

Rev Inv Vet Perú 2013; 24(1): 38-45

PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO HEPÁTICO DE VICUÑAS (*Vicugna vicugna*) CRIADAS EN CAUTIVERIO EN LIMA

BLOOD BIOCHEMICAL LIVER PROFILE OF VICUNAS (*VICUGNA VICUGNA*) RAISED IN CAPTIVITY IN LIMA

Arleni Concha P.¹, Olga Lí E.^{1,2}, Arnaldo Alvarado S.¹, Néstor Falcón P.³

RESUMEN

Se estableció el perfil bioquímico sanguíneo hepático de vicuñas (*Vicugna vicugna*) criadas en cautiverio en dos parques zoológicos de la ciudad de Lima, Perú. Se tomaron muestras de sangre a 31 animales por punción de la vena yugular, y se determinó bilirrubina total (BT), directa (BD) e indirecta (BI), alanino amino transferasa (ALT), aspartato amino transferasa (AST), fosfatasa alcalina (FA), gamma lutamil transferasa (GGT), proteínas totales (PT), albúmina, globulinas y glucosa. Los valores encontrados (media \pm DE) fueron: BT 0.27 ± 0.10 mg/dl; BD 0.10 ± 0.06 mg/dl; BI 0.17 ± 0.09 mg/dl; ALT 6.39 ± 4.62 UI/L; AST 242.77 ± 61.36 UI/L; FA 175.16 ± 67.23 UI/L; GGT 11.32 ± 9.84 UI/L; PT 8.27 ± 2.25 g/dl; albúmina 4.06 ± 0.82 g/dl; globulinas 4.21 ± 1.93 g/dl; glucosa 143.16 ± 33.14 mg/dl. No hubo diferencia estadística por sexo pero el lugar de procedencia fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$) para PT, albúmina y globulinas.

Palabras clave: *Vicugna vicugna*, bioquímica sanguínea hepática, cautiverio

ABSTRACT

The blood biochemical liver profile in vicunas (*Vicugna vicugna*) was determined using 31 animals reared in captivity in two zoological parks in the city of Lima, Peru. Blood was collected by puncture of the jugular vein to measure total (BT), direct (BD) and indirect bilirubin (BI), alanine amino transferase (ALT), aspartate amino transferase (AST), alkaline phosphatase (FA), gamma glutamyl transferase (GGT), total protein (PT), albumin, globulin and glucose. The values (mean \pm sd) were: BT 0.27 ± 0.10 mg/dl; BD 0.10 ± 0.06 mg/dl; BI 0.17 ± 0.09 mg/dl; ALT 6.39 ± 4.62 UI/L; AST 242.77 ± 61.36 UI/L; FA 175.16 ± 67.23 UI/L; GGT 11.32 ± 9.84 UI/L; PT 8.27 ± 2.25 g/dl; albumin 4.06 ± 0.82 g/dl; globulins 4.21 ± 1.93 g/dl; glucose 143.16 ± 33.14 mg/dl. No statistically difference due to sex was found but rearing location was significantly different ($p < 0.05$) for PT, albumin and globulins.

Key words: *Vicugna vicugna*, blood liver biochemistry, captivity

¹ Laboratorio de Patología Clínica y Biología Molecular, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima

² E-mail: olgalie@hotmail.com

³ Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima

INTRODUCCIÓN

La vicuña (*Vicugna vicugna*) es la especie con individuos más pequeños entre los camélidos sudamericanos. Habita en el ecosistema altoandino, entre los 3800 y 5000 msnm, y produce una de las fibras animales más finas y cotizadas del mundo, lo que supone un gran potencial para su comercialización en el mercado nacional e internacional (CONACS, 2007; MINAG, 2007).

En la actualidad se cuenta con poca información sobre la bioquímica sanguínea de la vicuña, los trabajos de investigación son escasos y en su mayoría no exhiben un perfil hepático completo o están relacionados a alpacas y llamas criadas en su hábitat natural y en un número reducido de animales.

La enfermedad hepática no ha sido ampliamente reconocida en camélidos. Aunque la enfermedad del hígado graso es frecuentemente observada durante las necropsias, las enfermedades hepáticas primarias han sido raramente diagnosticadas en forma clínica (Anderson, 2002). Debido a esto, el diagnóstico diferencial incluye una extensa gama de manifestaciones clínicas: metabólicas (hígado graso, cirrosis), parasitarias (fasciolosis), tóxicas (micotoxinas, endotoxinas, *Clostridium* sp.), bacteriales (*Salmonella* sp., *E. coli*), virales (adeno virus), fúngicas (*Coccidioides immitis*) y tumorales o cancerígenas (adenocarcinoma) (Anderson, 2002).

El presente estudio tuvo por objetivo establecer un perfil sanguíneo hepático en vicuñas adultas aparentemente sanas y criadas en cautiverio. Se determinó los valores séricos referenciales de proteínas totales, albúmina, globulinas, bilirrubina total, directa e indirecta y glucosa, así como de las enzimas ALT, AST, GGT, ALP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 31 vicuñas (*Vicugna vicugna*) mantenidas en cautiverio (16 hembras y 15 machos). De estas, 23 procedían del Patronato Parque de Las Leyendas (PATPAL), ubicado en el distrito de San Miguel, Lima, a una altura de 65 msnm, y ocho procedían del Parque Ecológico Camposanto Santa Rosa de Lima (PESRL), ubicado en el distrito de Chorrillos, Lima, a una altura de 52 msnm.

El estudio se realizó entre los meses de febrero y abril de 2007, con temperaturas medioambientales de 19.2 a 26.5 °C en PATPAL y 17.6 a 24.3 °C en PESRL (WWIS, 2007). El procesamiento de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Se evaluó la condición sanitaria de los animales a través del comportamiento, apetito, condición y peso corporal, características de las heces, constantes fisiológicas, examen físico y signos e historias clínicas.

El muestreo se realizó en horas de la mañana. Para la captura de las vicuñas, se utilizó sogas y cercos de mantas de plástico, y se tuvo el apoyo del personal de los parques. Se sujetaron en posición decúbito lateral y se les tomó las constantes fisiológicas (temperatura y frecuencias cardíaca y respiratoria). Se colectó 10 mL de sangre de la vena yugular, en tubos estériles sin anticoagulante. El suero se obtuvo por centrifugación a 3000 rpm por 15 minutos y se almacenó a -20 °C. Los valores de la función hepática se determinaron con kit comerciales (Laboratorio Wiener Lab).

Los resultados obtenidos se evaluaron mediante estadística descriptiva, empleando la media aritmética como medida de tenden-

cia central y la desviación estándar y el rango como medidas de variación. Se utilizó la prueba estadística de “t” de Student de Independencia para determinar la existencia de diferencia estadística entre sexos y lugar de procedencia.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se muestran los valores del perfil bioquímico sanguíneo hepático. El efecto del sexo no fue significativo en los parámetros evaluados, pero el lugar de procedencia fue significativo para los valores de proteína total (PT), albúmina, y globulina (Cuadro 2, $p < 0.05$).

DISCUSIÓN

No existen muchos estudios de bioquímica sanguínea en vicuñas en el país, por lo que parte de la discusión comparativa se hizo con apoyo de trabajos realizados en alpacas (*Vicugna pacos*) y llamas (*Lama glama*), así como información recopilada del Internacional Species Information System (1999).

En los cuadros 3, 4 y 5 se puede apreciar los valores comparativos del presente estudio y resultados reportados en la literatura en vicuñas, alpacas y llamas, respectivamente.

El índice icterico en el suero del caballo y de la vaca varía directamente con la cantidad de carotenoides y xantofilas presentes en la dieta; asimismo, se ha reportado una elevación de la bilirrubina sérica luego de un periodo de inanición (Kaneko y Cornelius, 1970). La hiperbilirrubinemia se asocia al ayuno en caballos enfermos y a la anorexia en vacas (Radostis *et al.*, 2002). Asimismo, Meyer y Harvey (1998) señalan que el efecto de drogas como antibióticos (sulfonamidas y cefalosporinas), y AINES (acetaminofén y fenilbutazona), así como la lipemia y la

hemólisis en las muestras pueden incrementar los valores de bilirrubina total en el suero.

De acuerdo a Benjamín (1991), los valores normales de proteínas totales en diversas especies varían entre 5 y 8 g/dl, en tanto que el valor promedio de este estudio lo supera ligeramente (8.27 g/dl).

La diferencia de los valores de albúmina del presente estudio con resultados en otros estudios puede deberse al tipo de dieta, aunque se desconoce el tipo de alimentación usado en la mayoría de los estudios de referencia mencionados. Van Leeuwen (1993) empleó la electroforesis para la evaluación de sus muestras, en tanto que aquí se utilizó la espectrofotometría. Además, si bien los animales recibían una base forrajera similar, en el presente estudio recibían en forma adicional un alimento concentrado con 18% de proteína, factores que podrían explicar la diferencia entre los resultados de ambos estudios. Por otro lado, el uso prolongado de una dieta baja en proteínas puede causar una disminución en la concentración de la albúmina sérica (Meyer y Harvey, 1998), y la cortisona tiende a producir un leve aumento en la albúmina (Kaneko y Cornelius, 1970).

Los valores de globulinas obtenidos en este estudio son muy superiores a otros reportes. Las globulinas aumentan en casos de hemoconcentración, neoplasias, enfermedades hepáticas y en casos de enfermedades infecciosas y de una reciente exposición a antígenos (Bush, 1982). Asimismo, disminuyen durante la gestación avanzada, posiblemente debido a la producción del calostro, rico en globulinas (Kaneko y Cornelius, 1970).

Según Benjamín (1991), la actividad disminuida de AST y ALT puede deberse a deficiencias de piridoxina y al uso de drogas como fenotiazina y cefazolina, y su incremento puede relacionarse al efecto de corticosteroides, estrógenos, anestésicos, antibióticos (penicilina, gentamicina, lincomicina, eritromicina, sulfonamidas) y

Perfil bioquímico sanguíneo hepático de vicuñas en cautiverio

Cuadro 1. Valores de bioquímica sanguínea (media \pm desviación estándar) para evaluar función hepática en 31 vicuñas (*Vicugna vicugna*) criadas en cautiverio en Lima

Parámetro	Media	D.E.	Valor mínimo	Valor máximo
Bilirrubina total (mg/dl)	0.27	0.10	0.10	0.52
Bilirrubina directa (mg/dl)	0.10	0.06	0.03	0.28
Bilirrubina indirecta (mg/dl)	0.17	0.09	0.05	0.39
Proteínas totales (g/dl)	8.27	2.25	4.8	13.1
Albúmina (g/dl)	4.06	0.82	2.1	6.3
Globulina (g/dl)	4.21	1.93	2.0	9.0
ALT (UI/L)	6.39	4.62	1.0	19.0
AST (UI/L)	242.8	61.4	129.0	368.0
Fosfatasa alcalina (UI/L)	175.2	67.2	88.0	354.0
GGT (UI/L)	11.3	9.8	1.0	52.0
Glucosa (mg/dl)	143.2	33.1	88.0	228.0

Cuadro 2. Valores de bioquímica sanguínea hepática (media \pm desviación estándar) en 31 vicuñas (*Vicugna vicugna*) criadas en cautiverio en Lima, de acuerdo al lugar de crianza

Parámetro	Parque de Las Leyendas (n=23)	Parque Ecológico Santa Rosa de Lima (n=8)
Bilirrubina total (mg/dl)	0.27 \pm 0.10	0.25 \pm 0.13
Bilirrubina directa (mg/dl)	0.10 \pm 0.06	0.08 \pm 0.03
Bilirrubina indirecta (mg/dl)	0.17 \pm 0.07	0.18 \pm 0.14
Proteínas totales (g/dl)	9.08 ^a \pm 2.01	5.94 ^b \pm 0.80
Albúmina (g/dl)	4.34 ^a \pm 0.66	3.26 ^b \pm 0.73
Globulina (g/dl)	4.74 ^a \pm 1.96	2.68 ^b \pm 0.56
ALT (UI/L)	5.9 \pm 4.0	7.8 \pm 6.2
AST (UI/L)	239.3 \pm 61.7	253.1 \pm 63.2
Fosfatasa alcalina (UI/L)	177.9 \pm 68.5	167.3 \pm 67.3
GGT (UI/L)	11.6 \pm 11.1	10.5 \pm 5.1
Glucosa (mg/dl)	139.2 \pm 28.5	154.6 \pm 44.2

^{a,b} Valores con superíndices diferentes dentro de filas son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

Cuadro 3. Valores comparativos entre estudios del perfil bioquímico sanguíneo hepático e vicuñas

Parámetro	Concha <i>et al.</i> (2013) ¹	García (1988)	Van Leeuwen (1993)	Morales (1994)	Siguas y Olazábal (2008)	
					Macho	Hembra
PT (g/dl)	8.27	5.8	-	-	-	-
Albúmina (g/dl)	4.06	4.37	-	-	-	-
Globulina (g/dl)	4.21	1.43	-	-	-	-
ALT (UI/L)	6.39	-	14.3	14.3	-	-
AST (UI/L)	242.77	-	348	348	-	-
FA (UI/L)	175.16	-	111.7	111.7	-	-
GGT (UI/L)	11.32	-	16.8	16.8	-	-
Glucosa (mg/dl)	143.16	-	-	-	211.4	116.2

¹ Presente estudio

Cuadro 4. Valores comparativos entre estudios del perfil bioquímico sanguíneo hepático en alpacas en relación a los valores de vicuñas en el presente estudio

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
									Seca	Lluvia
BT (mg/dl)	0.27	-	-	-	-	0.1				
BD (mg/dl)	0.1	-	-	-	-	0				
BI (mg/dl)	0.17	-	-	-	-	0.1				
PT (g/dl)	8.27	6.8	-	6.2	6.2	6.1				
Albúmina (g/dl)	4.06	3.2	-	3.5	-	3.9				
Globulina (g/dl)	4.21	3.6	-	2.7	-	2.2				
ALT (UI/L)	6.39	-	7.8	-	-	17	4.8	31.1		
AST (UI/L)	242.8	-	56.7	-	-	191	126.8	194.2		
FA (UI/L)	175.2	-	-	-	-	64	23.5	40		
GGT (UI/L)	11.3	-	-	-	-	23		28.7		
Glucosa (mg/dl)	143.2	-	-	-	-	138			136	183

1Concha *et al.* 2013 (presente estudio); 2: Vallenás, 1957; 3: Sillau *et al.*, 1973; 4: Ellis, 1982; 5: Quiroga, 1991; 6: ISIS, 1999; 7: Samaniego y Esquerre, 1978; 8: Yi, 1993; 9: Siguas *et al.*, 2007

Cuadro 5. Valores comparativos entre estudios del perfil bioquímico sanguíneo hepático en llamas en relación a los valores de vicuñas en el presente estudio

	1	2	3	4	5	6	7
BT (mg/dl)	0.27	-	-	-	0.1	-	0.2
BD (mg/dl)	0.1	-	-	-	-	-	0
BI (mg/dl)	0.17	-	-	-	-	-	0.1
PT (g/dl)	8.27	-	-	-	6.2	5.3- 6.4	6.0
Albúmina (g/dl)	4.06	-	-	4.3	4	3.0- 3.9	3.6
Globulina (g/dl)	4.21	-	-	2.2	2.2	2.3- 2.5	2.3
ALT (UI/L)	6.39	-	-	8.8	7	-	13
AST (UI/L)	242.8	-	113	292	274	106-317	176
FA (UI/L)	175.2	49.3	32	63	89	-	53
GGT (UI/L)	11.3	-	20	15	17	7-32	32
Glucosa (mg/dl)	143.2	-	-	-	119	-	123

1: Concha *et al.* 2013 (presente estudio); 2: Samaniego y E y Esquerre, 1978; 3: Lassen *et al.*, 1986; 4: Kaneko, 1989; 5: Fowler, 1989; 6: Garry, 1989; 7: ISIS, 1999

AINES (ibuprofeno y fenilbutazona), medicamentos que no fueron utilizados durante el presente estudio y de los que no hubieron antecedentes de su uso previo. Por otro lado, la hemólisis y lipemia ocasiona un aumento de estas enzimas (Meyer y Harvey, 1998).

Se ha demostrado que cantidades elevadas de catecolaminas, epinefrina o norepinefrina producen marcadas elevaciones en las transaminasas séricas (Highman y Altland, 1960), lo que hay que tener en cuenta en este caso, dado el temperamento nervioso de la vicuña.

El aumento en la actividad sérica de fosfatasa alcalina está asociado al uso de glucocorticoides y medicamentos anticonvulsivos como el fenobarbital (Meyer y Harvey, 1998); asimismo, por el empleo de antibióticos como la eritromicina y sulfonamida (Benjamín, 1991). Los niveles altos de esta enzima en la vicuña pueden deberse, también, al efecto del ejercicio y al nerviosismo propio de la especie.

El uso de drogas como glucocorticoides pueden elevar el nivel sérico de la GGT (Sodikoff, 1996), en tanto que los medicamentos anticonvulsivos causan un nulo a mínimo incremento en la actividad de la GGT (Meyer y Harvey, 1998).

Una hiperglucemia transitoria puede acompañar a la excitación emocional como la venipunción en los mamíferos por aumento de la norepinefrina y epinefrina (Medway *et al.*, 1986), y este fue el método empleado para coleccionar las muestras de sangre. El cortisol y otras hormonas del estrés pueden causar una mayor hiperglucemia en camélidos que en especies con una mayor producción y sensibilidad de la insulina (Cebra *et al.*, 2002). Además, la hiperglucemia que se observó puede ser atribuible al arreo de los animales, donde el glucógeno almacenado se usó para generar energía (Guyton y Hall, 2000). Este estrés puede, además, ser la razón de las diferencias en los niveles de glucosa con el reporte de Sigvas y Olazábal (2008) en vicuñas machos.

Se ha reportado que alpacas y llamas pueden mostrar hiperglucemia por una menor respuesta de la insulina y una resistencia de insulina moderada, algo similares a una condición de diabetes; por lo que la tasa de eliminación de glucosa en camélidos es más lenta que las de otros mamíferos domésticos (Cebra *et al.*, 2002). Esto puede explicar los valores altos para glucosa sanguínea de las vicuñas en comparación con otras especies.

La vicuña es un animal aclimatado a vivir en alturas y se desplaza por grandes distancias, por lo tanto, durante el ejercicio prolongado, el principal sustrato energético inicial es el glucógeno. En un *sprint*, el lactato sanguíneo aumenta en forma notable y vuelve a convertirse, lentamente, en glucosa por gluconeogénesis en el periodo de recuperación. Esta sería la razón de haber encontrado tanto individuos hiperglucémicos como hipoglucémicos, ya que el estrés puede afectar más a uno que a otro individuo (Siguas y Olazábal, 2008).

Por último, las diferencias de los valores séricos de todos estos elementos bajo estudio en comparación con otros reportes pueden deberse a las diferentes condiciones climáticas, variaciones estacionales, localización geográfica, variaciones individuales de cada animal; así como a las técnicas de manejo de la muestra y del laboratorio (Meyer y Harvey, 1998).

CONCLUSIONES

- Los valores hematológicos hallados en las vicuñas (*Vicugna vicugna*) criadas en cautiverio en la ciudad de Lima pueden ser tomados como patrones referenciales para la especie.
- El efecto del sexo no fue significativo en los parámetros evaluados, pero el lugar de procedencia fue estadísticamente significativo para los valores de proteína total, albúmina y globulina.

LITERATURA CITADA

1. **Anderson D. 2002.** Liver disease in camelids. The Ohio State University-USA. [Internet], [15 marzo 2008]. Disponible en: <http://www.rmla.com/LiverDisease.htm>
2. **Benjamin M. 1991.** Manual de patología clínica en veterinaria. México: Ed. Limusa. 421 p.
3. **Bush M. 1982.** Manual de laboratorio veterinario de análisis clínico. España: Ed. Acribia. 468 p.
4. **Cebra CK, Tornquist SJ, Mc Kane SA. 2002.** Effects of hydrocortisone on substrates of energy metabolism in alpacas. *Am J Vet Res* 63: 1269-1274.
5. **[CONACS] Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos. 2007.** La vicuña (*Vicugna vicugna*): generalidades. Perú. [Internet], [15 mayo 2007]. Disponible en: <http://www.conacs.gob.pe/vicuna.htm>
6. **Ellis J. 1982.** The hematology of South American Camelidae and their role in adaptation to altitude. *Vet Med Small Anim Clin* 77: 1796-1802.
7. **Fowler EM. 1989.** Medicine and surgery of South American Camelids. USA: Ames, Iowa State Univ Press. 391 p.
8. **García E. 1988.** Constantes hematológicas y valores de proteínas séricas en la vicuña. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 39 p.
9. **Garry F. 1989.** Clinical pathology of llamas. *Vet Clin N Am-Large* 5: 55-70.
10. **Guyton A, Hall J. 2000.** Tratado de fisiología médica. 10^a ed. España: McGraw Hill-Interamericana. 339 p.
11. **Highman B, Altland P. 1960.** Serum enzyme rise alter hypoxia and effect of autonomic blockade. *Am J Physiol* 199: 981-986.
12. **[ISIS] International Species Information System. 1999.** Reference ranges for physiological data values of alpaca (*Lama pacos*), llama (*Lama glama*) and guanaco (*Lama guanicoe*). USA.

- [Internet], [5 julio 2007]. Disponible en: <http://www.worldzoo.org>
13. **Kaneko JJ, Cornelius CE. 1970.** Clinical biochemistry of domestic animals. 2ª ed. New York: Academic Press. 439 p.
 14. **Kaneko J. 1989.** Serum proteins and dysproteinemias. In: Kaneko JJ (ed). Clinical biochemistry of domestic animals. 4º ed. California: Academic Press. p 142-164.
 15. **Lassen ED, Pearson EG, Long P, Schmotzer WB, Kaneps AJ, Riebold TW. 1986.** Clinical biochemical values of llamas: Reference values. Am J Vet Res 47: 2278- 2280.
 16. **Medway W, Prier J, Wilkinson J. 1986.** Patología clínica Veterinaria. México: Uteha. 533 p.
 17. **Meyer DJ, Harvey JW. 1998.** Veterinary laboratory medicine. 2nd ed. USA: Ed. WB Saunders. 373 p.
 18. **[MINAG] Ministerio de Agricultura del Perú. 2007.** Camélidos sudamericanos. Perú. [Internet], [15 mayo 2007]. Disponible en: http://www.minag.gob.pe/pecuaria/pec_real_camelidos.shtml
 19. **Morales M. 1994.** Algunos valores enzimáticos referenciales de vicuñas (*Vicugna vicugna*) criadas en cautiverio a nivel del mar en el Perú. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 49 p.
 20. **Quiroga MX. 1991.** Caracterización de algunas variables fisiológicas de alpacas criadas bajo un régimen de confinamiento en la zona central de Chile. Tesis. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. 115 p.
 21. **Radostis O, Clive G, Blood D, Hinchcliff K. 2002.** Enfermedades del hígado y páncreas. En: Medicina Veterinaria. 9ª ed. España: McGraw Hill-Interamericana. p 411- 426.
 22. **Samaniego L, Esquerre CJ. 1978.** Niveles plasmáticos de transaminasas: glutámico oxalacética y glutámico pirúvica en crías y alpacas adultas. Bol Soc Quím Perú 44: 148 (Resumen).
 23. **Siguas O, Olazábal J. 2008.** Perfil sanguíneo de vicuñas del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos (CIDCS) Lachocc Huancavelica. [Internet], [20 marzo 2008]. Disponible en: http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/ph p / i m g / w e b / 07_10_10_13NotaPerfilSiguas.pdf
 24. **Siguas O, Páucar R, Olazábal J, San Martín F. 2007.** Valores bioquímicos sanguíneos en alpacas en dos épocas del año en condiciones de Huancavelica: aportes al perfil metabólico de la especie. [Internet], [20 marzo 2008]. Disponible en: http://www.produccion-bovina.com.ar/produccion_de_camelidos/147-Siguas_BIOQUIMICA.pdf
 25. **Sillau H, Llerena L, Esquerre J, Rojas M, Alva J. 1973.** Pruebas funcionales hepáticas en crías de alpaca normales e infectadas experimentalmente con *Lamanema chavezii*. Rev Inv Pec (IVITA) 2: 103-105.
 26. **Sodikoff C. 1996.** Pruebas diagnósticas y de laboratorio en las enfermedades de pequeños animales. 2ª ed. España: Ed Mosby-Doyma. 405 p.
 27. **Vallenas A. 1957.** Las proteínas totales y fraccionadas del suero sanguíneo de las alpacas, algunas variaciones fisiológicas. Rev Fac Med Vet UNMSM 12: 40-59.
 28. **Van Leeuwen EMG. 1993.** Perfil proteico sérico por electroforesis (PAGE) y algunas constantes fisiológicas de vicuñas en cautiverio en Perú. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 83 p.
 29. **Wiener Laboratorios Group. 2000.** Vademécum Wiener Lab. Rosario, Argentina: Wiener Lab.
 30. **[WWIS] World Weather Information System. 2007.** Peruvian National Weather and Hydrological Service. [Internet], [15 octubre 2007]. Disponible en: <http://www.worldweather.org/029/c00108.htm>
 31. **Yi P. 1993.** Rangos referenciales de algunos valores enzimáticos séricos de alpacas jóvenes y gestantes. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ Nacional Mayor de San Marcos. 32 p.