

COMPARACIÓN DEL PERFIL LIPÍDICO POR SEXO Y EDAD EN OVINOS

J. H. Osorio¹, L. M. Barrera², J. E. Pérez³

Artículo recibido: 30 de enero de 2014 • Aprobado: 4 de septiembre de 2014

RESUMEN

Se comparó el perfil lipídico y la correlación entre los componentes lipídicos del suero en cuatro grupos de ovinos. A tal fin, se tomaron muestras de sangre de 98 ovinos en ayuno, diferenciados por género y edad (23 machos y 25 hembras mayores de un año de edad; 22 machos y 28 hembras menores a un año). Se determinaron las concentraciones séricas de: triglicéridos, colesterol total (CT) y colesterol de lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) mediante el método enzimático colorimétrico. El colesterol de lipoproteína de muy baja densidad (C-VLDL) y de baja densidad (C-LDL) se determinó usando la fórmula de Friedewald. Las medias para CT, triglicéridos, C-HDL, C-VLDL y C-LDL (mg/dL) fueron de 86.19, 21.57, 39.32, 4.31 y 42.55, respectivamente. En el grupo de adultos existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en los niveles de: CT ($P < 0.0003$), C-HDL ($P < 0.0007$) y C-LDL ($P < 0.0133$), siendo más alto en hembras; las hembras jóvenes presentaron elevado el C-HDL (49.02 mg/dL). Hay diferencias en los machos en el CT ($P < 0.0138$) y C-LDL ($P < 0.0006$) y en hembras sólo en el CT ($P < 0.015$). Los valores de triglicéridos y C-VLDL en hembras ($P > 0.90$ para ambos), machos ($P > 0.405$ para ambos), jóvenes ($P > 0.487$ para ambos) y adultos ($P > 0.179$ para ambos) no mostraron diferencias significativas (P -valor ≥ 0.05) con un nivel de confianza del 95.0%. En conclusión, debido a las diferencias estadísticamente significativas en las comparaciones del perfil lipídico entre grupos de ovinos, pueden ser considerados cuatro perfiles lipídicos: machos adultos, hembras adultas, machos jóvenes y hembras jóvenes.

Palabras clave: ovejas, metabolitos, lípidos.

COMPARISON OF LIPID PROFILE BY SEX AND AGE IN SHEEPS

ABSTRACT

To objective was to compare the lipid profile in sheep and to analyze the relationship between serum lipids levels of four groups. Blood samples from 98 sheep were obtained in fasting state, differentiated by gender and age (23 males and 25 female aged over 12 months; 22 males and 28 females aged under 12 months). Serum concentrations of total cholesterol (TC), triglycerides and high density lipoprotein cholesterol (HDL-C)

¹ Laboratorio de Bioquímica Clínica y Patología Molecular, Departamento de Ciencias Básicas de la Salud, Universidad de Caldas. Calle 65 nro. 26-10, Manizales (Colombia).

² Departamento de Salud Animal, Universidad de Caldas. Calle 65 nro. 26-10, Manizales (Colombia).

³ Laboratorio de Microbiología, Departamento de Ciencias Básicas de la Salud, Universidad de Caldas. Calle 65 nro. 26-10, Manizales (Colombia).

* Autor para correspondencia: jose.osorio_o@ucaldas.edu.co

were measured using enzymatic colorimetric method; levels of very low-density lipoprotein cholesterol (VLDL-C) and low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) were determined using Friedewald equation. Mean for TC, triglycerides, HDL-C, VLDL-C and LDL-C were: 86.19, 21.57, 39.32, 4.31, 42.55 mg/dL respectively. The group of adults was differ ($P \leq 0.05$) for TC ($P < 0.0003$), HDL-C ($P < 0.0007$) and LDL-C ($P < 0.0133$), being increased in females. In young females HDL-C was higher (49.02 mg/dL). In males significant differences were observed in TC ($P < 0.0138$), and LDL-C ($P < 0.0006$) and females in TC ($P < 0.015$). Triglycerides and VLDL-C in females ($P > 0.90$ for both), in males ($P < 0.405$ for both), in young ($P > 0.487$ for both) and adults ($P > 0.179$ for both) showed no significant differences (P -value ≥ 0.05) with a confidence level of 95.0%. In Conclusion given the differences in the comparisons between groups for the lipid profile in sheep, can be considered four lipid profiles as follows: adult males, adult females, young males and young females.

Key words: sheep, metabolites, lipids.

INTRODUCCIÓN

Los lípidos son considerados fuentes energéticas que provienen de los alimentos y de la biosíntesis orgánica, siendo eliminados por combustión tisular, excreción biliar y láctea (Coppo 2008; King 2013). Influyen en muchas funciones esenciales del organismo, que van desde su presencia en membrana celular, tejidos y órganos, hasta su rol en moléculas como las hormonas, en donde suministran energía y protección; por lo tanto, hacen parte de procesos fisiológicos esenciales del organismo (Coppo 2008; Swanson *et al.* 2004).

El metabolismo lipídico en los rumiantes se diferencia de los monogástricos por la degradación del alimento, ya que se realiza principalmente por digestión fermentativa y no por acción de enzimas digestivas; estos procesos fermentativos los realizan diferentes tipos de microorganismos, los cuales se alojan en los divertículos estomacales del rumiante (Nava-Cuellar y Díaz-Cruz 2001; Relling y Mattioli 2003). La digestión de las grasas en el rumen ocurre por hidrólisis, biohidrogenación, síntesis y saponificación; como principales

productos de la hidrólisis se liberan ácidos grasos y glicerol, sumados a alcoholes aminados derivados de los fosfolípidos y galactosa de los galactolípidos; estos últimos, junto con el glicerol, son metabolizados y convertidos en ácidos grasos volátiles (AGV) que se absorben por la pared ruminal (Relling y Mattioli 2003).

Los lípidos se unen a lipoproteínas plasmáticas para ser transportados en la circulación y de esta manera llegar a los tejidos periféricos (Osorio *et al.* 2012). Las lipoproteínas son estructuras con núcleo liposoluble rodeado por una capa hidrosoluble formada por proteína (llamadas *apoproteínas*), colesterol libre y fosfolípidos, las cuales se clasifican según su densidad en: quilomicrones, lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y lipoproteínas de alta densidad (HDL) (Bauchart 1993; Relling y Mattioli 2003). Debido a que el metabolismo lipídico difiere entre especies, el ovino es considerado como *patrón HDL* (por cuanto el colesterol proveniente de la dieta es captado por las HDL en lugar de las LDL y, por lo tanto, no se evidencian

cambios en el LDL, como sí ocurre en especies con *patrón LDL* como los humanos) (Bauchart 1993; Coppo 2008).

La llegada del bolo alimenticio al intestino, así como la elevada concentración de ácidos grasos saturados, estimula preferentemente la síntesis de VLDL, en donde esta lipoproteína se convierte en LDL por acción de la lipoproteinlipasa (LPL), la cual representa una fuente de colesterol para los tejidos (la relación VLDL - quilomicrones es 3:1 en ovinos según Relling y Mattioli 2003). Por su parte, las HDL son las responsables de movilizar el exceso de colesterol desde los tejidos extrahepáticos hasta el hígado, para su eliminación por bilis (Attie 2004; Relling y Mattioli 2003). En humanos la transferencia de los ésteres de colesterol a los tejidos es realizada por las LDL, mientras en los rumiantes se lleva a cabo mediante las HDL (transporte reverso del colesterol), siendo esta última una vía metabólica protectora de la aterogénesis (Espondaburu 2006; Moody *et al.* 2000).

Durante la preñez de los ovinos, los tejidos maternos están involucrados en la obtención de energía para los procesos reproductivos, lo cual influye en los valores químicos del suero sanguíneo; sin embargo, pueden existir diversos factores como el medio ambiente, la raza, la edad, la malnutrición y el crecimiento fetal, que pueden afectar dichos valores (Swanson *et al.* 2004; Yokus *et al.* 2006). Igualmente, se han observado variaciones en el colesterol sanguíneo y las HDL durante el estro, la lactancia y la preñez (Iriadam 2007); otros estudios han demostrado la relación positiva entre las concentraciones séricas del colesterol total, las HDL y LDL sobre la secreción de progesterona (Espinoza *et al.* 2008). Otros factores como la administración de insulina han mostrado que influyen en el perfil de lípidos en plasma

y tejidos de rumiantes como los ovinos, ya que ésta intensifica la síntesis de lípidos (Eshratkhan *et al.* 2011).

Debido a lo anterior, y a que en la mayoría de las especies las lipoproteínas son importantes para la síntesis de hormonas esteroides, la medición del perfil lipídico es primordial ya que brinda información sobre los estados nutricionales, productivos y reproductivos de los animales, siendo fundamental en el adecuado manejo y control de las diferentes explotaciones pecuarias. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue comparar el perfil lipídico en ovinos, así como analizar la correlación entre las cantidades lipídicas del suero de cuatro grupos diferenciados en: machos adultos vs. hembras adultas, machos jóvenes vs. hembras jóvenes, machos jóvenes vs. machos adultos y hembras jóvenes vs. hembras adultas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se llevó a cabo en el departamento de Caldas, Colombia, situado en el centro occidente de la región andina, localizado entre los 05°46'51" y los 04°48'20" de latitud norte, y los 74°38'01" y 75°55'45" de longitud oeste; la temperatura media fue de 13°C.

Animales

Se utilizaron 98 ovinos de raza Romney Marsh criados bajo un adecuado plan sanitario (desparasitados y con vacunas al día), con una dieta a base de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y sin suplementos dietarios. Los animales se clasificaron en cuatro grupos: machos menores de un año de edad (22), machos mayores a un año (23), hembras menores a un año de edad (28) y hembras mayores de un

año (25); no se incluyeron en el estudio hembras preñadas pero si algunas con 3 meses de lactación.

Toma de muestras

La toma de muestras se realizó a las 6 a.m. con animales que acumulaban 12 horas de ayuno; los 98 ovinos seleccionados fueron contenidos físicamente y se les colectó de 7 a 10 ml de sangre mediante punción de la vena yugular en tubos Vacutainer® sin anticoagulante. Luego se refrigeraron las muestras mientras se procesaban; en el laboratorio se centrifugaron a 3500 r.p.m durante 5 minutos para la extracción del suero e inmediatamente se almacenaron en viales previamente etiquetados, los cuales se conservaron a -30°C hasta su análisis.

Análisis en el laboratorio

En cada muestra se determinaron las concentraciones circulantes de triglicéridos (TG), colesterol total (CT) y colesterol HDL (C-HDL), utilizando los kits de la casa comercial BioSystems® (Barcelona, España). La determinación de CT en suero se realizó mezclando 10 μL de la muestra y 1 mL de reactivo TG Ref. 11529 [Pipes 35 mmol/L, colato sódico 0.5 mmol/L, fenol 28 mmol/L, colesterol-esterasa > 0.2 U/mL, colesterol-oxidasa > 0.1 U/mL, peroxidasa > 0.8 U/mL, 4-AA (4-aminoantipirina) 0.5 mmol/L, pH 7,0].

Se agitó bien la mezcla y los tubos se incubaron durante 10 minutos a temperatura ambiente. Los ésteres de colesterol se hidrolizaron mediante la colesterol-esterasa y dieron lugar a colesterol libre el cual, por acción del colesterol-oxidasa, formó colesteno + peróxido de hidrógeno; este último, en presencia de 4-AA y fenol, dieron lugar a la quinonaimina por acción de la peroxidasa. La quinonaimina

es proporcional el CT de la muestra y se cuantificó espectrofotométricamente. Se determinaron los TG en suero, utilizando 10 μL de la muestra y 1 mL de reactivo de Col Ref. 11506 (Pipes 45 mmol/L, 4-clorofenol 6mmol/L, cloruro magnésico 5 mmol/L, lipasa > 100 U/mL, glicerol-quinasa > 1.5 U/mL, glicerol-3P-oxidasa > 4 U/mL, peroxidasa > 0.8U/mL, 4-AA0 75mmol/L, ATP 0.9mmol/L, pH 7.0).

Se agitó bien la mezcla y se dejaron incubar los tubos durante 15 minutos a temperatura ambiente. En el anterior proceso, los triglicéridos fueron hidrolizados por la lipasa a glicerol y ácidos grasos; el glicerol, en presencia de ATP, fue fosforilado por la glicerol-quinasa y dio lugar al glicerol 3P + ADP. El glicerol 3P, en presencia de oxígeno, formó peróxido de hidrógeno por acción de la glicerol-3P-oxidasa; finalmente, se cuantificó espectrofotométricamente la quinonaimina producto de la acción de la peroxidasa sobre el peróxido de hidrógeno en presencia de 4-AA y clorofenol.

Los niveles de quinonaimina son proporcionales a la concentración de los TG. Para determinar la concentración del C-HDL se usó 1 mL de reactivo Col HDL Ref. 11649 (fosfotungstato 0,4mmol/L y cloruro de magnesio 20 mmol/L), que se mezcló con 0.2 mL de la muestra de suero, se agitó bien y se dejó durante 10 minutos a temperatura ambiente; se centrifugó por 15 minutos a 4000 rpm en el equipo Thermo: en el precipitado quedaron las VLDL, IDL y LDL, y en el sobrenadante quedaron las HDL. Finalmente, se recogieron con cuidado 100 μL del sobrenadante, depositándolo en otro tubo de ensayo, se mezcló con 1 mL de reactivo Col Ref. 11506 y se incubó por 10 minutos al baño maría a 37°C en un equipo Mermmert® (Mermmert GmbH+GCo.KG, Postfach/Alemania). El

C-HDL fue hidrolizado por medio de la colesterol-esterasa y la colesterol-oxidasa, lo que dio lugar a peróxido de hidrógeno que fue consumido por una peroxidasa en presencia de 4-AA y fenol, quedando como producto final la quinonaimina, siendo este producto proporcional al C-HDL de la muestra, el cual se cuantificó espectrofotométricamente.

Los valores de colesterol LDL (C-LDL) fueron calculados mediante la siguiente fórmula: $C\text{-LDL} = C\text{-total} - (C\text{-HDL} + C\text{-VLDL})$ (Friedewald *et al.* 1972), teniendo en cuenta que este método ha sido validado en especies con patrón HDL como los equinos y bovinos (Osorio y Uribe-Velázquez 2011). El colesterol VLDL (C-VLDL) fue calculado por la división de los triglicéridos entre 5 (TAG/5). Las lecturas de los resultados se realizaron en un analizador semiautomático de química serial, marca Rayco® serial 400706011 (Especialidades Diagnósticas IHR Ltda. / Santiago de Cali).

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados por medio de ANOVA simple; así, se obtuvo el cálculo

del promedio, la varianza, la desviación estándar de CT, TG, C-HDL, C-LDL y C-VLDL en cada uno de los cuatro grupos determinados (hembras jóvenes vs. machos jóvenes; hembras adultas vs. machos adultos; hembras jóvenes vs. hembras adultas; machos jóvenes vs. machos adultos). Se evaluaron los diversos grupos por medio de un análisis de varianza usando el programa Statgraphics Plus® 5.1 en donde se aceptaron diferencias estadísticamente significativas cuando $P < 0.05$.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se aprecia que en los animales adultos se encontró diferencia significativa ($P\text{-valor} \geq 0.05$) en los niveles de CT ($P = 0.0003$), C-HDL ($P = 0.0007$) y C-LDL ($P = 0.013$), las hembras presentaron mayor es valores que los machos (86.59 mg/dL; 41.60 mg/dL; 41.54 mg/dL respectivamente). En el grupo de ovinos jóvenes se encontró diferencia significativa solamente en los niveles de C-HDL ($P = 0.003$), siendo más elevado en hembras jóvenes (49.02 mg/dL) (Tabla 2).

TABLA1. Comparación del perfil lipídico entre ovinos adultos.

Parámetro	Hembras adultas				Machos adultos				P-valor
	Media	σ	Min	Max	Media	σ	Min	Max	
C – Total	86.586	15.201	61.83	121.135	71.376	11.532	52.36	90.221	<u>0.0003</u>
TG	17.234	13.571	2.703	61.261	25.895	28.419	2.703	130.472	0.1790
C-HDL	41.593	10.909	21.993	65.507	31.899	7.047	15.845	40.034	<u>0.0007</u>
C-VLDL	3.447	2.714	0.5406	12.252	5.179	5.684	0.541	26.094	0.1790
C-LDL	41.547	9.145	17.838	62.387	34.297	10.363	13.009	56.628	<u>0.0133</u>

σ : desviación estándar; Min: rango mínimo; Max: rango máximo; C – Total: colesterol total; TG: triglicéridos; C-HDL: colesterol de lipoproteína de alta densidad; C-VLDL: colesterol de lipoproteína de muy baja densidad; C-LDL: colesterol de lipoproteína de baja densidad.

TABLA 2. Comparación del perfil lipídico entre ovinos jóvenes.

Parámetro	Hembras jóvenes				Machos jóvenes				P-valor
	Media	σ	Min	Max	Media	σ	Min	Max	
C – Total	100.465	20.792	70.307	156.314	86.775	26.952	51.877	195.222	0.0552
TG	23.382	10.262	9.91	49.549	20.479	17.177	1.126	58.558	0.4874
C-HDL	49.028	15.105	23.412	92.23	35.760	14.681	16.862	86.081	<u>0.0030</u>
C-VLDL	4.676	2.052	1.982	9.909	4.095	3.435	0.225	11.712	0.4874
C-LDL	46.761	9.867	25.337	64.156	46.919	13.666	29.524	67.905	0.9637

σ : desviación estándar; Min: rango mínimo; Max: rango máximo; C – Total: colesterol total; TG: triglicéridos; C-HDL: colesterol de lipoproteína de alta densidad; C-VLDL: colesterol de lipoproteína de muy baja densidad; C-LDL: colesterol de lipoproteína de baja densidad.

En la comparación por sexos, en los machos se encuentran diferencias en el CT ($P = 0.0138$) y C-LDL ($P = 0.0006$) siendo más altos en los jóvenes (86.77 y 46.91 mg/dL, respectivamente) (Tablas 3 y 4). En las hembras se halló diferencia estadística sólo en el CT ($P = 0.015$). Los valores de triglicéridos y C-VLDL no mostraron diferencias estadísticamente significativas (P -valor ≥ 0.05) en ninguno de los grupos con un nivel de confianza del 95.0%.

DISCUSIÓN

Existen estudios que incluyen el uso de suplementos grasos, como los jabones de calcio de ácidos grasos (JCAG), los cuales demuestran que éstos alteran los niveles sanguíneos de varios parámetros sanguíneos, especialmente las concentraciones en suero de CT, progesterona, TGI y C-HDL, pero no de C-LDL; estos niveles son superiores en ovejas con suplementación de JCAG en comparación con ovejas no suplementadas (Ghoreishi *et al.* 2007). Sin embargo, como en el presente trabajo la población de ovinos

que se utilizó se encontraba en pastoreo de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), es difícil demostrar esta teoría ya que sin suplementos dietarios, son escasos los factores que pueden influir de manera directa en los metabolitos sanguíneos.

En el presente estudio, el perfil lipídico mostró diferencias significativas específicamente en el grupo de adultos, en el que las hembras presentaron niveles elevados de CT, C-HDL y C-LDL con respecto a los machos; estas variaciones se pueden derivar de cambios fisiológicos como la preñez, lactancia o postparto. En un estudio realizado en ovejas iraníes raza Fat Tailed (cola grasa) mostró que una semana antes del parto, las concentraciones de colesterol, TG, C-HDL y C-VLDL presentan valores más elevados que en otros períodos (Nazifi *et al.* 2002); ello concuerda con estudios previos en donde las ovejas, durante el final de la gestación o la preñez tardía, presentaban un perfil de lípidos en suero que se caracterizaba por incrementos del CT, TG y lipoproteínas (Schlumbom *et al.* 1997).

TABLA 3. Comparación del perfil lipídico entre ovinos machos.

Parámetro	Machos jóvenes				Machos adultos				P-valor
	Media	σ	Min	Max	Media	σ	Min	Max	
C – Total	86.775	26.9517	51.877	195.222	71.356	11.527	52.366	90.221	<u>0.0138</u>
TG	20.479	17.1768	1.126	58.558	25.895	28.419	2.703	130.472	0.4052
C-HDL	35.760	14.680	18.682	86.081	31.899	7.0475	15.845	40.634	0.2537
C-VLDL	4.096	3.4353	0.225	11.711	5.179	5.684	0.541	26.760	0.4052
C-LDL	46.919	13.665	29.524	97.429	34.297	10.363	13.009	56.628	<u>0.0006</u>

σ : desviación estándar; Min: rango mínimo; Max: rango máximo; C – Total: colesterol total; TG: triglicéridos; C-HDL: colesterol de lipoproteína de alta densidad; C-VLDL: colesterol de lipoproteína de muy baja densidad; C-LDL: colesterol de lipoproteína de baja densidad.

TABLA 4. Comparación del perfil lipídico entre ovinos hembras.

Parámetro	Hembras jóvenes				Hembras adultas				P-valor
	Media	σ	Min	Max	Media	σ	Min	Max	
C – Total	100.465	20.793	70.307	156.314	86.587	15.201	61.83	121.135	<u>0.015</u>
TG	23.383	10.262	9.91	49.549	17.234	13.571	2.703	61.261	0.090
C-HDL	49.028	15.105	23.412	92.23	41.593	10.909	21.993	65.507	0.057
C-VLDL	4.676	2.0524	1.982	9.909	3.447	2.714	0.541	12.252	0.090
C-LDL	46.761	9.867	25.337	64.156	41.547	9.145	17.838	62.387	0.066

σ : desviación estándar; Min: rango mínimo; Max: rango máximo; C – Total: colesterol total; TG: triglicéridos; C-HDL: colesterol de lipoproteína de alta densidad; C-VLDL: colesterol de lipoproteína de muy baja densidad; C-LDL: colesterol de lipoproteína de baja densidad.

Al realizar las comparaciones por edad se encontró que los jóvenes presentaron mayores concentraciones de C-HDL con respecto a los adultos coincidiendo con los datos presentados por Eshratkhah *et al.* (2011), en los que, por lo general, los valores más altos se encontraron en los jóvenes. Sin embargo, estos autores no encontraron diferencias entre los jóvenes con relación al sexo, mientras que el presente estudio encontró que las hembras jóvenes tuvieron

concentraciones mayores de C-HDL si se comparan con los machos jóvenes. En cuanto al CT, tanto las hembras jóvenes como los machos jóvenes mostraron diferencias significativas, siendo similares a los datos presentados por Eshratkhah *et al.* (2011). Por otro lado, también se sabe que el incremento de la edad puede disminuir de manera significativa, no sólo los valores CT y C-HDL, sino también las concentraciones plasmáticas de T3

(triyodotironina, libre y conjugada) y T4 (tiroxina, libre y conjugada). Estas diferencias en cuanto a las edades posiblemente puedan ser atribuidas a factores como la lactancia o dietas ricas en ácidos grasos. Otros estudios han observado un gran aumento en los metabolitos de lípidos en suero de corderos machos y hembras cuando se alimentan con dietas de aceite de palma ofrecidas *ad libitum* (Solomon *et al.* 1992).

Aunque en el presente estudio no se encontraron diferencias en los niveles de TG, estudios desarrollados por otros autores (Holtenius y Hjort 1990), demuestran que puede haber una disminución de los niveles de triglicéridos en las hembras, principalmente en el postparto, derivado del aumento en la lipólisis (lo cual es hormonalmente regulado) y no debido a una deficiencia de energía. Los valores promedios de triglicéridos concuerdan con valores dados por Mohammadi *et al.* (2006) en hembras adultas.

CONCLUSIONES

En condiciones fisiológicas, el perfil lipídico en ovinos varía según el género y la edad; por lo tanto, dadas las diferencias en las comparaciones entre grupos, pueden ser considerados cuatro perfiles lipídicos, así: machos adultos, hembras adultas, machos jóvenes y hembras jóvenes.

AGRADECIMIENTOS

A Yirly Johanna Suarez Vela del programa jóvenes investigadores de Colciencias, Universidad de Caldas, por realizar las correcciones del manuscrito.

REFERENCIAS

- Attie AD. 2004. Lipoprotein/Cholesterol Metabolism. Encyclopedia of Physical Science and Technology. 3a ed. Wisconsin: Madison. 981 p.
- Bauchart D. 1993. Lipid absorption and transport in Ruminants. J Dairy Sci. 76:3864-3881.
- Coppo JA. 2008. Fisiología Comparada del Medio Interno. Buenos Aires: Dunken. 315 p.
- Eshratkha B, Forouzan V, Ahanpanjeh J, Mohammad-Bastam S, Najafian K. 2011. Relationship between the level of plasma insulin and lipid profile in Iranian fat-tailed sheep. J Comp Clin Pathol. 20(3): 223-226.
- Espinoza JL, Palacios A, Ortega R, Guillén A. 2008. Efecto de la suplementación de grasas sobre las concentraciones séricas de progesterona, insulina, somatotropina y algunos metabolitos de los lípidos en ovejas Pelibuey. Arch Med Vet. 40:135-140.
- Espondaburu OR. 2006. Hipertrigliceridemia: influencia sobre parámetros que estiman el transporte reverso del colesterol. Acta Bioquím Clín Latinoam. 40(2): 165-172.
- Friedewald W, Levy R, Fredrickson D. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clin Chem. 18:499-502.
- Ghoreishi SM, Samiri MJ, Rhowghani E, Hejazi H. 2007. Effect of a calcium soap fatty of fatty acids on reproductive characteristics and lactation performance of fat tailed sheeps. Pakistan J Biol Sci. 10(14):2389-2395.
- Holtenius P, Hjort M. 1990. Studies on the pathogenesis of fatty liver in cows. Bovine Practice. 25: 91-94.
- Iriadam M. 2007. Variation in certain haematological and biochemical parameters during the peri-partum period in Kilis does. Small Ruminant Res. 73(1): 54-57.
- King MW. 2013. Introduction to Cholesterol Metabolism. The Medical Biochemistry Page Org. [Internet]. [Citado 2013 junio 12]. Disponible en:

- <http://themedicalbiochemistrypage.org/cholesterol.php>.
- Mohammadi M, Abazari M, Nourozi M. 2006. Effects of two beta-adrenergic agonists on adipose tissue, plasma hormones and metabolites of Moghani ewes. *Small Ruminant Res.* 63:84–90.
- Moody DE, Hancock DL, Anderson DB. 2000. Phenethanolamine repartitioning agents. In: D'Mello JPF, editor. *Farm animal metabolism and nutrition*. New York: CABI Publishing. p. 65–69.
- Nava-Cuellar C, Díaz-Cruz A. 2001. Introducción a la Digestión Ruminal. [Internet]. México: Departamento de Nutrición Animal Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. [Citado 2013 junio 10]. Disponible en: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest_ruminal.htm.
- Nazifi S, Saeb M, Ghavami SM. 2002. Serum Lipid Profile in Iranian Fat-tailed Sheep in Late Pregnancy, at Parturition and During the Post-parturition Period. *J Vet Med A.* 49: 9-12.
- Osorio JH, Uribe-Velázquez LF. 2011. Comparison of direct versus Friedewald methods for determining LDL cholesterol levels in the horse. *J MVZ Córdoba.* 16(2):2549-2553.
- Osorio JH, Vinazco J, Pérez JE. 2012. Comparación de perfil lipídico por sexo y edad en bovinos. *Biosalud.* 11(1): 25-33.
- Relling AE, Mattioli GA. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Buenos Aires (Argentina): U.N.L.P. Edulp. 23 p.
- Schlumbom C, Sporleder HP, Gurtler H, Harmeyer J. 1997. The influence of insulin on metabolism of glucose, free fatty acids and glycerol in normo- and hypocalcaemic ewes during different reproductive stages. *Dtsch Tierarztl Wochenschr.* 104: 359-365.
- Solomon MB, Lynch GP, Paroczay E, Norton S. 1992. Influence of dietary palm oil supplementation on serum lipid metabolites, carcass characteristics, and lipid composition of carcass tissues from growing ram and ewe lambs. *J Anim Sci.* 70:2746-2797.
- Swanson KS, Kuzmuk KN, Schook LB, Fahey GC. 2004. Diet affects nutrient digestibility, haematology, and serum chemistry of senior and weanling dogs. *J Anim Sci.* 82: 1713-1724.
- Yokus B, Cakir DU, Kanay Z, Gulten T, Uysal E. 2006. Effects of seasonal and physiological variations on the serum chemistry, vitamins and thyroid hormone concentrations in sheep. *J Vet Med.* 53: 271-276.

Article citation:

Osorio JH, Barrera LM, Pérez JE. 2015. Comparación del perfil lipídico por sexo y edad en ovinos [Comparison of lipid profile by sex and age in sheeps]. *Rev Med Vet Zoot.* 62(1):11-19.
<http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v62n1.49381>