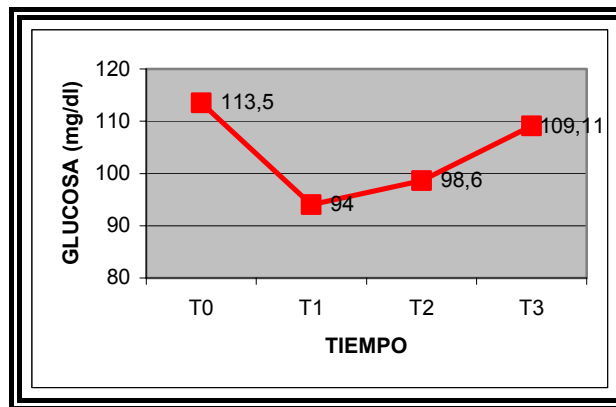
Se puede ver aquí, que se presentan variaciones representativas entre los diferentes tiempos de muestreo. Se observa que entre T0 y T1 hay un descenso marcado en el nivel, aumentando hacia T2 y regresando casi a su valor normal en T3.

Se observa que la tendencia del comportamiento de los niveles es similar al visto en los caballos de alto performance.<sup>29</sup>

Los valores pueden ser un poco altos ya que el número de animales por grupo no supera el mínimo establecido para la investigación que fue de 12 animales por grupo.

Pero aun así las variaciones entre cada uno de los tiempos son notorias. El número de animales promedio para este parámetro fue de 10

A continuación se observa gráficamente la gran variación en los niveles de la Glucosa que se presentan en los equinos de salto de performance medio (Ver grafica 9).



**GRAFICA 9.** Variación de la glucosa en atletas equinos de medio performance en varios tiempos de muestreo.

## Nitrógeno Ureico Sanguíneo

En este parámetro se nota que a comparación con los otros de BUN aquí no vemos aumento, si no lo contrario disminución en los diferentes tiempos de muestreo, y no se ve un retorno del valor a su margen normal.

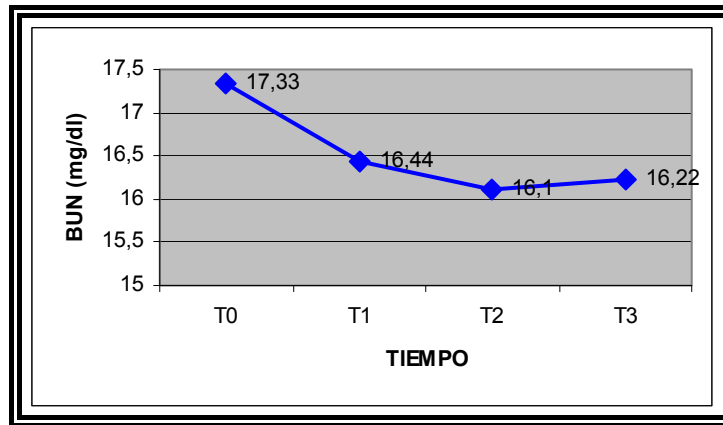
Esto puede deberse al número de animales por grupo, que no es representativo estadísticamente y puede alterar la interpretación de los resultados, además de un error al momento de la toma y procesamiento de la muestra; ya que en estas condiciones de esfuerzo fisiológicamente no es normal que el BUN disminuya. Por el contrario el BUN debería estar aumentando por las condiciones de ejercicio extenuante a las que están siendo sometidos los animales.<sup>30</sup>

<sup>29</sup> PERRONE, G.M. Análisis de parámetros fisiológicos post competencia en diferentes deportes hípicos (saltos variados, pato, trote). [Online]. Buenos Aires, Argentina. 2003. Disponible en Internet: URL<:http://<http://www.portalveterinaria.com.ar/sections.php?op=viewarticle&artid=225>

<sup>30</sup> MATTHEWS. H. veterinary Medicine. April, 1993. Journal of Equine Practice. Pag. 349  
Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinacion y analisis de valores de nitrogeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y acido lactico pre y post ejercicio en una poblacion de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) ®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

El número de animales promedio para este parámetro fue de 9.

A continuación se observa gráficamente la marcada variación en los niveles del Nitrógeno Ureico Sanguíneo que se presentan en los equinos de salto de medio performance (Ver grafica 10).

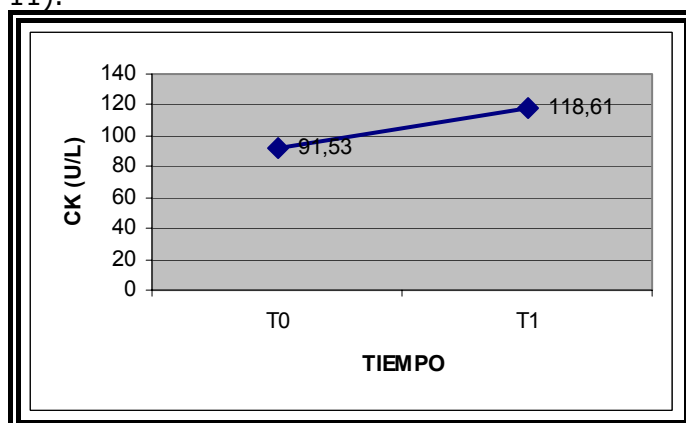


**GRAFICA 10.** Variación del Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN) en atletas equinos de medio performance en varios tiempos de muestreo.

### Creatin Kinasa (CK)

Se ve en este parámetro como en los otros de CK, el mismo patrón de comportamiento, un aumento significativo entre T0 y T1. Se puede de nuevo confirmar lo dicente que es esta enzima para el trabajo que se realizó. Sin embargo la falla de esto es no tener los otros dos tiempos para poder analizar de forma completa el trabajo y la real variación, y si en algún momento el valor regresa a su margen normal. El número de animales promedio para este parámetro fue de 7.<sup>31</sup>

A continuación se observa gráficamente la gran variación en los niveles de la creatin kinasa (CK) que se presentan en los equinos de salto de medio performance (Ver grafica 11).



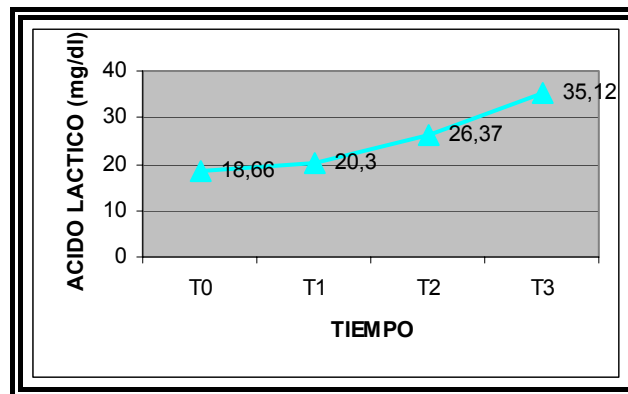
**GRAFICA 11.** Variación de la Creatin Kinasa (CK) en atletas equinos de medio performance en varios tiempos de muestreo.

<sup>31</sup> <sup>31</sup> PERRONE, G.M. Análisis de parámetros fisiológicos post competencia en diferentes deportes hípicos (saltos variados, pato, trote). [Online]. Buenos Aires, Argentina. 2003. Disponible en Internet: URL<:http://<http://www.portalveterinaria.com.ar/sections.php?op=viewarticle&artid=225>

### 7.2.2.2. Ácido Láctico

Este parámetro como los otros de ácido láctico presenta el mismo patrón de comportamiento. Se ve un aumento directamente proporcional entre los di referentes tiempos sin poder observar un regreso al margen normal dentro del trabajo. Se observa que a partir de T1 comienza a aumentar el valor no tan marcado hacia T1, entre T1 y T2 se ve que el aumento es mas notorio, y entre T2 y T3 aun mas marcado el margen de aumento. Esto como ya se ha discutido antes se debe al acúmulo del lactato en la circulación sanguínea ya que su metabolismo y eliminación son un poco lentos para que se puedan notar dentro del experimento.<sup>32</sup> El número de animales promedio para este parámetro fue de 9.

A continuación se observa gráficamente la gran variación en los niveles del Ácido Láctico que se presentan en los equinos de salto de medio performance (Ver gráfica 12).



**GRAFICA 12.** Variación del Ácido Láctico en atletas equinos de medio performance en varios tiempos de muestreo.

### Caballos con Performance Bajo

Los datos correspondientes al grupo de caballos pertenecientes al grupo de bajo performance se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA 11.** Comparación de los valores del grupo de bajo performance: mínimos, máximos, promedio y desviación estándar en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, Colombia

PARAMETRO	TIEMPO	N	VALOR PROM.	MINIMOS	MAXIMOS	MEDIA +/- DS *
GLUCOSA	T0	8	104,00	96,00	200,00	115,25 +/- 35,37
	T1	8	49,00	62,00	111,00	92,25 +/- 20,56
	T2	8	45,00	84,00	129,00	106,25 +/- 15,16

<sup>32</sup> ROBINSON, I. Terapéutica Actual en Medicina Equina. 2. Intermedica. Buenos Aires. Pág. 508  
 Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) ®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) ® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

	T3	8	37,00	98,00	135,00	110,25 +/- 14,00
	T0	8	10,00	10,00	20,00	17,50 +/- 3,16
<b>BUN</b>	T1	8	6,00	14,00	20,00	17,50 +/- 2,20
	T2	8	8,00	13,00	21,00	17,87 +/- 2,47
	T3	7	7,00	13,00	20,00	17,28 +/- 2,69
	T0	3	29,24	72,96	102,20	86,75 +/- 14,68
<b>CK</b>	T1	3	32,70	103,50	136,20	117,76 +/- 16,74
	T2	0	-	-	-	-
	T3	0	-	-	-	-
	T0	8	14,50	7,50	22,00	15,97 +/- 4,82
<b>ACIDO LACTICO</b>	T1	8	26,00	10,00	36,00	24,00 +/- 8,28
	T2	6	23,00	17,00	40,00	32,66 +/- 8,43
	T3	6	24,60	19,40	44,00	30,18 +/- 10,50

Se observa en este último grupo que es el que menos animales tiene por grupo, haciendo así más difícil la interpretación de los datos y el correcto análisis de los mismos.

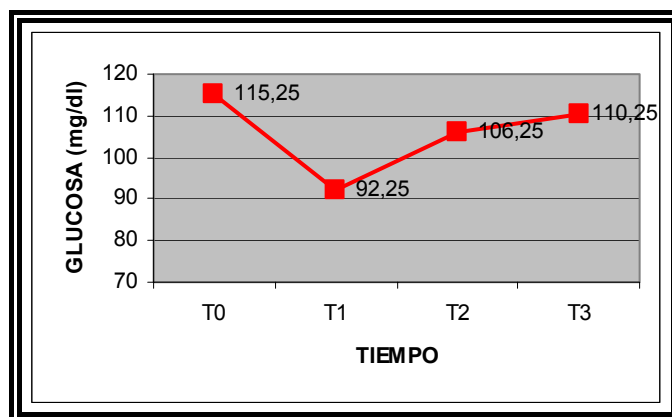
En este grupo se tienen en promedio 7 animales. Los valores son así menos representativos para el grupo de caballos.

### Glucosa

En este parámetro se observa un patrón de variación distinto a todos los anteriores. Entre T0 y T1 se ve una disminución significativa del nivel, entre T1 y T2 ese nivel vuelve a aumentar de manera considerable y entre T2 y T3 se ve un aumento no tan importante pero ya acercándose a su margen normal (T0).<sup>33</sup> El número de animales promedio para este parámetro fue de 8.

A continuación se observa gráficamente la gran variación en los niveles de la glucosa que se presentan en los equinos de salto de bajo performance (Ver gráfica 13).

<sup>33</sup> PERRONE, G.M. Análisis de parámetros fisiológicos post competencia en diferentes deportes hípicas (saltos variados, pato, trote). [Online]. Buenos Aires, Argentina. 2003. Disponible en Internet: URL<:http://<http://www.portalveterinaria.com.ar/sections.php?op=viewarticle&artid=225>  
 Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org)®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>



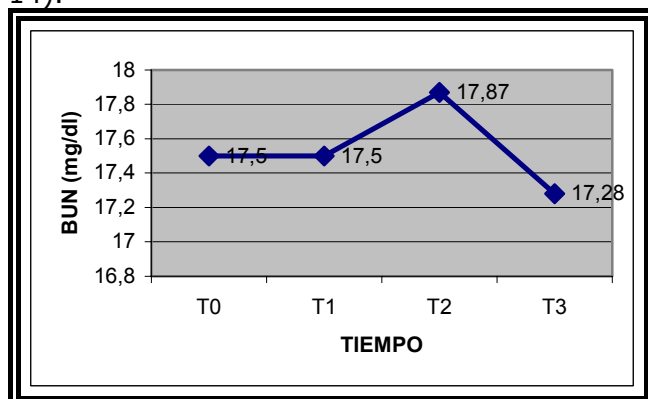
**GRAFICA 13.** Variación de la glucosa en atletas equinos de bajo performance en varios tiempos de muestreo.

### Nitrógeno Ureico sanguíneo (BUN)

En cuanto al BUN se observa un comportamiento totalmente diferente comparado con los otros análisis del mismo. Se ve que entre T0 y T1 el valor sigue igual, entre T1 y T2 el valor aumenta y entre T2 y T3 el valor vuelve a bajar, arrojando datos que no son representativos y que son difíciles de analizar para la condición en que están los animales.

Que el valor se mantenga igual entre T0 y T1 puede indicar que el cuerpo del animal todavía no tiene respuesta o ningún tipo de cambio fisiológico que haga que el BUN aumente. Pero entre T1 y T2 si se tiene la respuesta que se espera, que el BUN aumente. Lo que es más difícil de explicar es el rápido descenso del BUN en T3, esto puede indicar que el cuerpo respondió satisfactoriamente y reestableció de manera eficiente el agua corporal y el valor regreso a su margen normal.<sup>34</sup> El número de animales promedio para este parámetro fue de 8.

A continuación se observa gráficamente la variación en los niveles del Nitrógeno Ureico Sanguíneo que se presentan en los equinos de salto de bajo performance (Ver gráfica 14).



**GRAFICA 14.** Variación del Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN) en atletas equinos de bajo performance en varios tiempos de muestreo.

<sup>34</sup> SMITH, P.B. Large Animal Internal Medicine. Saint Louis, Mosby INC. 2002. pag 466.  
 Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet)®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>

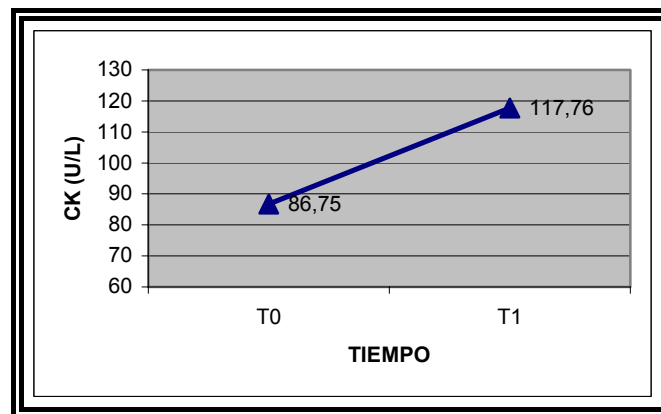


### Creatin Kinasa (CK)

Este valor como en los análisis anteriores conserva el mismo patrón, un aumento marcado entre T0 y T1, no se tiene otros valores y no se conoce el momento en que este valor regresa a su margen normal.

A pesar de que en este grupo solo hay 3 animales, no se altera el resultado de los valores, aun así es lo suficientemente específica como para no mostrar variación en un grupo tan pequeño de animales.<sup>35</sup>

A continuación se observa gráficamente la variación en los niveles de la Creatin Kinasa que se presentan en los equinos de salto de bajo performance (Ver gráfica 15).



**GRAFICA 15.** Variación del Nitrógeno Ureico Sanguíneo (BUN) en atletas equinos de bajo performance en varios tiempos de muestreo.

### Ácido Láctico

El ácido láctico muestra un comportamiento similar a los análisis anteriores, pero aquí se observa al final una pequeña disminución en el valor. Entre T0 y T1 se ven un aumento significativo, entre T1 y T2 ese valor sigue aumentando como se veía las veces anteriores pero entre T2 y T3 hay una leve disminución, esto no se había visto antes, lo que nos puede indicar que el valor de ácido láctico puede comenzar a descender poco después de la toma de la muestra en T3 (aproximadamente 1 hora después de concluir el ejercicio).<sup>36</sup> Esto no se había notado en ninguno de los análisis anteriores de este parámetro.

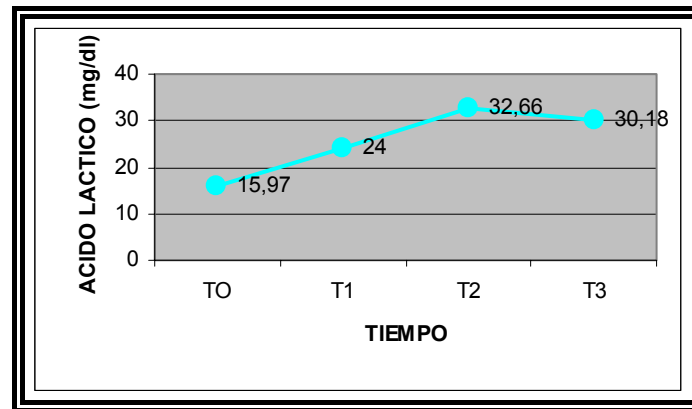
Para este grupo el promedio de animales por tiempo fue de 7.

A continuación se observa gráficamente la variación en los niveles del ácido láctico que se presentan en los equinos de salto de bajo performance (Ver gráfica 16).

<sup>35</sup> REED, S. Equine Internal Medicine. Philadelphia. WB Saunders Company. 1998. Pags. 380-381

<sup>36</sup> PERRONE, G.M. Análisis de parámetros fisiológicos post competencia en diferentes deportes hípicas (saltos variados, pato, trote). [Online]. Buenos Aires, Argentina. 2003. Disponible en Internet: URL<:http://<http://www.portalveterinaria.com.ar/sections.php?op=viewarticle&artid=225>

Mutis Barreto, Claudia Aixa ; Pérez Jimenez, Tania Elena - Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. - [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org)®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 02, Febrero/2005, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205.html>



**GRAFICA 16.** Variación del Ácido Láctico en atletas equinos de bajo performance en varios tiempos de muestreo.

## CONCLUSIONES

- Se determinaron los parámetros de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN), creatin kinasa (CK), glucosa y ácido láctico en una población de equinos atletas de salto en reposo y post ejercicio en Bogota, D.C.
- Se analizó el comportamiento pre y post ejercicio del BUN, la creatin kinasa, la glucosa y el ácido en los diferentes muestreos, permitiendo observar los tiempos requeridos para que 3 de las 4 variables regresen a sus valores normales (menos la CK que solo posee 2 tiempos).
- Se conocieron las posibles alteraciones fisiológicas que se presentaron en el momento de la toma y análisis de los datos, se distinguieron y se determinaron.
- Se determinó que los atletas de grupo de alto performance fueron los más representativos en cuanto a su mayor número y exactitud a la hora de analizar los datos, ya que son animales con niveles de entrenamiento mas estrictos y mejor acondicionados que los animales de los otros grupos.
- Se confirmó que la Creatin kinasa y el Ácido Láctico son parámetros muy importantes para ser analizados en la medicina deportiva, son muy específicos en el campo trabajado porque indican variaciones y alteraciones muy específicas que se presentan en los caballos deportistas, aun cuando los valores se encuentren entre los rangos normales reportados.
- El nitrógeno ureico sanguíneo no es un parámetro muy específico para la medicina deportiva ya que no brinda información muy aplicada concerniente a alteraciones fisiológicas del ejercicio.

## RECOMENDACIONES

- Se debe continuar con la realización de este tipo de trabajos, ya que este es pionero tal vez en nuestro medio, ya que esta importante recolección de datos nos puede dar información valiosa sobre el estado físico – atlético de nuestros caballos.
- Se debe tratar de incluir mas atletas en los estudios porque esto da márgenes mas exactos para la interpretación y el análisis de los datos
- Se debe procurar por recoger toda la información en los 4 tiempos en cada parámetro ya que esto nos puede sesgar el análisis y la correcta interpretación de los datos (en ck solo se obtuvieron 2 tiempos, impidiendo apreciar si esta regresaba a su limite basal dentro de la investigación a si aumentaba o disminuía).
- Para que el estudio adquiera más validez, las tomas de las muestras pueden hacerse en el próximo estudio de sangre arterial, para así tener una fuente de comparación..
- El estudio se debe utilizar para ser aplicado en el análisis del estado de acondicionamiento y entrenamiento de los atletas, así como puede también ser utilizado para determinar futuras pautas para el entrenamiento y acondicionamiento de nuestros atletas equinos.
- A través de estos estudios se pueden analizar los programas de entrenamiento que poseen los diferentes clubes, para así encontrar las fallas e implementar las mejoras para obtener el máximo de los atletas.

## BIBLIOGRAFIA

1. EADES, Susan. Laboratory Profiles of Equine Diseases. St Louis, Missouri. .Mosby Inc. 1997. Pag. 7, 10, 11
2. Equigym High Speed Tread Mill. Paris, Kentucky. EquiGym Products. LLC. 2003. Available from internet : URL : < <http://www.equigym.com/treadmill.htm>.
3. EVANS, David. Training And Fitness in Athletic horses. [On Line], Sidney, Australia. Department of Animal Science, University of Sidney. [Cited February, 2000]. Available from Internet: URL : < <http://www.rirdc.gov.au/reports/HOR/00-01>. PDF.
4. EVANS, D.L., (1995) The effect of intensity and duration of training on blood lactate concentrations during and after exercise. In: Equine Exercise Physiology 4. Proc. 4th International Conference on equine Exercise Physiology, ed. Robinson, N.E., R and W Publications, New market UK, Equine Vet. J. Suppl. 18. 422-425
5. GARCIA, SACRISTAN, A. Fisiología Veterinaria. Buenos Aires, Argentina. Mc Graw Hill Interamericana. 1995. pag. 1027.
6. GEOR, R. carbohydrates for Energy. [Online]. August, 2000. The horse. Available from Internet: < URL: <http://www.thehorse.com/viewarticle.asp?fid=3731&dpt=13>
7. JONES, William. Equine Sports Medicine. Philadelphia. Pennsylvania. Ed. Lea & Febiger.1995. Pag 1-2
8. JONES, William. Exercise Physiology [online]. Queensland (Australia). Available from Internet: < URL: <http://www.equinevetnet.com/veterinarian/sportmed/physiology.html>. 2002 [cited April 23, . 2003].

9. KOBLOK, C. The horse: Diseases and Clinical Management. Philadelphia, Pennsylvania. WB Saunders Company. Volume 1 and 2. 1995.
10. LOPEZ, J.L. Biopsia Muscular. [Online]. Madrid, España. 2003. [citado 30 de junio de 1999]. Tomado de III curso sobre medicina deportiva equina, Córdoba España. Disponible de Internet: URL : <http://www.uco.es/organiza/departamentos/anatomia-y-anat-patologica/anatomia/medicinadeportiva/16.htm>
11. MATTHEWS, Hillary. Measuring Renal Function in Horses. Equine Practice Journal of Veterinary Medicine. April, 1993. Pág 349
12. MEYER, Denny. Veterinary Laboratory Medicine. Philadelphia. Pennsylvania. WB Saunders Company. Second edition. 1998. Pags. 183-184
13. MURRAY, Robert... Bioquímica de Harper. México D.F. Ed. Manual Moderno. 1997. 14va Edición. Pág. 192.
14. PERRONE, G.M. Análisis de parámetros fisiológicos post competencia en diferentes deportes hípicos (saltos variados, pato, trote). [Online]. Buenos Aires, Argentina. 2003. Area de producción Equina, Universidad de Buenos Aires. Disponible en Internet: URL<:<http://www.portalveterinaria.com.ar/sections.php?op=viewarticle&artid=225>
15. PRATT, Paul. Laboratory Procedures for Veterinary Technicians. St. Louis, Missouri. Ed. Mosby Inc. Third Edition. 1997. Pág. 107
16. REED, Stephen. Equine Internal Medicine. Philadelphia, Pennsylvania. Ed. WB Saunders Company. 1998. Pág. 373.
17. ROBINSON, Edward. Terapéutica actual en medicina equina 2. Buenos Aires, Argentina Inter- Medica.. 1995. Pág. 508
18. ROBINSON, Edward. Current Therapy in Equine Medicine 4. Philadelphia, Pennsylvania. Ed. WB Saunders Company. 1997. Pag 753.
19. SMITH, P.B. Large Animal Internal Medicine. Saint Louis. Missouri. Ed. Mosby Inc. Third Edition. 2002. Págs. 460 – 461
20. STOCKHAM, S. Interpretation of Equine Serum Biochemical Profile Results. Clinical Pathology. The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice. Vol. 11 No. 3 December 1995. pag. 393.

Escrito recibido el 29/11/04, nº de referencia 020533\_RED VET. Enviado por su autor principal, [taniaperez](mailto:taniaperez), miembro de la [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org). Publicado en REDVET® el 01/02/04.

(Copyright) 1996-2005. [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®](http://www.veterinaria.org), ISSN 1695-7504 - [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) - [Comunidad Virtual Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) - Veterinaria Organización S.L.®

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica en su totalidad o parcialmente, siempre que se cite la fuente, enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) - [www.veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) y [REDVET®](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) [www.veterinaria.org/revistas/redvet](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet) y se cumplan los requisitos indicados en [Copyright](http://www.veterinaria.org/revistas/redvet)