

Comparación de lípidos sanguíneos entre pollos de engorde y gallinas ponedoras

J. H. Osorio^{1,2*}, J. D. Flores¹

Artículo recibido: 29 de enero de 2016 · Aprobado: 7 de febrero de 2018

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue comparar los niveles séricos del colesterol total, triglicéridos, colesterol de la lipoproteína de alta densidad y colesterol de la lipoproteína de baja densidad entre pollos de engorde y gallinas ponedoras. Se recolectó sangre después de ayuno de 30 pollos de engorde de la línea Cobb 500 de 35 días de edad y de 40 gallinas ponedoras de la línea Hy-Line W-36 de 26 semanas. Se midieron los niveles séricos de triglicéridos y colesterol total mediante métodos enzimáticos colorimétricos, mientras que para determinar el colesterol de las lipoproteínas de alta y de baja densidad se usó el método directo [detergente + N,Nbis(4-sulfobutil)-m-toluidina]. Los datos se analizaron mediante ANOVA simple usando el paquete estadístico Statgraphics® Plus 5.1. Se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los pollos de engorde y las gallinas ponedoras en los niveles séricos de los triglicéridos (21.4 vs. 759.6 mg/dL, respectivamente) y en los niveles de colesterol de la lipoproteína de alta densidad (93.1 vs. 64.6 mg/dL, respectivamente). No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) para el colesterol total (125.1 and 137.0 mg/dL, respectivamente) ni para los niveles de colesterol de la lipoproteína de baja densidad (52.2 and 48.2 mg/dL, respectivamente). Los resultados del presente estudio muestran que aunque hubo diferencias de sexo, edad, madurez sexual y sistemas de producción, no se encontraron diferencias en los niveles séricos de colesterol total o en los niveles de colesterol de la lipoproteína de baja densidad entre pollos de engorde y gallinas ponedoras. La diferencia en la concentración de triglicéridos, es debida al transporte de lípidos hacia el ovario en las gallinas ponedoras. Palabras clave: perfil lipídico, aves, sanguínea.

Blood lipid comparison between broilers and laying hens

ABSTRACT

The aim of the present study was to compare total cholesterol, triglycerides, low-density lipoprotein cholesterol and high-density lipoprotein cholesterol serum levels between broiler chickens and laying hens. Whole blood was collected after fasting from 30, 35-day-old broiler chickens (Cobb 500 line) and 40, 26-week-old laying hens (Hy-Line line W-36). The serum triglyceride and total cholesterol levels were measured

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

² Laboratorio de Investigación en Metabolismo, Universidad de Manizales. Cr 9a No. 19 – 03, Manizales (Colombia).

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

by enzymatic colorimetric methods, while a direct method [detergent + N,N-Bis(4-sulfobutyl)-m-toluidine] was used to determine the low density lipoprotein cholesterol and high density lipoprotein cholesterol levels. Data were analyzed by simple ANOVA using the statistics package Statgraphics® Plus 5.1. Significant differences ($P < 0.05$) were found between broiler chickens and laying hens in serum triglycerides (21.4 vs. 759.6 mg/dL, respectively) and high-density lipoprotein cholesterol levels (93.1 vs. 64.6 mg/dL, respectively). No significant differences were found for total cholesterol (125.1 and 137.0 mg/dL, respectively) or low-density lipoprotein cholesterol levels (52.2 and 48.2 mg/dL, respectively). The results of the present study show that even though there are differences in gender, age, sexual maturity and production systems, there are no differences in serum total cholesterol or low-density lipoprotein cholesterol levels between broiler chickens and laying hens. The 35-fold difference in serum triglycerides is related to the transport of lipids to the ovary in a laying hen.

Key Words: blood lipid profile, broiler chickens, laying hens, serum triglycerides.

INTRODUCCIÓN

Existe una vasta evidencia de las diferencias metabólicas que hay entre aves y mamíferos, entre dichas diferencias está el metabolismo de los lípidos (Osorio y Flórez 2011). En las aves, las lipoproteínas llamadas portomicrones (PM) (quilomicrones en mamíferos) toman este nombre debido a la forma de transporte, pues después de ser absorbidos los lípidos en la luz del intestino y formarse las lipoproteínas (PM), para ser transportadas hasta el hígado del ave toman vía sanguínea en lugar de linfática, atravesando las vesículas intracitoplasmáticas endoteliales llegando directamente al hígado por la vena porta; sin embargo, debido al gran tamaño que poseen no son metabolizados en dicho órgano (Fraser *et al.* 1986), por lo tanto, deben perder los triglicéridos que transportan para así ser finalmente metabolizados en los hepatocitos (Griffin y Hermier 1988).

También se han encontrado diferencias en el metabolismo lipídico entre sexos (pollos y gallinas), pues debido a la producción de huevo en las gallinas ponedoras, hay aumento de los niveles

sanguíneos de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL, del inglés: very low density lipoprotein) y por lo tanto de los triglicéridos (Walzem *et al.* 1999), y a su vez, disminución de las lipoproteínas de alta densidad (HDL, del inglés: High density lipoprotein); todos estos cambios se producen por influencia de los estrógenos (Hermier *et al.* 1989a). Además, estos autores afirman que la concentración de lipoproteínas de baja densidad (LDL, del inglés: low density lipoprotein) es mayor que el nivel de las HDL, debido al incremento de la concentración de las VLDL, afirmación fundamentada por los cambios en la composición de todas las lipoproteínas medidas por el método de ultracentrifugación de las gallinas en producción. Sin embargo, en estudios posteriores, donde se han utilizado diferentes métodos de evaluación de los lípidos sanguíneos (que se basan en la medición del colesterol de las lipoproteínas), los niveles de colesterol-LDL fueron mucho menores que los niveles de colesterol-HDL (Yin *et al.* 2008; Yue *et al.* 2011).

En general se esperaría que hubiera notables diferencias en las concentraciones

de los lípidos circulantes entre pollos y gallinas ponedoras, pero debido a la gran diversidad de los datos que arrojan las diferentes investigaciones parece ser que no está claro si hay similitud o no entre sexos.

En el presente trabajo se compararon los niveles séricos del colesterol total, triglicéridos, colesterol HDL y colesterol LDL entre pollos de engorde y gallinas ponedoras por métodos enzimáticos colorimétricos, específicamente el método directo (detergente + N,Nbis(4-sulfobutil)-m-toluidina) para el colesterol HDL y el colesterol LDL.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es de tipo transversal, descriptivo y analítico.

Animales y dieta

Manejo de los pollos de engorde

30 pollos de la línea Cobb 500 de 21 días de edad se adquirieron en una granja de la empresa Zarpollo ubicada en Chinchiná, Caldas (Colombia), posteriormente, se mantuvieron en la Granja Montelindo propiedad de la Universidad de Caldas, en Santágueda, municipio de Palestina (Caldas) con coordenadas 5°01'10"N 75°37'24"O, en un cuarto de ambiente controlado con 12 horas de luz aproximadamente y una temperatura y humedad relativa promedio de 25°C y 70%, respectivamente. Se alimentaron con concentrado comercial durante 15 días con una dieta a base de maíz y torta de soya cuya composición química se muestra en la Tabla 1. El peso promedio al día 36 fue de 1735 g. Se realizó un ayuno previo de 19 h \pm 1 h para la toma de muestras.

Manejo de las gallinas ponedoras

40 gallinas de la línea Hy-Line W-36 se criaron en la Granja Montelindo propiedad de la Universidad de Caldas, en Santágueda, municipio de Palestina (Caldas) con 12 horas de luz aproximadamente a una temperatura y humedad relativa promedio de 25°C y 70%, respectivamente. Se alimentaron hasta la semana veinticuatro de edad con una dieta comercial para gallinas ponedoras, junto con todo el lote de aves. Posteriormente, se eligieron las aves a estudiar completamente al azar, manteniéndose en el mismo galpón, y durante las semanas 25 y 26 de edad se alimentaron con una dieta a base de maíz y torta de soya, cuya composición química se muestra en la Tabla 2. La producción para la semana 26 de las aves escogidas fue del 96%, con un peso promedio por ave de 1444 g. Se realizó un ayuno previo de 16 h \pm 1 h para la toma de muestras.

TABLA 1. Composición de la dieta para pollos de engorde

Materia seca	93,48%
Nitrógeno total	3,02%
Proteína bruta	18,88%
Grasa total	2,1%
Fibra bruta	4,09%
Cenizas	6,41%
Fósforo	0,45%
Calcio	0,7%

TABLA 2. Composición de la dieta para gallinas ponedoras

Materia seca	93,05%
Nitrógeno total	3,6%
Proteína bruta	22,5%
Grasa total	2,32%
Fibra bruta	3,04%
Cenizas	6,41%
Fósforo	0,22%
Calcio	0,46%

Recolección de la muestra

Se empleó la metodología descrita por Victoria *et al.* (2013): se tomaron 20 cm³ de sangre directamente de la yugular a todas las aves. La sangre se centrifugó a 3000 rpm durante 15 minutos y el suero se congeló a -30°C, hasta su procesamiento. Al momento de procesar las muestras, los sueros se descongelaron a temperatura ambiente, luego, se llevaron al baño maría a una temperatura de 37°C por 10 minutos.

Todos los reactivos pertenecían a los laboratorios BioSystems S.A., Barcelona (España), los valores de colesterol libre, triglicéridos y colesterol HDL y LDL se determinaron por métodos enzimáticos-colorimétricos, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Los análisis se realizaron en un equipo RAYTO RT-1904C, analizador semiautomático de química.

Determinación del colesterol total

La determinación del colesterol total en suero se realizó mezclando 10µL de la muestra y 1 mL de Reactivo (Pipes 35 mmol/L, colato sódico 0,5 mmol/L, fenol 28 mmol/L, colesterol esterasa >0,2U/mL, colesterol oxidasa >0,1U/mL, peroxidasa >0,8U/mL, 4-aminoantipirina (4-AA) 0,5 mmol/L, pH 7,0). Se agitó bien la mezcla y se dejaron incubar los tubos durante 10 minutos a temperatura ambiente. Los ésteres de colesterol se hidrolizaron por la colesterol esterasa y dieron lugar a colesterol libre, el cual, por acción de la 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 colesterol total de la muestra y se cuantificó espectrofotométricamente.

Determinación de los triglicéridos

Se determinaron los triglicéridos en suero utilizando 10µL de la muestra y 1mL de Reactivo (Pipes 45 mmol/L, 4-clorofenol 6 mmol/L, cloruro magnésico 5 mmol/L, lipasa >100U/mL, glicerol-quinasa >1,5U/mL, glicerol-3P-oxidasa >4U/mL, peroxidasa >0,8U/mL, 4-AA 0,75 mmol/L, ATP 0,9 mmol/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 se hidrolizaron 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, la quinonaimina es proporcional a la concentración de los triglicéridos.

Determinación del colesterol HDL mediante el método directo (detergente)

Este método consta de un Reactivo A, que contiene: Buffer good, colesterol oxidasa <1U/mL, peroxidasa <1U/mL, N,Nbis(4-sulfobutil)-m-toluidina (DS-BmT) 1 mmol/L, un acelerador 1mmol/L. Un Reactivo B, que contiene: Buffer good, colesterol esterasa <1.5U/mL, 4-AA 1mmol/L, ascorbato oxidasa <3.0KU/L y un detergente.

Se tomaron 7 µL de la muestra de suero y se le añadieron 750 µL del Reactivo A. Aquí se hidrolizó el colesterol de los PM, VLDL, IDL y LDL por la colesterol oxidasa, en una reacción no formadora de color. Inmediatamente después, se añadió

al producto del paso anterior 250 μ L del Reactivo B y se incubó la mezcla por 5' a 37°C. El detergente presente en dicho reactivo solubilizó el colesterol HDL, la colesterol esterasa y la colesterol oxidasa hidrolizaron el colesterol HDL, y dieron como productos finales colesteno y peróxido de hidrógeno; el peróxido de hidrógeno, junto con el DSBmT y la 4-AA reaccionaron en presencia de una peroxidasa y dieron lugar a quinonaimina y cuatro moléculas de agua. La quinonaimina es proporcional a la concentración de colesterol-HDL presente en la muestra, y se cuantificó espectrofotométricamente.

Determinación del colesterol LDL mediante el método directo (detergente)

Este método consta de 1) un Reactivo A, que contiene: Buffer MES >30 mmol/L, colesterol esterasa <1,5U/mL, colesterol oxidasa <1,5U/mL, 4-AA 0,5 mmol/L, ascorbato oxidasa <3,0 U/L, peroxidasa >1U/mL, detergente, pH 6,3. 2) un Reactivo B, que contiene: Buffer MES >30 mmol/L, DSBmT 1mmol/L, detergente, pH 6,3.

Se pipetearon 750 μ L del Reactivo A y 7 μ L de la muestra de suero. El detergente del Reactivo A solubilizó el colesterol de las HDL, VLDL y los PM. Los ésteres de colesterol se hidrolizaron simultáneamente por la colesterol esterasa y la colesterol oxidasa y dieron lugar a colesteno y peróxido de hidrógeno, este último, se consumió por una peroxidasa en presencia de 4-AA. Esta reacción no fue formadora de color. Se añadió al producto del paso anterior 250 μ L del reactivo B y se dejó incubar por 5' a 37°C. El detergente presente en dicho reactivo solubilizó el colesterol LDL, al igual que en el paso anterior la colesterol esterasa y la colesterol

oxidasa hidrolizaron el colesterol LDL, y dieron como productos finales colesteno y peróxido de hidrógeno; el peróxido de hidrógeno y el DSBmT se condensaron en presencia de una peroxidasa para formar quinonaimina. La quinonaimina es proporcional a la concentración de colesterol-LDL presente en la muestra, la cual se cuantificó espectrofotométricamente.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron usando ANOVA simple, para el análisis estadístico se utilizó Statgraphics® Plus 5.1. Las diferencias estadísticamente significativas fueron basadas con el $P < 0,05$ del test F.

RESULTADOS

Los valores de los niveles séricos de triglicéridos en mg/dL entre los pollos de engorde de la línea Cobb 500 y las gallinas ponedoras de la línea Hy-Line W-36, arrojaron un rango entre 10,2-46,3 y 129,7-1398,2; respectivamente. Los niveles del colesterol HDL mostraron un rango en mg/dL entre 50,1-134,1 para los pollos y de 27,3-122,1 para las gallinas. Se encontraron diferencias significativas en las medias ($P < 0,05$) entre machos y hembras. Se observó que el rango en estos dos parámetros es muy amplio, especialmente en las gallinas ponedoras (Tabla 3).

En la cuantificación de los niveles séricos del colesterol total entre pollos de engorde de la línea Cobb 500 y gallinas ponedoras de la línea Hy-Line W-36, se encontró un rango entre 74,4-166,5 mg/dL y 92,1-176,6 mg/dL; respectivamente, también se cuantificaron los niveles de C-LDL en mg/dL, con un rango entre 34,8-65,8 para los pollos y 30,4-71,9 para las gallinas. No hubo diferencias significativas entre medias ($P > 0,05$) de machos y hembras (Tabla 3).

TABLA 3. Comparación del perfil lipídico entre pollos de engorde y gallinas ponedoras en mg/dL± DS

	CT	TAG	C-HDL	C-LDL
Pollos de engorde (Cobb 500)	125,1 ± 24,2	21,4 ± 7,9	93,1 ± 16,0	52,2 ± 9,1
Gallinas ponedoras (Hy-Line W-36)	137,0 ± 25,8	759,6 ± 287,1	64,6 ± 22,4	48,2 ± 11,2
P-valor	0,0575	0,000	0,000	0,1107

CT: Colesterol total. **TAG:** Triglicéridos. **C-HDL:** Colesterol de la lipoproteína de alta densidad. **C-LDL:** Colesterol de la lipoproteína de baja densidad. **DS:** Desviación estándar.

DISCUSIÓN

Las aves comerciales se diferencian en el tipo de producción, edad y obviamente en el sexo, ya que los machos, especializados en la producción de carne, solo llegan a unas cuantas semanas de vida antes de su procesamiento (Cobb-Vantress 2008), mientras que las gallinas ponedoras empiezan a dar su producto (el huevo) aproximadamente a partir de la semana 18 y pueden seguir produciendo sin pérdidas económicas generalmente hasta la semana 80 de edad (Lohmann-Tierzucht 2007).

En investigaciones previas se ha encontrado que los niveles de lípidos sanguíneos son similares entre machos y hembras inmaduras (Musa *et al.* 2007); sin embargo, cuando empieza la producción de huevos los oocitos captan grandes cantidades de triglicéridos acumulándolos como fuente de energía (Hermier 1997), estos triglicéridos son transportados por las VLDL específicas para la yema del huevo, las cuales son lipoproteínas con apolipoproteína VLDL-II (apoVLDL-II), denominadas VLDLy (“y” del inglés yolk) (Walzem *et al.* 1999). El aumento de las VLDLy se debe a la presencia de los estrógenos en las gallinas maduras (Kudzma *et al.* 1975), por lo tanto, los niveles de triglicéridos en las gallinas en producción son muy diferentes comparados con los niveles de los triglicéridos de los pollos, y

esto es confirmado en el presente trabajo, donde se encontró que los niveles de los triglicéridos de las gallinas superaban hasta 40 veces los niveles de los pollos de engorde (Tabla 3). Además, se observa un amplio rango en los niveles de triglicéridos, lo cual puede deberse a la individualidad de cada gallina en la captación de los triglicéridos por los oocitos.

Los pollos de engorde, a diferencia de las gallinas ponedoras, tienen niveles de triglicéridos aproximadamente de 20 mg/dL (Tabla 3), niveles que se han encontrado en otros trabajos donde han evaluado el perfil lipídico, comparando los niveles de triglicéridos en aves ayunadas y saciadas (Hermier *et al.* 1984), en pollos grasos y magros (Griffin *et al.* 1989; Musa *et al.* 2006), así como también han evaluado dichos triglicéridos en pollos castrados (Chen *et al.* 2005), y por supuesto, se ha investigado cómo los triglicéridos pueden modificarse con los diferentes tipos de dieta y la relación que hay con el acumulamiento de grasa (Crespo y Esteve-García 2001; Crespo y Esteve-García 2003; Choi *et al.* 2010), todo con el fin de disminuir no solo la grasa abdominal, sino también, disminuir la grasa presente en la piel y aumentar la grasa en pechuga (Xu *et al.* 2003) lo que ha proporcionado un mejor sabor a dicho músculo. En contraste con todas estas investigaciones, una publica-

ción reciente donde se evaluaron diferentes niveles de *Ginkgo biloba* encontró valores de triglicéridos aproximadamente de 125 mg/dL en la línea de pollo Arbor Acres (Cao *et al.* 2012), valores que son comunes en gallinas ponedoras.

Los niveles de colesterol HDL se estimaron con el método enzimático colorimétrico (directo a base de detergente y DSBmT), el cual ha sido evaluado junto con otros métodos directos o también conocidos como homogéneos, los cuales se caracterizan por permanecer inalterados en concentraciones superiores a 400 mg/dL de triglicéridos (estudios realizados en humanos) (Warnick *et al.* 2001). Además, el inserto de los laboratorios BioSystems dice que aceptan muestras con triglicéridos hasta de 3000 mg/dL. En el presente estudio, los niveles séricos del colesterol HDL, se evaluaron tanto en pollos como en gallinas, y como en estas últimas los niveles de los triglicéridos llegaron hasta 1398 mg/dL, se considera que el método de cuantificación fue el adecuado. Los resultados arrojados también mostraron diferencias significativas entre pollos y gallinas ($P < 0,05$), siendo menor la cantidad de C-HDL en las gallinas ponedoras, lo que confirma lo anunciado por Hermier *et al.* (1989b), quienes afirmaron que los estrógenos afectan la composición y la cantidad de las lipoproteínas de alta densidad.

El colesterol total ha sido extensamente analizado cuando se evalúa el perfil lipídico tanto en pollos (Musa *et al.* 2007) como en gallinas ponedoras (Chowdhury *et al.* 2005) de diferentes líneas comerciales; aunque los niveles de colesterol en los diferentes trabajos parece variar entre machos y hembras, esto puede deberse a la metodología utilizada. Al comparar los niveles de colesterol total, evaluados por el método enzimático-colorimétrico, en los pollos de engorde de la línea Cobb 500

y gallinas ponedoras de la línea Hy-Line W-36, no se observaron diferencias significativas entre medias ($P > 0,05$) (Tabla 3), mostrando que a pesar de las diferencias morfofisiológicas entre estos dos tipos de aves los niveles séricos pueden coincidir, lo cual puede ser debido a que a pesar de las grandes cantidades de VLDL de las gallinas ponedoras, éstas tienen grandes porcentajes de triglicéridos y bajos porcentajes de colesterol en su composición (Hermier *et al.* 1989b).

Los niveles de colesterol LDL se evaluaron por el método directo a base de detergentes y DSBmT; se debe tener en cuenta que dicho método al igual que en las HDL se caracteriza por permanecer inalterado ante las altas concentraciones de triglicéridos en la sangre (Nauck *et al.* 2002), por lo tanto, se decidió utilizar este método en los dos tipos de aves y se encontró que hubo valores similares entre pollos y gallinas (Tabla 3). En estudios realizados en gallinas ponedoras las VLDL que hacen el metabolismo conocido de los lípidos, donde pierden triglicéridos para formar las LDL gracias a la acción de la lipoproteína lipasa, se ha confirmado que son de mayor tamaño, pero menores en cantidad que las que entran en la yema de huevo (Walzem *et al.* 1999); por lo tanto, sería lógico esperar que los niveles de las LPL fueran similares entre machos y hembras a pesar de sus diferencias productivas, sin embargo, en los diversos trabajos realizados tanto en machos (Cao *et al.* 2012) como en hembras (Salma *et al.* 2007; Yin *et al.* 2008) los resultados son muy diferentes, aunque la razón de la diferencia puede ser el método de evaluación del colesterol de las lipoproteínas, pues métodos posibles en pollos de engorde no son factibles en gallinas ponedoras debido a la gran cantidad de triglicéridos que hay en la sangre de estas.

CONCLUSIONES

Los pollos de engorde y las gallinas ponedoras presentan grandes diferencias en el metabolismo de los lípidos, tales como la alteración de los niveles séricos de triglicéridos en las gallinas ponedoras de hasta 40 veces más que en los machos; además, presentan un rango muy amplio de los datos, probablemente debido a la particularidad de cada gallina en la captación de lipoproteínas de muy baja densidad por los oocitos; también, se presenta alteración en la concentración del colesterol de las lipoproteínas de alta densidad, pero en este caso disminuyendo significativamente sus valores comparado con los pollos. Contrario a los que se esperaba, los niveles de colesterol total y colesterol de las lipoproteínas de baja densidad no presentaron diferencias significativas entre medias, mostrando que a pesar de todas las diferencias productivas (carne y huevo), en edad (35 días y 26 semanas de edad) y en sexo (machos y hembras), las aves presentan valores similares en estas dos variables.

Agradecimientos

A la universidad de Caldas por prestar las instalaciones de la granja Montelindo, donde se alojaron las gallinas, al doctor Luis Fernando Uribe por la colaboración en la gestión para adquirir los recursos económicos del trabajo.

REFERENCIAS

Cao FL, Zhang XH, Yu WW, Zhao LG, Wang T. 2012. Effect of feeding fermented Ginkgo biloba leaves on growth performance, meat quality, and lipid metabolism in broilers. *Poult Sci.* 91(5): 1210-1212. Doi: 10.3382/ps.2011-01886.

Chen KL, Chi WT, Chiou PWS. 2005. Caponization and testosterone implantation effects on blood lipid and lipoprotein profile in male chick-

ens. *Poult Sci.* 84(4): 547-552. Doi: 10.1093/ps/84.4.547.

- Choi IH, Park WY, Kim YJ. 2010. Effects of dietary garlic powder and α -tocopherol supplementation on performance, serum cholesterol levels, and meat quality of chicken. *Poult Sci.* 89(8): 1724-1731. Doi: 10.3382/ps.2009-00052.
- Chowdhury SR, Sarker DK, Chowdhury SD, Smith TK, Roy PK, Wahid MA. 2005. Effects of dietary tamarind on cholesterol metabolism in laying hens. *Poult Sci.* 84(1): 56-60. Doi: 10.1093/ps/84.1.56.
- Cobb-Vantress. 2008. Cobb 500TM broiler performance & nutrition supplement [Internet]. USA: Cobb; [citado 2011 dic. 18]. Disponible en: <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/5a171aa0-6994-11e8-9f14-bdc382f-8d47e>.
- Crespo N, Esteve-García E. 2001. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poult Sci.* 80: 71-78. Doi: 10.1093/ps/80.1.71.
- Crespo N, Esteve-García E. 2003. Polyunsaturated fatty acids reduce insulin and very low density lipoprotein levels in broiler chickens. *Poult Sci.* 82(7): 1134-1139. Doi: 10.1093/ps/82.7.1134.
- Fraser R, Heslop VR, Murray FEM, Day WA. 1986. Ultrastructural studies of the portal transport of fat in chickens. *Br J Exp Pathol.* 67(6): 783-791. Doi: 10.1093/ps/67.6.783.
- Griffin H, Acamovic F, Guo K, Peddie J. 1989. Plasma lipoprotein metabolism in lean and in fat chickens produced by divergent selection for plasma very low density lipoprotein concentration. *J Lipid Res.* 30(8): 1243-1250.
- Griffin H, Hermier D. 1988. Plasma lipoprotein metabolism and fattening in poultry. En: Leclercq B, Whitehead CC, editores. *Leanness in Domestic Birds*. London (UK): Butterworths. p.175-201.
- Hermier D, Chapman J, Leclercq B. 1984. Plasma lipoprotein profile in fasted and refed chickens of two strains selected for high or low adiposity. *J Nutri.* 114(6): 1112-1121. Doi: 10.1093/jn/114.6.1112.
- Hermier D, Forgez P, Williams J, Chapman MJ. 1989a. Alterations in plasma lipoproteins and apolipoproteins associated with estrogen-induced hyperlipidemia in the laying hen. *Eur J Biochem.* 184(1): 109-118.

- Hermier D, Quignard-Boulangé A, Dugail I, Guy G, Salichon MR, Brigant L, Ardouin B, Leclercq B. 1989b. Evidence of enhanced storage capacity in adipose tissue of genetically fat chickens. *J Nutri* 119(10): 1369-1375. Doi: 10.1093/jn/119.10.1369.
- Hermier D. 1997. Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. *J Nutri*. 127(5Suppl): 805S-808S. Doi: 10.1093/jn/127.5.805S.
- Kudzman DJ, Claire F, DeLallo L, Friedberg SJ. 1975. Mechanism of avian estrogen-induced hypertriglyceridemia: evidence for overproduction of triglyceride. *J Lipid Res*. 16(2): 123-133.
- Lohmann-Tierzucht. 2007. Lohmann Brown-Classic Layers. Management guide Cage Housing [Internet]. Germany: Lohmann Tierzucht GMBH; [citado 2011 dic. 17]. Disponible en: <https://www.ltz.de/de-wAssets/docs/management-guides/en/Cage/Brown/LTZ-Management-Guide-LB-Classic-EN.pdf>.
- Musa HH, Chen GH, Cheng JH, Yousif GM. 2007. Relation between abdominal fat and serum Cholesterol, Triglycerides, and lipoprotein concentration in chicken Breeds. *Turk J Vet Anim Sci*. 31(6): 375-379.
- Musa HH, Chen GH, Wang KH, Li BC, Mekki DM, Shu JT, Ju HP. 2006. Relation between serum cholesterol level, lipoprotein concentration and carcass characteristics in genetically lean and fat chicken breeds. *J Biol Sci*. 6(3): 616-620. Doi: 10.3923/jbs.2006.616.620.
- Nauck M, Russell WG, Rifai N. 2002. Methods for Measurement of LDL-Cholesterol: A Critical Assessment of Direct Measurement by Homogeneous Assays versus Calculation. *Clin Chem*. 48(2): 236-254.
- Osorio JH, Flórez JD. 2011. Diferencias bioquímicas y fisiológicas en el metabolismo de lipoproteínas de aves comerciales. *Biosalud*. 10(1): 88-89.
- Salma U, Miah AG, Tareq KMA, Maki T, Tsujii H. 2007. Effect of dietary *Rhodobacter capsulatus* on egg-Yolk cholesterol and laying hen performance. *Poult Sci*. 86(4): 714-719. Doi: 10.1093/ps/86.4.714.
- Victoria JM, León L, Velázquez V. 2013. Manual de Prácticas de Laboratorio de Inmunología. 1° ed. Toluca (MX): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- Walzem RL, Hansen RJ, Williams DL, Hamilton RL. 1999. Estrogen induction of VLDL Assembly in Egg-Laying hens. *J Nutri*. 129(2): 467S-472S. Doi: 10.1093/jn/129.2.467S.
- Warnick GR, Nauck M, Rifai N. 2001. Evolution of methods for measurement of HDL-cholesterol: from ultracentrifugation to homogeneous assays. *Clin Chem*. 47(9): 1579-1596.
- Xu ZR, Wang MQ, Mao HX, Zhan XA, Hu CH. 2003. Effects of L-carnitine on growth performance, carcass composition, and metabolism of lipids in male broilers. *Poult Sci*. 82(3): 408-413. Doi: 10.1093/ps/82.3.408.
- Yin JD, Shang XG, Li DF, Wang FL, Guan YF, Wang ZY. 2008. Effects of dietary conjugated linoleic acid on the fatty acid profile and cholesterol content of egg yolks from different breeds of layers. *Poult Sci*. 87(2): 284-290. Doi: 10.3382/ps.2007-00220.
- Yue HY, Wang J, Qi XL, Ji F, Liu MF, Wu SG, Zhang HJ, Qi GH. 2011. Effects of dietary oxidized oil on laying performance, lipid metabolism, and apolipoprotein gene expression in laying hens. *Poult Sci*. 90(8): 1728-1736. Doi: 10.3382/ps.2011-01354.

Article citation

Osorio JH, Flores JD. 2018. Comparación de lípidos sanguíneos entre pollos de engorde y gallinas ponedoras. [Blood lipid comparison between broilers and laying hens]. *Rev Med Vet Zoot*. 64(1): 22-35. Doi: 10.15446/rfmvz.v65n1.72021.