

# Valores bioquímicos en sangre de burros antes y después del trabajo

Aline S. de Aluja\*  
Jan. Bouda\*\*  
Alfredo López C\*\*\*  
Horacio Chavira H\*\*\*

---

## Abstract

Selected blood biochemical and hematological values were determined in 32 donkeys before and after work at an altitude above 2000 masl. Animals of both sexes, aged 4 to 15 years, weighing between 100 and 160 kg, were divided into Groups 1, 2, 3 carrying loads of 80 to 130 kg during 1, 2 and 3 h, respectively. Samples of venous blood were collected from each animal before loading, and within 5 min after unloading. Blood acid-base values, PCV, plasma electrolyte concentrations, anion gap (AG), total protein, glucose and AST activity were determined. Values of pH, actual bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), base excess (BE), total  $\text{CO}_2$  ( $\text{TCO}_2$ ), and plasma inorganic phosphorus were significantly increased after 1, 2 and 3 h work, while values of  $\text{pCO}_2$ , PCV, sodium, chloride and AG were significantly lower in comparison with the initial values. There were no significant differences in plasma concentrations of potassium, calcium, total protein, glucose and AST activity before and after work. This study indicates that the Mexican donkey shows a satisfactory compensation to prolonged exercise of 1, 2 and 3 h duration at an altitude above 2000 masl, despite having to carry heavy loads.

**KEY WORDS: BIOCHEMICAL-HEMATOLOGICAL VALUES, BLOOD, DONKEY.**

## Resumen

Se determinaron analitos bioquímicos y hematológicos selectos en 32 burros antes y después del trabajo a más de 2 000 msnm. Los animales, de sexo indistinto, tenían entre cuatro y 15 años de edad, pesaban entre 100 y 160 kg. Fueron divididos en tres grupos, que transportaron 80 a 130 kg durante una, dos y tres horas, respectivamente. Las muestras de sangre venosa se colectaron de cada animal al iniciar el trabajo y cinco minutos después de descarga. Se determinaron valores ácido-base, hematócrito, concentraciones plasmáticas de electrólitos, anion gap (AG), proteínas totales, glucosa y actividad de AST. Los valores de pH, bicarbonato actual ( $\text{HCO}_3^-$ ), exceso de base (EB),  $\text{CO}_2$  total ( $\text{TCO}_2$ ) y fósforo inorgánico se incrementaron significativamente después de una, dos y tres horas de trabajo, mientras que los valores de  $\text{pCO}_2$ , hematócrito, sodio, cloro y AG, disminuyeron significativamente en comparación con los valores iniciales. No hubo diferencias significativas en las concentraciones plasmáticas de potasio, calcio, proteínas totales, glucosa y actividad de AST, antes y después del trabajo. Este estudio indica que el burro mexicano tiene una compensación satisfactoria al ejercicio prolongado de una, dos y tres horas de duración a más de 2 000 msnm, a pesar de que transportan cargas pesadas.

---

Recibido el 15 de agosto de 2001 de y aceptado el 31 de agosto de 2001.

\* Departamento de Patología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

\*\* Departamento de Patología Clínica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

\*\*\* Programa IDPT-ILPH-UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

## Introducción

Para los campesinos mexicanos con pocos recursos limitados, los burros constituyen una ayuda valiosa. Estos animales se usan para transportar leña, agua, heno y las herramientas necesarias para el trabajo del campo, tiro de carretas y arados, también son montados por sus dueños. El alimento ofrecido es de bajo valor nutritivo y sus cargas de trabajo son pesadas. Aluja y López<sup>1</sup> mostraron que los burros pueden llevar cargas que exceden su peso corporal, recorriendo largas distancias y a menudo los observaron exhaustos al llegar a su destino.

Se estima que en México viven 3 270 000 burros.<sup>2</sup> A pesar de este gran número de animales, se conoce poco sobre la fisiología y metabolismo de esta especie, ya que pertenecen a campesinos muy pobres que no pueden contratar servicios veterinarios. Por consiguiente, los miembros de la profesión han prestado poca atención y en la mayoría de las escuelas de medicina veterinaria, estos animales no son incluidos para su estudio en los planes académicos. En conocimiento de los autores, no existen referencias sobre el metabolismo y bioquímica de los burros con trabajo pesado a más de 2 000 msnm. Los pocos estudios que se tienen de este problema son principalmente resultados de condiciones experimentales<sup>3,4</sup> o que se llevaron a cabo usando animales bien nutridos que viven en otro tipo de climas<sup>5-7</sup> y por eso no pueden compararse con las condiciones del campo mexicano.

A veces se analizan los resultados de laboratorio de los burros, tomando como referencia valores para caballos, ello no representa una comparación válida.<sup>3,7</sup> Durante el trabajo intenso, las frecuencias cardíaca (FC) y respiratoria (FR) pueden variar considerablemente antes y después de dos horas de llevar pesadas cargas (FC 51/69, FR 31/69), mientras que la temperatura corporal no tuvo cambios (datos no publicados). En experiencia de los autores, la transpiración en burros sujetos a trabajo intenso o ejercicio es notablemente menor que en los caballos y por eso las pérdidas de potasio, cloro y sodio son probablemente menores. La capacidad de los burros para guardar y regular el agua en su cuerpo es considerable, de allí que deben existir mecanismos eficaces para favorecer el transporte del compartimento extravascular a través del sistema capilar hacia el espacio intravascular, pero la investigación de estos mecanismos no se ha publicado. Para contribuir al

conocimiento de estos mecanismos en los burros, esta investigación se dirigió hacia la valoración de estado del ácido-base, electrolitos y los analitos de sangre antes y después del trabajo. Los valores bioquímicos, ácido-base y hematológicos también pueden ser de utilidad para dar seguimiento al estado de salud de los burros.

El objetivo de este estudio fue determinar en sangre valores bioquímicos y hematológicos selectos en los burros antes y después del trabajo a más de 2,000 msnm.

## Material y métodos

Este estudio se realizó con el permiso de los dueños, en 32 burros clínicamente sanos, de sexo indistinto, con peso corporal (PC) entre 100 y 160 kg, de entre cuatro a 15 años. Los animales fueron divididos en tres grupos: Grupo 1 (n = 10, PC 120 ± 12.2 kg) con cargas (111 ± 15.3 kg) llevadas al mercado en una hora; grupo 2 (n = 15, PC 125 ± 12.2 kg) con cargas (97.5 ± 16.5 kg) llevadas en dos horas y grupo 3 (n = 7, PC 132 ± 15.4 kg) con cargas (121.2 ± 13.1 kg) llevadas en tres horas.

Los animales fueron alimentados con forrajes toscos (el rastrojo de maíz) sin grano. Sólo se ofreció el agua a los animales en su retorno del mercado. Todos los animales llevaron cargas de leña del bosque al mercado, trasladándose por en caminos en mal estado, a más de 2 000 msnm. Ellos llegaron al mercado alrededor de las nueve de la mañana, antes del inicio de las mayores temperaturas del día. El tiempo de camino con las cargas y el peso de cargas fueron medidos. El peso corporal de los burros se calculó con base en el perímetro torácico después del trabajo.

Antes de ser que se les pusiera la carga a los burros y después de cinco minutos de que éstos llegaron al mercado, se les tomó muestras de sangre de la vena yugular, en tubos que contenían EDTA<sub>K3</sub> para el análisis hemático; en tubos que contenían heparina de sodio para los análisis bioquímicos y aproximadamente 1.5 mL en jeringas heparinadas para la determinación de gases en sangre. Las burbujas de aire se eliminaron de la jeringa y la aguja se insertó en un tapón de caucho para prevenir la exposición de la sangre al aire. Inmediatamente la jeringa cerrada se sumergió en una mezcla de hielo y agua. Los valores ácido-base: pH, presión parcial de CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>), exceso de base (EB), bicarbonato actual (HCO<sub>3</sub><sup>-a</sup>) y CO<sub>2</sub> total (TCO<sub>2</sub>) fueron determinados en un analizador de gases\* dentro de las tres horas después de la colección de sangre. El hematócrito (Ht) se determinó con centrifuga para microhematócrito y las proteínas plasmáticas (PP) fueron determinadas

---

\* Analizador de gas pH/blood, modelo 238, Ciba-Corning Diagnostics, Walpole, Massachusetts, USA.

con refractómetro.<sup>8</sup> Las muestras de sangre fueron centrifugadas y el plasma se separó después de 30 min de la colección, y se refrigeró para el análisis de actividades de las enzimas o congeló para la determinación posterior de otros analitos.

Las concentraciones plasmáticas de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> fueron determinadas usando un analizador del electrólitos.<sup>\*\*\*</sup> No se analizaron concentraciones de Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> en los animales antes y después de una hora de trabajo del grupo 1, por ello el anion gap (AG) no se pudo calcular. El AG fue calculado aplicando la fórmula (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) - (Cl<sup>-</sup> + TCO<sub>2</sub>).

Las concentraciones plasmáticas de urea, glucosa, calcio, fósforo inorgánico (P inorgánico) y actividades de la enzima aspartato-aminotransferasa (AST) se determinaron en un analizador bioquímico.<sup>\*\*\*</sup> Todos los análisis se realizaron en el Departamento de Patología Clínica, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Nacional de México.

Se determinó la relación entre el peso de la

carga y el peso corporal (índice de pesos). En todos los animales se determinaron los coeficientes de correlación (r) entre de índice del pesos y analitos sanguíneos (pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-a</sup>, EB, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, inorg. P, PP). Los resultados fueron analizados mediante el análisis de varianza multivariado para medidas repetidas (dos factores con una medición repetida en uno de ellos), con toma (antes y después) y tiempo de trabajo (una, dos y tres horas) como factores principales, la interacción entre estos factores fue analizada como punto central. Se utilizó el paquete estadístico SAS.<sup>9</sup>

## Resultados

Los animales no mostraron signos clínicos de enfermedad. El peso de cargas estuvo entre 80 y 130 kg. En cuatro animales, la carga excedió el peso corporal. Los burros cargaron esos pesos durante una, dos y tres horas. Los valores bioquímicos y hematológicos determinados en la sangre de los

Cuadro 1  
VALORES ÁCIDO-BASE Y HEMATÓCRITO EN SANGRE DE LOS BURROS (n = 32) DURANTE UNA, DOS Y TRES HORAS ANTES Y DESPUÉS DEL TRABAJO

Analito	Muestra	Grupo 1 1 h (n = 10)	Grupo 2 2 h (n = 15)	Grupo 3 3 h (n = 7)	Daadt	Dadt
PH	a	7.372 ± 0.026	7.385 ± 0.032	7.386 ± 0.015	**	
	d	7.421 ± 0.025	7.436 ± 0.046	7.460 ± 0.010		NS
HCO <sub>3</sub> <sup>-a</sup> mmol/L	a	24.32 ± 1.68	25.93 ± 2.99	27.00 ± 2.35	**	
	d	25.50 <sup>a</sup> ± 1.96	27.82 <sup>a</sup> ± 2.91	31.34 <sup>b</sup> ± 0.63		*
EB mmol/L	a	-0.02 ± 1.5	2.43 ± 2.0	2.42 ± 2.3	**	
	d	1.75 <sup>a</sup> ± 2.1	3.96 <sup>b</sup> ± 3.3	7.30 <sup>c</sup> ± 0.61		*
pCO <sub>2</sub> mmHg	a	42.6 ± 2.3	42.8 ± 3.5	44.8 ± 2.05	**	
	d	39.3 <sup>a</sup> ± 2.6	40.7 <sup>a</sup> ± 3.0	43.4 <sup>b</sup> ± 2.19		**
TCO <sub>2</sub> mmol/L	a	26.1 ± 1.5	27.7 ± 3.1	26.80 ± 0.5	*	
	d	26.1 <sup>a</sup> ± 1.9	28.8 <sup>a</sup> ± 2.8	32.56 <sup>b</sup> ± 0.9		*
Ht L/L	a	0.370 ± 0.080	0.369 ± 0.035	0.380 ± 0.045	*	
	d	0.361 ± 0.050	0.363 ± 0.027	0.370 ± 0.039		NS

a = Antes de trabajo.

CO2T = CO2 total.

HCO<sub>3</sub><sup>-a</sup> = Bicarbonato actual.

BE = Exceso de base.

Ht = Hematócrito.

Daadt = Diferencias en analitos antes y después del trabajo.

Dadt = Diferencias en analitos después de trabajo entre los grupos 1, 2, 3, con respecto al tiempo.

<sup>a, b, c</sup> = Diferencias significativas (P < 0.05) entre los grupos 1, 2, 3.

d = Después del trabajo.

n = Número de los animales.

\* = (P < 0.05).

\*\* = (P < 0.01).

NS = No significativo (P > 0.05).

\*\* Analizador de electrólitos, modelo 644, Ciba-Corning Diagnostics, Walpole, Massachusetts, USA.

\*\*\* Analizador Cobas - Mira, Roche, Switzerland.

Cuadro 2  
CONCENTRACIÓN DE ELECTRÓLITOS Y ANION GAP EN PLASMA BURROS (n = 32) DURANTE UNA, DOS Y TRES HORAS ANTES Y DESPUÉS DEL TRABAJO

Análito	Muestra	Grupo 1 1 h (n = 10)	Grupo 2 2 h (n = 15)	Grupo 3 3 h (n = 7)	Daadt	Dadt
Na <sup>+</sup>	a	-	137.6 ± 2.7	136.2 ± 2.3	**	
mmol/L	d	-	135.3 ± 2.5	134.9 ± 2.2		NS
K <sup>+</sup>	a	-	4.10 ± 0.5	4.28 ± 0.5	NS	
mmol/L	d	-	4.33 ± 0.7	4.25 ± 0.5		NS
Cl <sup>-</sup>	a	107.0 ± 2.0	102.6 ± 4.8	103.9 ± 5.6	*	
mmol/L	d	105.0 ± 3.5	101.0 ± 4.4	102.3 ± 5.0		NS
Ca <sup>++</sup>	a	2.51 ± 0.22	3.02 ± 0.21	2.81 ± 0.09	NS	
mmol/L	d	2.58 ± 0.09	2.92 ± 0.22	2.90 ± 0.08		NS
P (inorg)	a	1.37 ± 0.45	1.01 ± 0.22	0.90 ± 0.15	**	
mmol/L	d	1.34 <sup>a</sup> ± 0.53	1.17 <sup>b</sup> ± 0.26	1.13 <sup>b</sup> ± 0.23		*
AG	a	-	11.40 ± 1.82	9.78 ± 2.36	**	
mmol/L	d	-	9.83 ± 1.97	4.29 ± 3.10		**

AG = Anion gap.  
n = Número de los animales.  
a = Antes del trabajo.  
d = Después del trabajo.

Daadt = Diferencias en analitos antes y después del trabajo.

Dadt = Diferencias en analitos después del trabajo entre los grupos 1, 2, 3, con respecto al tiempo.

<sup>a, b, c</sup> = Diferencias significativas (P < 0.05) entre los grupos 1, 2, 3.

\* = (P < 0.05)

\*\* = (P < 0.01)

NS = No significativo (P > 0.05).

Cuadro 3  
VALORES BIOQUÍMICOS SELECTOS EN PLASMA DE BURROS (n = 32) DURANTE UNA, DOS Y TRES HORAS ANTES Y DESPUÉS DEL TRABAJO

Análito	Muestra	Grupo 1 1 h (n = 10)	Grupo 2 2 h (n = 15)	Grupo 3 3 h (n = 7)	Daadt	Dadt
Urea	a	4.66 ± 0.49	3.57 ± 0.84	5.48 ± 0.35	*	
mmol/L	d	6.82 <sup>a</sup> ± 0.65	3.50 <sup>b</sup> ± 0.89	5.89 <sup>c</sup> ± 1.09		**
Proteínas	a	62.1 ± 12.0	69.4 ± 6.2	66.2 ± 3.7	NS	
g/L	d	63.1 ± 9.7	67.3 ± 6.3	66.0 ± 3.7		NS
Glucosa	a	3.11 ± 0.39	4.23 ± 1.21	4.05 ± 0.64	NS	
mmol/L	d	3.87 ± 1.15 <sup>a</sup>	3.86 <sup>a</sup> ± 0.90	5.16 <sup>b</sup> ± 0.46		*
AST	a	254.4 ± 85.9	299.6 ± 98.6	190.0 ± 18.4	NS	
IU/L	d	245.2 ± 96.6	303.3 ± 87.8	210.0 ± 29.1		NS

AST = Aspartato aminotransferasa.

n = Número de los animales.

a = Antes del trabajo.

d = Después del trabajo.

Daadt = Diferencias en analitos antes y después del trabajo.

Dadt = Diferencias en analitos después de trabajo entre los grupos 1, 2, 3, con respecto al tiempo.

<sup>a, b, c</sup> = Diferencias significativas (P < 0.05) entre los grupos 1, 2, 3.

\* = (P < 0.05)

\*\* = (P < 0.01)

NS = No significativo (P > 0.05).

burros antes y después del trabajo se muestran en los Cuadros 1, 2 y 3. Los valores de pH,  $\text{HCO}_3^-$ , EB,  $\text{TCO}_2$  y P inorgánico en el plasma aumentaron significativamente después de esas horas de trabajo, respectivamente, comparado con aquellos antes del trabajo. Los valores del  $\text{pCO}_2$ , Ht,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  y AG fueron significativamente inferiores después del trabajo. No se encontraron diferencias significativas de los valores de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , PP, glucosa y actividad de AST antes y después del trabajo. Se encontraron diferencias significativas en los valores de  $\text{HCO}_3^-$ , EB,  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{TCO}_2$ , AG, P inorgánico, urea y glucosa entre los grupos de animales que trabajaron durante una, dos y tres horas (Cuadros 1, 2 y 3). En todos los grupos los coeficientes de correlación (r) entre índice de pesos y analitos sanguíneos (pH,  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , EB,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , inorg. P, PP) eran inferiores a 0.6.

## Discusión

Los animales empleados en este estudio llevaron cargas pesadas en relación con su peso corporal durante las horas en que trabajaron. En conocimiento de los autores, no hay datos en literatura sobre los valores ácido-base en burros. Los cambios en los valores ácido-base (pH,  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , EB,  $\text{TCO}_2$  y AG) después del trabajo fueron significativamente diferentes a aquellos antes del trabajo. Después del trabajo, hubo una tendencia a alcalosis respiratoria y metabólica hipoclorémica, caracterizada por una disminución ligera de la  $\text{pCO}_2$  y el  $\text{Cl}^-$ , acompañada por un aumento de  $\text{HCO}_3^-$ , EB,  $\text{TCO}_2$  y pH. Al parecer los cambios en la  $\text{pCO}_2$  después del trabajo de los burros eran el resultado de hiperventilación. La determinación de los valores ácido-base (pH,  $\text{pCO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , EB,  $\text{TCO}_2$ ), las concentraciones de electrolitos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ), y AG permite la evaluación de la mayoría de los trastornos ácido-base, incluyendo desórdenes mixtos.<sup>10-12</sup>

A pesar del trabajo muy pesado de los burros disminuyó el AG, ello indica que la producción de ácidos orgánicos no aumentó. La causa de la disminución del AG después del trabajo fue el incremento del  $\text{HCO}_3^-$  y un efecto de hemodilución descrito por Russell *et al.*<sup>13</sup> El AG incluye los ácidos orgánicos, fosfatos y sulfatos que están normalmente presentes en la sangre de caballos en concentraciones de aproximadamente 14.7 mmol/L.<sup>10</sup> En el estudio, el valor de AG antes del trabajo corresponde a los rangos de la referencia en caballos.<sup>10</sup> Los cambios en el pH y las concentraciones de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  en los burros durante el trabajo fueron similares a aquellos en los caballos durante ejercicio prolongado de baja intensidad.<sup>14,15</sup>

Los valores promedio del Ht después del trabajo

disminuyeron ( $P < 0.05$ ). Este hallazgo apoya la hipótesis del transporte de agua del espacio extravascular al intravascular en el burro.<sup>16</sup> Los cambios de menor magnitud en  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{2+}$  plasmáticos durante el trabajo en burros comparados con los caballos durante el ejercicio prolongado podrían ser explicados por una menor sudoración. Las disminuciones en las concentraciones de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  en los burros después del trabajo, correspondieron al descenso en el hematócrito. La diferencia no significativa en las concentraciones de  $\text{Ca}^{2+}$  antes y después del trabajo de los burros coincide con los resultados obtenidos por Rose *et al.*,<sup>17</sup> en los caballos después de cabalgatas prolongadas. Los aumentos significativos de P inorgánico en los burros después de dos y tres horas de trabajo son consistentes con el ejercicio prolongado en caballos.<sup>17,18</sup> Estos cambios probablemente fueron inducidos por la actividad muscular, la utilización de los fosfatos de alta energía y por una liberación del fósforo intracelular hacia el plasma. Las concentraciones de urea antes y después de una y tres horas de trabajo en burros, correspondieron con los rangos de referencia determinados por Zinkel *et al.*<sup>7</sup> No se encontraron aumentos significativos en los plasmas de valores de AST en ningún grupo, a pesar de las cargas pesadas y del trabajo prolongado en los burros. En este trabajo no se encontró relación ( $r < 0.6$ ) entre el índice de pesos y analitos sanguíneos.

Las diferencias en la mayoría de los analitos bioquímicos de la sangre (excepto de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , glucosa, AST y PP) antes y después del trabajo en los burros fueron significativas. Todos los valores bioquímicos sanguíneos en los burros antes y después del trabajo, excepto los valores ácido-base, estaban dentro de los rangos de referencia para burros, establecidos por Zinkl *et al.*<sup>7</sup> Los valores ácido-base, determinados en este estudio, fueron semejantes a los valores en caballos.<sup>10</sup> Con base en este estudio, se asume que los burros en México mostraron una compensación satisfactoria al ejercicio prolongado de una, dos y tres horas de duración, llevando cargas pesadas a más de 2 000 msnm. Esto último sugiere que los burros se han acondicionado y han podido minimizar el efecto de trabajo excesivo.

## Agradecimientos

Se agradece a la QBP A. Castillo y la QFB R. Salcedo los análisis de las muestras sanguíneas, a la MVZ G. Tapia por el análisis estadístico, a la PMVZ S. Herrera y a la señora. I. Aguilar por el soporte técnico, así como a los dueños de los burros por permitirnos trabajar con éstos. Este estudio fue parcialmente

patrocinado por la organización International Donkey Protection Trust.

## Referencias

1. Aluja AS de, López F. Donkeys in Mexico. Proceedings of the 1st International Colloquium on Donkeys, Mules and Horses in Tropical Agricultural Development; 1990 September 3-6; Edinburgh (UK). Edinburgh (UK): University of Edinburgh, 1990:1-7.
2. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Estadística del subsector pecuario en los Estados Unidos Mexicanos. México (DF): Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1981.
3. Mueller PJ, Haupt KA. Comparison of the responses of donkeys and ponies to 36 hours water deprivation. Proceedings of the 1st International Colloquium on Donkeys, Mules and Horses in Tropical Agricultural Development; 1990 September 3-6; Edinburgh (UK). Edinburgh (UK): University of Edinburgh, 1990:86-95.
4. Sullivan JD, Mathews NS, Peck KE, Taylor TS. A pilot investigation into altitude adaptation of donkey. Memorias del 3<sup>er</sup> Coloquio Internacional sobre Equinos de Trabajo. 1998, octubre 5-9; México (DF): México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998:300-310.
5. Crane M. Tratamiento de enfermedades. In: Svendsen ED, editor. Manual profesional del burro. 3<sup>a</sup> ed. Sidmouth, Devon (UK): Stowmarket Whittet Books Ltd., 1999:9-12.
6. French J, Patrick VH. Reference values for physiological, haematological and biochemical parameters in domestic donkeys (*Equus asinus*). Equine Vet Educ 1995;7:33-35.
7. Zinkel JG, Mae D, Guzman MP, Farver TB, Humble JA. Reference ranges and the influence of age and sex in hematologic and serum biochemical values in donkeys (*Equus asinus*). Am J Vet Res 1990;51:408-413.
8. Meyer DJ, Harvey JW. Veterinary laboratory medicine. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1998.
9. SAS Institute. SAS/STAT user's guide. 4<sup>th</sup> ed. Cary (NC): SAS Institute Inc., 1990.
10. Carlson GP. Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In: Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML, editors. Clinical biochemistry of domestic animals. 5<sup>th</sup> ed. San Diego (CA): Academic Press, 1997:485-516.
11. Autran de Morais HS. A non-traditional approach to acid-base disorders: In: Di Bartola SP, editor. Fluid therapy in small animal practice. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1992:297-320.