

Comparación de perfil lipídico por sexo y edad en una población de equinos en Caldas (Colombia)

J. H. Osorio^{1,2*}, Y. E. Quenan¹, J. A. Castañeda³

Artículo recibido: · Aprobado: 27 de agosto de 2020

RESUMEN

Objetivo: comparar el perfil lipídico en equinos y analizar la correlación entre las cantidades lipídicas del suero de cuatro grupos. **Materiales y Métodos:** se obtuvieron muestras de sangre de 160 equinos en estado de ayuno, los cuales se diferenciaron por sexo y edad sin discriminar la raza así: machos jóvenes (40) y adultos (40), y hembras jóvenes (40) y adultas (40), las hembras no estaban preñadas; se determinaron los niveles de triglicéridos (TG), colesterol total (CT) y el colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) mediante el método enzimático colorimétrico. El colesterol de las lipoproteínas de muy baja densidad (C-VLDL) y de baja densidad (C-LDL) se determinó usando las fórmulas de Friedewald. Los resultados se compararon mediante un análisis estadístico de Anova simple con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 23[®], donde se aceptaba diferencia estadísticamente significativa cuando $p < 0,05$. **Resultados:** las variables de CT, TG, C-HDL, C-LDL y C-VLDL del total de la población de acuerdo a la media y desviación estándar mostraron valores expresados en mg/dl de $100,3 \pm 12,89$; $45,59 \pm 11,95$; $62,03 \pm 10,88$; $27,91 \pm 6,48$; $9,11 \pm 2$. Al comparar los 4 grupos se encontró diferencia significativa en el C-HDL en los adultos (p -valor: 0,031), siendo mayor en las hembras adultas. **Conclusiones:** se presenta una diferencia estadísticamente significativa entre género para C-HDL siendo más alto en hembras adultas, mientras que para el resto de los elementos analizados (TG, CT, C-LDL, C-VLDL) no se encontró diferencia significativa entre género y edad.

Palabras clave: lípidos, metabolismo, equinos.

Comparison of lipid profile by sex and age in an equine population in Caldas (Colombia)

ABSTRACT

Objective: to compare the lipid profile in equines and to analyze the correlation between serum lipid amounts of four groups. **Materials and Methods:** Blood samples were obtained from 160 horses in the fasting state, they were differentiated by sex and

¹ Laboratorio de Investigación Bioquímica Clínica, Universidad de Caldas. Calle 65. No 26-10 Manizales, (Colombia).

² Laboratorio de Investigación en Metabolismo, Universidad de Manizales. Cra. 9ª Nro. 19-03. Manizales – Caldas, (Colombia).

³ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Caldas. Calle 65. No 26-10 Manizales, (Colombia).

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

age without discriminating race as follows: young (40) and adult males (40) and young (40) and adult females (40), the females were not pregnant; the levels of triglycerides (TG), total cholesterol (TC) and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) were determined by the enzymatic colorimetric method. Very low density (C-VLDL) and low density (LDL-C) lipoprotein cholesterol was determined using the Friedewald formula. The results were compared using a statistical analysis of SIMPLE ANOVA with the statistical program IBM SPSS Statistics 23^o, where a statistically significant difference was accepted when $P < 0.05$. **Results:** The variables of CT, TG, C-HDL, C-LDL and C-VLDL of the total population according to mean and standard deviation showed values expressed in mg/dl of 100.3 ± 12.89 ; 45.59 ± 11.95 ; 62.03 ± 10.88 ; 27.91 ± 6.48 ; 9.11 ± 2 . When comparing the 4 groups we found a significant difference in HDL-C in adults (p-value: 0.031), being higher in adult females. **Conclusions:** a statistically significant difference between genotype for HDL-C was found to be higher in adult females, whereas for the rest of the analyzed elements (TG, CT, C-LDL, C-VLDL) no significant difference between gender and age was found.

Keywords: lipid, metabolism, equine.

INTRODUCCIÓN

La dieta de los equinos no solo requiere de energía sino también de fibra, proteína, vitaminas y minerales; es ahí donde juega un papel fundamental la base de una buena nutrición, ya que el rendimiento depende no solo de los factores genéticos sino también de las condiciones sanitarias, el manejo y las necesidades nutricionales (Galindo *et al.* 2007). La alimentación durante el período de crecimiento es muy importante para obtener el máximo potencial del animal, además, una buena crianza permite un adecuado desarrollo del potro que luego establecerá su aptitud a las actividades que se le tengan destinadas (Frape 1988). En esta etapa de desarrollo no es aconsejable la sobrealimentación debido a que puede producir sobrepeso, que en animales que no han terminado su crecimiento puede repercutir negativamente en la formación de su esqueleto y la resistencia al esfuerzo. En cambio, si se hace una restricción moderada esta se supera gracias al crecimiento compensatorio en las fases posteriores; sin embargo, se

sugiere precaución ya que si esta restricción es muy fuerte puede ocasionar retrasos en el crecimiento que pueden ser difíciles de superar (Pérez 1995).

El equino es considerado monogástrico, sin embargo, esté difiere de los otros animales de estómago simple debido a las actividades microbianas que ocurren en el ciego, ya que por ejemplo, si bien en el intestino delgado se digieren principalmente los azúcares y el almidón, los lípidos y la fracción nitrogenada, la fibra es digerida principalmente en el intestino grueso. Las proteínas de la dieta son asimiladas y absorbidas como aminoácidos, a su vez, la mayoría de los carbohidratos son hidrolizados y absorbidos como monosacáridos y por su parte, los carbohidratos estructurales que provienen principalmente de la fibra como la celulosa, hemicelulosa, el almidón y otros carbohidratos solubles escapan de la digestión del intestino delgado y son degradados por el intestino grueso donde son sometidos a la fermentación. Este proceso es idéntico al que ocurre en el estómago de los rumiantes; además,

el producto final de esta transformación son los ácidos grasos volátiles (AGV) que son absorbidos en el intestino grueso y son utilizados como fuentes de energía para los tejidos de los caballos (Osorio *et al.* 2008).

Los lípidos tienen como función principal el almacenamiento de combustible metabólico, además sirven como aislante para el frío y los traumatismos, principalmente de los componentes estructurales de las membranas celulares y subcelulares, también ayudan a la formación de enzimas y hormonas (Osorio *et al.* 2008; King 2014). Debido a que los lípidos provenientes de la dieta o del hígado son biomoléculas insolubles en agua deben ser transportados mediante lipoproteínas (LP), las cuales se clasifican de acuerdo con su densidad obtenida mediante el proceso de ultracentrifugación en quilomicrones (Q) en: LP de muy baja densidad (VLDL), LP de baja densidad (LDL), LP de densidad intermedia (IDL) y LP de alta densidad (HDL) (Maldonado *et al.* 2002). A su vez, las principales LP aisladas por electroforesis se han clasificado en tres clases: alfa (HDL), beta (LDL) y pre-beta (IDL y VLDL) (Osorio y Uribe 2011).

El metabolismo de las lipoproteínas muestra características similares entre especies animales, pero con diferencias en su patrón metabólico ya que en los equinos, rumiantes, felinos, caninos y ratas predominan las alfa LP y por lo tanto el colesterol HDL (C-HDL), siendo este su patrón. Contrario a ello, los seres humanos, cerdos, conejos, marmotas y varias especies de monos se caracterizan por presentar altos niveles de beta LP y por ende son especies con patrón LDL, teniendo como consecuencia mayor riesgo de desarrollar aterosclerosis cuando se consumen dietas muy grasas (Bauer 1996; Díaz *et al.* 2008).

Entre tanto, las dietas ricas en energía aumentan las HDL y disminuyen las LDL en animales con “patrón HDL” (Coppo 1990, 1992).

Existen muchas patologías asociadas al aumento de las concentraciones de los lípidos en el plasma, como son la hiperlipidemia, síndrome de enfermedad metabólica (SEM), síndrome de hígado graso, diabetes mellitus, hipotiroidismo y obesidad, las cuales causan laminitis y problemas musculoesqueléticos que repercuten en la salud de los equinos y que en ocasiones son difíciles de diagnosticar. Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo comparar el perfil lipídico en equinos por sexo y edad, así como analizar la correlación entre las cantidades lipídicas del suero de cuatro grupos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Se obtuvieron muestras de sangre de 160 equinos en diferentes caballerizas del departamento de Caldas (Colombia). Los animales se sometieron a ayuno para evitar alteraciones en la determinación de lípidos séricos, producto de los lípidos provenientes de la dieta. Al respecto, cabe anotar que el concentrado comercial suministrado a los animales en los diferentes criaderos proviene de diferentes casas comerciales; sin embargo, en este estudio no se tuvo en cuenta dicho parámetro bioquímico puesto que está enfocado a los niveles séricos de lípidos en equinos en estado de ayuno. El muestreo se realizó a conveniencia con los animales diferenciados en 4 grupos por género y edad: 40 potros (menores de 4 años), 40 machos adultos (mayores de 4 años), 40 potrancas (menores de 4 años) y 40 hembras adultas (mayores de

4 años); las hembras no estaban preñadas. Los animales fueron valorados mediante examen físico y gozaban de buena salud, permanecían estabulados, alimentados con pasto de corte y suplementados con miel, sal mineralizada y concentrado comercial para equinos. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Manizales.

Sitio de estudio

El experimento se realizó en el departamento de Caldas (Colombia). 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. El clima se caracteriza por ser templado frío, con una precipitación anual entre 1500 a 3000 mm, temperatura media de 21°C y humedad relativa de 66%.

Toma de muestras

La toma de muestras se realizó a las 6 a.m. Los 160 equinos seleccionados fueron contenidos físicamente y se colectó de 7 a 10 ml de sangre mediante punción de la vena yugular en tubos Vacutainer® sin anticoagulante. Posteriormente, las muestras se refrigeraron para su transporte al laboratorio, en el cual se centrifugaron a 3500 r.p.m. durante 15 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

Para 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®.

La determinación de CT en suero se realizó mezclando 10µL de la muestra y

1mL del reactivo (Pipes 35 mmol/L, colato sódico 0,5 mmol/L, fenol 28 mmol/L, colesterol esterasa > 0,2U/mL, colesteroxidasas > 0,1U/mL, peroxidasa > 0,8U/mL, 4-AA 0,5 mmol/L, pH 7,0). Se agitó la mezcla y se dejaron incubar los tubos durante 10 minutos a temperatura ambiente. Los ésteres de colesterol se hidrolizaron por el 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 la 4-AA y fenol dieron lugar a la quinonaimina por acción de la peroxidasa. La quinonaimina es proporcional al CT de la muestra, finalmente se cuantificó espectrofotométricamente.

Los niveles de TG en suero se determinaron utilizando 10µL de la muestra y 1mL del reactivo (Pipes 45 mmol/L, 4-clorofenol 6mmol/L, cloruro magnésico 5 mmol/L, lipasa >100U/mL, glicerol-quinasa > 1,5U/mL, glicerol-3 Poxidasas > 4U/mL, peroxidasa > 0,8U/mL, 4-AA 0,75mmol/L, ATP 0,9mmol/L, pH 7,0). Se agitó la mezcla y se dejaron incubar los tubos durante 15 minutos a temperatura ambiente. 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; después se cuantificó espectrofotométricamente la quinonaimina producto de la acción de la peroxidasa sobre el peróxido de hidrógeno en presencia de 4-AA y clorofenol. La quinonaimina es proporcional a la concentración de los TG.

Para determinar la concentración del C-HDL se usó 0,2 mL de la muestra de suero que se dejó durante 10 minutos a temperatura ambiente y se centrifugó por

15 minutos a 4000 r.p.m. en el equipo Thermo®.

En el precipitado quedaron las VLDL, IDL y LDL y en el sobrenadante las HDL, de este sobrenadante se recolectaron 100µL que se depositaron en otro tubo de ensayo y se mezclaron con 1mL de reactivo (Fosfotungstato 0,4mmol/L y cloruro de magnesio 20 mmol/L), mezcla que se incubó por 10 minutos al baño maría a 37°C. El C-HDL fue hidrolizado por colesterol esterasa y colesterol oxidasa, lo que dio lugar a peróxido de hidrógeno que fue consumido por una peroxidasa en presencia de la 4-aminoantipirina (4-AA) y fenol, quedando como producto final la quinonaimina, la cual fue proporcional al C-HDL de la muestra que se cuantificó espectrofotométricamente (Friedman y Young 1997).

Los valores de C-LDL se calcularon mediante la siguiente fórmula: $C-LDL = C-total - (C-HDL + C-VLDL)$. El C-VLDL fue calculado por la división de los triglicéridos entre 5 (TAG/5) (Friedewald *et al.* 1972). Las lecturas de los resultados se realizaron en un analizador semiautomático de química marca Chem® 7 de la casa comercial Erba®.

Análisis estadístico

Los resultados fueron comparados mediante un análisis estadístico de Anova simple debido a que los valores presentaban distribución normal. Se obtuvo el cálculo del promedio, la desviación estándar y los rangos mínimo y máximo de CT, TG, C-HDL, C-LDL y C-VLDL en cada uno de los grupos determinados (hembras jóvenes vs. machos jóvenes; hembras adultas vs. machos adultos; hembras jóvenes vs. hembras adultas; machos jóvenes vs. machos adultos). Se evaluaron las diferencias sobre los dos métodos por medio de un

análisis de varianza utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics® 23, donde se aceptaba diferencia estadísticamente significativa cuando $p < 0,05$.

RESULTADOS

De forma general, las variables de CT, TG, C-HDL, C-LDL y C-VLDL del total de la población de acuerdo a la media y desviación estándar mostraron valores expresados en mg/dl de $100,3 \pm 12,89$; $45,59 \pm 11,95$; $62,03 \pm 10,88$; $27,91 \pm 6,48$ y $9,11 \pm 2,39$, respectivamente. Los valores obtenidos en el análisis estadístico para las concentraciones séricas de los diferentes metabolitos en los cuatro grupos analizados reportaron diferencias significativas para C-HDL en el grupo de adultos, ya que p-valor fue de 0,031 ($p < 0,05$), pues las hembras presentaron niveles más altos comparados con los machos (Tabla 1). Por el contrario, los resultados hallados para CT, TG, C-VLDL y C-LDL no mostraron diferencias significativas entre las variables de género y edad para los cuatro grupos, puesto que p-valor fue mayor a 0,05 (Tabla 2, 3 y 4).

DISCUSIÓN

El promedio y la desviación estándar obtenidos en equinos para los diferentes metabolitos analizados no se apartó de los rangos reportados por otros autores (Coles 1989; Coppo *et al.* 2003); sin embargo, Díaz *et al.* (2008) reportaron valores de TG y C-LDL más bajos, así como niveles de C-VLDL más altos. En el presente estudio los resultados encontrados coinciden con la investigación realizada por Mayer *et al.* (1984) quienes evaluaron los niveles de lípidos totales y colesterol y no encontraron diferencias significativas relacionadas con

TABLA 1. Valores de lípidos entre adultos.

Parámetro	Hembras adultas		Machos adultos		P- valor
	Media	De	Media	De	
C- Total	100,54	14,40	100,54	11,04	1
TG	46,16	10,71	43,48	13,14	0,267
C- HDL*	65,26	12,45	60,36	9,83	0,031
C- VLDL	9,23	2,14	8,69	2,62	0,267
C- LDL	27,00	5,73	27,72	6,83	0,570

* Indica diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

De: desviación estándar. **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. Valores de lípidos entre jóvenes.

Parámetro	Hembras jóvenes		Machos jóvenes		P- Valor
	Media	De	Media	De	
C- Total	101,52	12,63	98,68	13,48	0,28
TG	44,50	9,05	48,24	14,07	0,117
C- HDL	61,68	11,02	60,82	9,63	0,679
C- VLDL	8,9	1,81	9,64	2,81	0,117
C- LDL	28,68	6,93	28,24	6,43	0,743

De: desviación estándar. **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 3. Valores de lípidos entre hembras.

Parámetro	Hembras jóvenes		Hembras adultas		P- Valor
	Media	De	Media	De	
C- Total	101,52	12,63	100,54	14,40	0,718
TG	44,50	9,05	46,16	10,71	0,405
C- HDL	61,68	11,02	65,26	12,45	0,131
C- VLDL	8,9	1,81	9,23	2,14	0,405
C- LDL	28,68	6,93	27,00	5,73	0,190

De: desviación estándar. **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. Valores de lípidos entre machos.

Parámetro	Machos jóvenes		Machos adultos		P- Valor
	Media	De	Media	De	
C- Total	98,68	13,48	100,54	11,04	0,452
TG	48,24	14,07	43,48	13,14	0,084
C- HDL	60,82	9,63	60,36	9,83	0,814
C- VLDL	9,64	2,81	8,69	2,62	0,084
C- LDL	28,24	6,43	27,72	6,83	0,696

De: desviación estándar. **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.

la edad. Al comparar los cuatro grupos seleccionados por sexo y edad en el presente análisis solo se encontraron diferencias significativas para C-HDL entre sexo siendo las hembras quienes presentaban los niveles más altos, probablemente debido a la presencia de estrógenos; contrario a ello, Coppo *et al.* (2003) reportaron diferencias significativas para esta variable según la edad, registrando tasas más altas en potros. Igualmente, dichos autores encontraron que los machos presentaron valores de CT, C-HDL y C-LDL más elevados comparados con las hembras; así mismo, los niveles de CT expresaron diferencias para la variable edad, siendo más alto en el grupo de jóvenes.

Díaz *et al.* 2008 encontraron que existen diferencias significativas para TG según la edad, siendo mayor en potros, y a pesar de que no existen diferencias entre el CT, C-HDL y C-LDL estos valores séricos también fueron un poco más elevados en potros. De otra parte, en un trabajo realizado con hembras se describe que las yeguas preñadas muestran concentraciones de TG y CT superiores con respecto a las yeguas no preñadas y a las que se encontraban en un periodo

de lactancia (Watson *et al.* 1993); estos hallazgos son normales durante la gestación por el proceso de formación de tejidos fetales, además durante la lactancia son requeridos altos niveles para la formación del calostro (Osorio 2000).

Dado que los valores obtenidos para C-HDL fueron mayores a los valores de C-LDL, se confirma que es la HDL la LP predominante en los equinos, revalidando que esta especie responde al patrón HDL, razón por la cual se estipula que son resistentes al riesgo aterogénico (Coppo *et al.* 2003). Una particularidad que presentan los caballos es que carecen de vesícula biliar, por lo tanto, segregan bilis desde el hígado; además, pueden tolerar dietas con niveles altos de grasas ya que tras el aumento de estas en la dieta tienden a estabilizarse una vez se hayan logrado adaptar a las nuevas concentraciones (Carréon *et al.* 2013); todo lo anterior puede deberse a que una alimentación rica en grasa aumenta el C-HDL asociado generalmente a un incremento en la actividad de la lipoprotein lipasa (LPL) que es la encargada de hidrolizar los TG a VLDL y esta última es transferida a las partículas de HDL mediante el transporte inverso del colesterol (Gelen *et al.* 1999).

No obstante, en esta especie se han descrito trastornos severos del metabolismo lipídico como son la hiperlipidemia, el síndrome metabólico equino (SME), la resistencia a la insulina y la obesidad (Geor 2008). Los problemas más frecuentes suelen deberse a falta de alimento, aunque animales demasiado obesos presentan problemas de fertilidad. Por lo tanto, es de gran importancia mantener a los equinos con un buen estado corporal, permitiendo unas variaciones del peso vivo en ciertos momentos de su ciclo productivo, pero evitando que pasen ciertos límites que posteriormente puedan comprometer sus rendimientos (Frape 1988). Por todo lo anterior, hoy en día es importante medir la cantidad de colesterol ligado a C-HDL y a C-LDL ya que es necesario diagnosticar dislipidemias en equinos y no es suficiente con solo conocer la tasa de CT, sino que también es necesario establecer el tipo de lipoproteína que lo transporta (Díaz *et al.* 2008).

Existen reportes que relacionan la influencia de los lípidos, la alimentación y la falta de ejercicio con enfermedades que alteran la calidad de vida de los equinos, entre las cuales se encuentra la hiperlipidemia equina y el SME. La primera se debe a la resistencia innata de la insulina, a un trastorno del metabolismo de las grasas y a un agente estresante nutricional (enfermedad, gestación, lactación, privación de alimento) que provoca una inmovilización incontrolada de los ácidos grasos a partir del tejido adiposo a una velocidad que excede la capacidad gluconeógena y cetógena del hígado lo cual conlleva a una reesterificación de ácidos grasos en el hígado a triglicéridos, los cuales son liberados a la circulación en forma de VLDL, comprometiendo la función hepática con la consiguiente acumulación

de metabolitos tóxicos y trastornos de la coagulación. De la misma forma, se debe tener en cuenta las razas más propensas a dicha enfermedad, ya que son los ponis, shetlad y potros ponis, burros miniatura y caballos miniatura americanos los más afectados, con un índice de mortalidad del 40-80% variando según la estación y la localidad. Además, el sexo también influye ya que es más común en hembras (90% de los casos), infrecuente en sementales y caballos castrados y rara en potros. Los equinos con sobrepeso tienen mayor riesgo, así como las hembras en gestación y lactancia (Fidalgo *et al.* 2003).

Por su parte, el SME es el resultado de causas como la obesidad, resistencia a la insulina, hipertrigliceridemia y hiperleptinemia; condiciones asociadas con el aumento en el riesgo de laminitis, alteraciones reproductivas y cambios en la presión sanguínea arterial (Johnson 2002; Frank 2009). Las razas más propensas a dicho síndrome son: morgan, paso fino, árabe, caballos de cuarto de milla, saddlebreds (silla americano), Tennessee walking, pura sangre y warmbloods. Al igual que la hiperlipidemia equina, los animales con mayor riesgo son los obesos que tienden a depositar grasa principalmente en las regiones del cuello y la base de la cola, en el prepucio o cerca de las glándulas mamarias. El control efectivo para este síndrome es la reducción de la ingesta calórica (almidón y azúcar), el aumento del ejercicio y la realización de terapias médicas solo en casos graves (Frank 2009).

CONCLUSIONES

Este estudio realizado a los diferentes grupos equinos demuestra que los valores obtenidos para las concentraciones séricas de los

metabolitos analizados presentan una diferencia estadísticamente significativa entre género para C-HDL, siendo más alto en hembras adultas, mientras que para el resto de los elementos analizados (TG, CT, C-LDL, C-VLDL) no se encontró diferencia significativa entre género y edad, diferente a lo reportado por otras investigaciones. Además, se deben tener en cuenta factores que alteren el perfil lipídico, como es el caso de la hiperlipidemia equina, el síndrome metabólico equino (SME), la obesidad, estados fisiológicos como la preñez y la lactancia, el estado físico del animal o el sedentarismo y sobre todo la nutrición, ya que una modificación en el estilo de vida y en dichos factores puede ser beneficiosa para mejorar la calidad de vida y el estado productivo de los equinos.

REFERENCIAS

- Bauer JE. 1996. Comparative lipid and lipoprotein metabolism. *Vet Clin Pathol.* 25: 49-56. Doi: [10.1111/j.1939-165x.1996.tb00968.x](https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.1996.tb00968.x).
- Carreón V, Macedo R, De la Peña C. 2013. Effect of physical activity and other factors on serum levels of total cholesterol and triglycerides in horses in Colima, Mexico. *J Vet Adv.* 3(7): 215-219. Doi: [10.5455/jva.20130723120931](https://doi.org/10.5455/jva.20130723120931).
- Coles EH. 1989. *Veterinary Clinical Pathology*. 4^a ed. Philadelphia: Saunders.
- Coppo JA. 1990. Effects of dietary lipidic charge in the concentration of bovine lipids and lipoproteins. Its influence on the saturation degree of fatty acids' stored lipids. *Acta Physiol Pharm Latinoam.* 40: 289-297.
- Coppo JA. 1992. L'utilisation de suppléments-nutritifs qui accroissent le degré de saturation des acides gras corporels des bovins. *Ann Biol Clin.* 50: 263-264.
- Coppo NB, Coppo JA, Lazarte MA. 2003. Intervalos de confianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad en suero de bovinos, equinos, porcinos y caninos. *Rev Vet.* 14(1): 3-10.
- Díaz C, Plaza C, Chimoy E. 2008. Niveles séricos de triglicéridos y colesterol en caballos peruanos de paso bajo dos sistemas de crianza. *Rev Inv Vet Perú.* 19(2): 134-139.
- Fidalgo ÁL, Rejas LJ, Ruiz R, Ramos JJ. 2003. *Patología Médica Veterinaria*. España: Salamanca.
- Frank N. 2009. Equine Metabolic Syndrome. *J Equine Vet Scie.* 29(5): 259-267. Doi: [10.1111/j.1939-1676.2010.0503.x](https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0503.x)
- Frape DL. 1988. Dietary requirements and athletic performance of horses. *Equ Vet J.* 20(3): 163-172. Doi: [10.1111/j.2042-3306.1988.tb01490.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1988.tb01490.x).
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem.* 18: 499-502.
- Friedman R, Young D. 1997. *Effects of disease on clinical laboratory tests*. 3th ed. AACCC Press.
- Galindo CA, Martins CB, Comide LMW, De Queiroz Neto A, De Lacerda Neto JC. 2007. Alteraciones metabólicas durante entrenamiento en equinos de la Raza Pura Sangre Árabe. *Rev Med Vet.* (13): 77-82.
- Gelen SNJ, Sloet MM, Beynen AC. 1999. Dietary fat supplementation and equine plasma lipid metabolism. *Equine Vet J.* 30: 475-478. Doi: [10.1111/j.2042-3306.1999.tb05268.x](https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05268.x).
- Geor RJ. 2008. Metabolic predispositions to laminitis in horses and ponies: obesity, insulin resistance and metabolic syndromes. *J Equine Vet Scie.* 28(12): 753-759. Doi: [10.1016/j.jevs.2008.10.016](https://doi.org/10.1016/j.jevs.2008.10.016).
- Johnson PJ. 2002. The equine metabolic syndrome peripheral cushing's syndrome. *J Vet Clin Equine.* 18: 271-293. Doi: [10.1016/S0749-0739\(02\)00006-8](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(02)00006-8).
- King MW. 2014. Introduction to cholesterol metabolism [Internet]. The medical biochemistry page org. [Citado 2014 mar. 10]. Disponible en: <http://themedicalbiochemistrypage.org/cholesterol.html>.
- Maldonado EN, Casanave EB, Aveldaño MI. 2002. Major plasma lipids and fatty acids in four HDL mammals. *Comp. Biochem Physiol-Part A Mol Integr Physiol.* 132(2): 297-303. Doi: [10.1016/S1095-6433\(02\)00031-4](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(02)00031-4).

- Mayer R, Fernández M, Gómez G. 1984. Lípidos totales y colesterol en sueros de caballos de raza española (tipo Andaluz). Archivos de Zootecnia. 31(125): 43-49.
- Osorio JH, Carmona Sepúlveda J, Uribe-Velásquez LF. 2008. Degradación de lípidos de la dieta por los equinos, ventajas y desventajas del tubo digestivo mixto. Biosalud. 7: 91-105.
- Osorio JH, Uribe-Velázquez L. 2011. Comparison of direct versus Friedewald methods for determining LDL cholesterol levels in the horse. Rev MVZ Córdoba. 16(2): 2549-2553.
- Osorio JH. 2000. Metabolismo de los lípidos durante el embarazo. Rev Colomb Ginecol Obstet. 51(2): 113-117.
- Pérez P. 1995. Nutrición y alimentación del caballo. Trouw Iberica, S.A. [Internet]. Barcelona (Esp): XI curso de especialización FEDNA [Internet]. [12 mayo 2017]. Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Alimentacion_de_Equinos.pdf.
- Watson TD, Burns I, Packard CJ, Shepherd J. 1993. Effects of pregnancy and lactation on plasma lipid and lipoprotein concentrations, lipoprotein composition and post-heparin lipase activities in shetland pony mares. J Reprod Fertil. 97: 563-568. Doi: [10.1530/jrf.0.0970563](https://doi.org/10.1530/jrf.0.0970563).

Article citation

Osorio JH, Quenan YE, Castañeda JA. 2020. Comparación de perfil lipídico por sexo y edad en una población de equinos en Caldas (Colombia). [Comparison of lipid profile by sex and age in an equine population in Caldas (Colombia)]. Rev Med Vet Zoot. 67(2): 149-158. Doi: [10.15446/rfmvz.v67n2.90708](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n2.90708).