
COMPARACIÓN DE PERFIL LIPÍDICO POR SEXO Y EDAD EN BOVINOS

José Henry Osorio¹
Jazmín Vinazco²
Jorge Enrique Pérez³

RESUMEN

Objetivo: comparar el perfil lipídico de bovinos según género y edad en los diferentes estados de desarrollo. **Materiales y métodos:** se tomaron 192 muestras de sangre de bovinos cruzados de algunas localidades de los municipios de Caldas y Risaralda, en estado de ayuno y diferenciados por género y edad (49 machos y 49 hembras menores de 18 meses y 44 machos y 50 hembras mayores de 24 meses). Se determinaron los niveles de triglicéridos, 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. **Resultados:** según la edad, en el grupo de animales adultos existe diferencia significativa para los niveles de C-LDL, encontrándose más elevado en las hembras; en los jóvenes existe diferencia estadísticamente significativa para el C-HDL, que igualmente se encuentra más elevado en hembras; según el género, ambos sexos tienen una diferencia significativa en los niveles de CT, siendo las hembras adultas la que reportan los niveles más altos; entre los machos se encuentra significativamente elevado el C-HDL en adultos y entre las hembras se encuentran significativamente elevados los valores de C-LDL en adultas, confirmando los resultados

obtenidos en el grupo de animales adultos. Los valores de triglicéridos y del C-VLDL no mostraron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los grupos, ya que el p-valor siempre fue $>0,05$ analizado con un nivel de confianza del 95%. **Conclusión:** dadas las diferencias en las comparaciones entre grupos para el perfil lipídico en bovinos, pueden ser considerados cuatro perfiles lipídicos, así: machos adultos, hembras adultas, machos jóvenes y hembras jóvenes, siendo los animales adultos los que tienen más altos los niveles de CT y C-LDL para hembras y C-HDL para machos.

Palabras clave: lípidos, metabolismo, bovinos.

COMPARISON OF LIPID PROFILE BY SEX AND AGE IN CATTLE

ABSTRACT

Objective: to compare the lipid profile by gender and age in cattle at different stages of development. **Materials and Methods:** blood samples from 192 crossbred cattle from some areas of the municipalities of Caldas and Risaralda were taken, in the fasting state, differentiated by gender and age (49 males and 49 females aged under 18 months and 44 males and 50 females over 24 months). Levels of total cholesterol (TC), triglycerides,

¹ Laboratorio de Bioquímica Clínica y Patología Molecular, Departamento de Ciencias Básicas de la Salud, Universidad de Caldas. Correo electrónico: jose.osorio_o@ucaldas.edu.co

² Departamento de Salud Animal, Universidad de Caldas.

³ Laboratorio de Microbiología, Departamento de Ciencias Básicas de la Salud, Universidad de Caldas.

and high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) 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 the Friedewald equation. **Results:** by age, in the group of adult animals, there exists significant difference for LDL-C levels, being higher in females; in the young animals group there is significant difference in HDL-C levels, which is also higher in females; by gender, both sexes have a significant difference in total cholesterol levels, being adult females the ones reporting higher levels; among males the HDL-C is significantly higher in adults and among females the LDL-C

values in adults are significantly elevated, confirming the results obtained in the group of adult animals. Triglycerides and VLDL values showed no statistically significant differences in either group since the p-value was always >0.05 analyzed with a confidence level of 95%. **Conclusion:** given the differences in the group comparisons between groups for the bovines lipid profile, four lipid profile groups can be considered as follows: adult males, adult females, young males and young females, being adult animals the ones having higher levels of TC and LDL-C for females and of HDL-C for males.

Key words: lipids, metabolism, cattle.

INTRODUCCIÓN

La diferencia existente entre bovinos y monogástricos es dada no solo por su anatomía, sino por sus funciones fisiológicas, ya que estas generan reacciones bioquímicas distintas debido a la presencia de bacterias y flora ruminal (1). Es así como el metabolismo y la biosíntesis de los lípidos se da mediante la fermentación, de la cual el resultado son los ácidos grasos volátiles (AGV). Sin embargo, se pueden presentar lípidos de sobrepaso, que son lípidos que llegan intactos al intestino porque pasan de largo y escapan de la digestión microbiana ruminal (2).

Luego de ser transformados y absorbidos por el tracto intestinal, los lípidos llegan al hígado, para finalmente ir a la circulación unidos a lipoproteínas plasmáticas y así llegar a los tejidos periféricos (3,4). Allí, los ácidos grasos en forma de triacilgliceroles representan la principal fuente energética y de almacenamiento calórico de los bovinos. Igualmente, las grasas funcionan como componentes estructurales de membranas biológicas y precursores de hormonas, ácidos biliares y vitaminas (5).

Encontramos entonces que los AGV (acético, propionico y butírico) son utilizados por el organismo para obtener energía en forma de ATP, siendo el ácido acético el único ácido graso volátil que presenta cantidades significativas en la sangre (6,7).

La cantidad de ácidos grasos consumidos está directamente relacionada con la síntesis de grasa ruminal (7), ya que la fermentación ruminal se puede modificar con los cambios dietarios y aumentar la producción de AGV en diferentes niveles según su base forrajera (8). Vemos así que el aumento de consumo energético no solo altera el nivel de lipoproteínas, sino que también genera un incremento en los niveles de triglicéridos y colesterol (9). Por lo tanto, es importante la determinación de los niveles de colesterol sérico, ya que sus altos valores no solo son resultado de las diferentes clases y concentraciones de grasas en la dieta y el tiempo durante el cual se suministra la suplementación, sino también por su estado tanto productivo como reproductivo (1). En este último los efectos de la gestación y lactancia hacen que el colesterol LDL y HDL modifique sus niveles de acuerdo con las necesidades

fisiológicas del bovino, debido a que la mayor parte de los lípidos plasmáticos en esta especie son transportados en forma de HDL (10), y al momento del parto estos valores disminuyen para luego alcanzar su valor máximo en la lactancia tardía (11,12).

En cuanto a los niveles de LDL, estos aumentan gradualmente durante la gestación y en el periodo final disminuyen dichas concentraciones (13). La movilización de lípidos en el momento de una necesidad energética es dada por ácidos grasos no esterificados (AGNES) que salen del adipocito y llegan al hígado para ser utilizados; en este último continuamente se encuentran lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), para finalmente distribuir las fracciones lipídicas hacia el organismo (7), las cuales, luego de estar en los tejidos, se convierten en LDL y HDL, cumpliendo las funciones vitales del organismo (14).

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron obtenidas 192 muestras de sangre de bovinos cruzados con *Bos indicus* y *Bos Tauros* de algunas localidades de los departamentos de Caldas y Risaralda (municipios de Supía, Santágueda, Arauca, Quinchía y Cartago). Los predios seleccionados manejan un sistema semi-intensivo y los animales se dejaron en estado de ayuno para realizar la toma de la muestra, con un adecuado plan sanitario (desparasitados y con vacunas al día) y una condición corporal entre 3 y 4 (escala de 1 a 5). Estas muestras fueron clasificadas en 4 grupos diferenciados por género y edad: 49 machos menores de 18 meses de edad y 44 machos mayores de 24 meses de edad; 49 hembras menores de 18 meses de edad y 50 hembras mayores de 24 meses de edad, sin incluir en el estudio hembras preñadas.

La toma de las muestras de sangre se realizó en las horas de la mañana mediante venopunción en la yugular, se refrigeraron las muestras

mientras se llevaban al laboratorio para luego ser procesadas, se centrifugaron a 3500 rpm en una centrifuga Thermo de serie IEC CL31 Multispeed (Thermo Electron Corporation de la casa de la UPS E.U/Canada) durante 5 minutos y, posteriormente, fue extraído el suero. 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 de Reactivo TG Ref 11529 (Pipes 35mmol/L, colato sódico 0,5mmol/L, fenol 28mmol/L, colesterol esterasa >0,2U/mL, colesterol oxidasa >0,1U/mL, peroxidasa >0,8U/mL, 4-AA 0,5mmol/L, pH 7,0).

Se agitó bien la mezcla y se dejó 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 el CT de la muestra y se cuantificó espectrofotométricamente. Se determinaron los TG en suero, utilizando 10µL de la muestra y 1mL de Reactivo de Col Ref 11506 (Pipes 45mmol/L, 4-clorofenol 6mmol/L, cloruro magnésico 5mmol/L, lipasa >100U/mL, glicerol-quinasa >1,5U/mL, glicerol-3P-oxidasa >4U/mL, peroxidasa >0,8U/mL, 4-AA 0,75mmol/L, ATP 0,9mmol/L, pH 7,0).

Se agitó bien la mezcla y se dejó 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.

La quinonaimina es proporcional a la concentración de los TG. Para determinar la concentración del C-HDL se usó 1 mL de reactivo Col HDL Ref 11649 (Fosfotungstato 0,4 mmol/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 recogió con cuidado 100µL del sobrenadante, depositándolo en otro tubo de ensayo, se mezcló con 1mL de reactivo Col Ref 11506 y se incubó por 10 minutos al baño maría a 37°C en un equipo Mermert (Mermert GmbH+GCo.KG, Postfach/Alemania).

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, siendo este producto proporcional al C-HDL de la muestra, que se cuantificó espectrofotométricamente (15,16,17). Los valores de C-LDL fueron calculados mediante la siguiente fórmula: $C\text{-LDL} = C\text{-total} - (C\text{-HDL} + C\text{-VLDL})$. El C-VLDL fue calculado por la división de los triglicéridos entre 5 (TAG/5) (18). 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, se obtuvo el cálculo del promedio, la varianza y la desviación estándar para la cuantificación 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 diferentes grupos por medio de un análisis de varianza usando el PROG STATGRAPHICS Plus 5.1 en donde se aceptaron diferencias estadísticamente significativas cuando $P < 0,05$.

RESULTADOS

Luego de realizado el análisis estadístico entre los cuatro grupos, se observó que según la edad, en el grupo de animales adultos existe diferencia estadísticamente significativa para los niveles de colesterol LDL, ya que p-valor fue $< 0,05$ (0,0005), encontrándose más elevado en hembras (Tabla 1); en el grupo de los jóvenes la diferencia se presentó para los niveles de colesterol HDL con un p-valor de 0,0401 y estos niveles, igualmente, se encuentran más elevados en las hembras (Tabla 2). Los resultados obtenidos de la comparación por género muestran que ambos sexos tienen una diferencia significativa en los niveles de CT, hallando un p-valor para los machos de 0,0020 y para las hembras de 0,0007; además, se encontró nuevamente que son las hembras adultas las que reportan el valor máximo (Tablas 3 y 4). En contraste, tenemos que entre los machos también existe diferencia significativa para el colesterol HDL con un p-valor de 0,0002, siendo los adultos los que tienen los niveles más elevados (Tabla 3). Entre las hembras también hay diferencia en el colesterol LDL, ya que el p-valor fue 0,05 (0,0000), lo que confirma los resultados obtenidos en el grupo de animales adultos (Tabla 4). Los valores de triglicéridos y del C-VLDL no mostraron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los grupos, ya que el p-valor siempre fue $> 0,05$ analizado con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 1. Valores de lípidos entre adultos.

Parámetro	HEMBRAS ADULTAS		MACHOS ADULTOS		P-valor	Co. F
	Media	De	Media	De		
C - Total	151,583	32,425	140,035	29,494	0,0756	3,23
TG	20,880	29,624	140,035	29,493	0,4660	0,54
C-HDL	94,938	16,123	101,228	17,117	0,0699	3,36
C-VLDL	4,176	5,925	3,433	3,402	0,4660	0,54
C-LDL *	52,469	22,415	35,374	23,518	0,0005	13,00

* Indica diferencia estadísticamente significativa con P valor < 0,05.

Co. F: coeficiente F; 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	Co. F
	Media	De	Media	De		
C - Total	128,171	33,959	117,286	38,226	0,1394	2,22
TG	20,005	17,790	27,491	33,983	0,1751	1,87
C-HDL *	92,347	22,227	81,224	30,062	0,0401	4,33
C-VLDL	4,001	3,558	5,498	6,796	0,1751	1,87
C-LDLw	31,823	16,460	30,563	18,390	0,7216	0,13

* Indica diferencia estadísticamente significativa con P valor < 0,05.

Co. F: coeficiente F; 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 machos.

Parámetro	MACHOS JÓVENES		MACHOS ADULTOS		P-valor	Co. F
	Media	De	Media	De		
C - Total *	117,286	38,226	140,035	29,494	0,0020	10,15
TG	27,491	33,983	140,035	29,493	0,0720	3,31
C-HDL *	81,224	30,062	101,228	17,117	0,0002	15,08
C-VLDL	5,498	6,796	3,433	3,402	0,0720	3,31
C-LDL	30,563	18,390	35,374	23,518	0,2723	1,22

* Indica diferencia estadísticamente significativa con P valor < 0,05.

Co. F: coeficiente F; 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 hembras.

Parámetro	HEMBRAS JÓVENES		HEMBRAS ADULTAS		P-valor	Co. F
	Media	De	Media	De		
C - Total *	128,171	33,959	151,583	32,425	0,0007	12,31
TG	20,005	17,790	20,880	29,624	0,8593	0,03
C-HDL	92,347	22,227	94,938	16,123	0,5061	0,45
C-VLDL	4,001	3,558	4,176	5,925	0,8593	0,03
C-LDL *	31,823	16,460	52,469	22,415	0,0000	27,20

* Indica diferencia estadísticamente significativa con P valor < 0,05.

Co. F: coeficiente F; 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.

DISCUSIÓN

Las variaciones del perfil lipídico en los diferentes grupos estudiados nos permite establecer las comparaciones para cada metabolito, según los valores reportados como referencia para la población. Encontramos entonces que los valores de CT son más altos en hembras que en machos sin discriminación de edad, lo cual concuerda con los resultados reportados por Villa N.A *et al.*, 2009 (19); por el contrario, los valores encontrados para la variable edad en dicho estudio muestran que el colesterol tiene niveles más altos en jóvenes mientras que en este estudio se encontraron los valores más altos en grupo adulto. Así mismo, el Colesterol HDL presentó diferencia significativa según edad, lo cual no comparte los resultados descritos por dicho autor; sin embargo, se ajustan a lo descrito por Ochoa y Marchello (20) cuando expresan que los machos tienen un menor nivel de C-HDL comparado con las hembras.

La mayoría de los estudios se han relacionado con los diferentes estados del desarrollo animal, como son la nutrición y el estado reproductivo, encontrando que en hembras post-parto se incrementan los valores de perfil lipídico especialmente triglicéridos y colesterol (21,22), así como lo indican los resultados expuestos por Tainturier *et al.* (23), en donde se reportan altos niveles de colesterol, mas no en triglicéridos. Estos incrementos se relacionan con el esfuerzo fisiológico que realiza la vaca al inicio de la lactancia, el desbalance energético que la caracteriza y la recuperación posparto que requiere una mayor demanda energética para sostenerla (21).

Otros estudios realizados durante este periodo (24, 25) mostraron igualmente relaciones significativas de CT, C-LDL y C-HDL, mientras las VLDL y los triglicéridos no presentaron ninguna variación, lo que puede limitar la adecuada movilización y distribución de las reservas corporales hasta el hígado y desde este

a los demás órganos, puesto que los triglicéridos como indicadores de la disponibilidad energética aumentan conforme disminuye el déficit energético (26). Confirmamos entonces en esta investigación que las concentraciones plasmáticas de triglicéridos y VLDL no mostraron diferencia significativa, aunque según Van Den Top (27) este último se aumenta cuando el animal se acerca a un balance energético positivo como consecuencia de un mayor consumo de nutrientes y de menores gastos energéticos para la producción.

Por otro lado, los cambios en la composición de las lipoproteínas pueden estar asociados con mecanismos fisiológicos relacionados con los cambios en la dieta a los cuales se ven sometidos estos animales a medida que crecen y se desarrollan (19). Toma mayor importancia el colesterol total, ya que este se ve aumentado por un incremento de la biosíntesis hepática cuando se suministra mucha energía o se genera un aporte extra de fibra (28). Podemos afirmar entonces que el nivel de colesterol plasmático es un buen indicador del estado nutricional y metabólico. Con el objetivo de tener más conocimiento sobre estas variaciones se deben realizar más estudios en los grupos jóvenes, ya que son pocas las exposiciones relacionadas con estos; igualmente, para los bovinos pertenecientes a la especie *B. indicus* los valores de referencia señalados por la literatura son escasos en comparación con los reportes para *B. taurus* (29).

Por lo pronto, este estudio busca obtener una aproximación representativa de los valores para diferentes metabolitos en las poblaciones de interés y así poder evaluar el estado nutricional y metabólico, así como de salud de dichos animales (30). Finalmente, a pesar de que los reportes señalados son de estudios realizados con otras especies o razas bovinas y bajo otras condiciones de manejo, no se pueden comparar directamente, pero los valores obtenidos en este estudio coinciden con los reportados por las diferentes investigaciones, aunque hay

José Henry Osorio, Jazmín Vinazco, Jorge Enrique Pérez

algunas diferencias en el intervalo de confianza considerado normal para cada metabolito (21).

CONCLUSIÓN

Dadas las diferencias en las comparaciones entre grupos para el perfil lipídico en bovinos,

pueden ser considerados cuatro perfiles lipídicos, así: machos adultos, hembras adultas, machos jóvenes y hembras jóvenes; lo que indica que los niveles de CT y C-LDL están más elevados en hembras adultas, los niveles de C-HDL son más altos en machos adultos y los niveles de triglicéridos y colesterol VLDL no varían según sexo ni edad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Escobar Rivera ME. Valores bioquímicos sanguíneos relacionados con la nutrición en ganado brahman bajo condiciones de estabulación en Colombia. L.I. Universidad de Caldas; 2006. p. 454-7.
2. Nava Cuellar C, Díaz Cruz A. Introducción a la Digestión Ruminal. México: UNAM; 2001. Disponible en: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest_ruminal.htm [Consultado el 29 de junio de 2009].
3. Sommer H. The role of the metabolic profile test in the control of cattle feeding, Magyar Állatorvosok Lapja. Memorias del Segundo Seminario Internacional en reproducción y metabolismo de la vaca lechera. Manizales: Universidad de Caldas; 1999. p. 714-7.
4. Lehninger AL. Las fases moleculares de la estructura y función celular. Bacerlona: Ediciones Omega; 1982.
5. Newsholme EA, Leech AR. Bioquímica médica. Madrid, España: Interamericana- McGraw-Hill; 1986.
6. Ríos Roque F, Rodas Herrera MA, Infante Silva F, Sena Pineda YM. Bioquímica, "Ciclo de krebs y Glucolisis". Ediciones Q.F.B Emilse Concepción. Univ. Autónoma de Chapas 2009; 2:15.
7. Juárez Lagunés FI. Biohidrogenación ruminal. Fac. Med Vet y Zoot. México. Memorias 2004; 54-61. Disponible en: http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse1/documents/2_principios.ppt [Consultado el 18 de marzo de 2010].
7. Murray RK, Mayes PA, Granner DK, Rodwell VW. Bioquímica de Harper. Panorama del metabolismo intermedio. México: Editorial el Mundo Moderno; 2000. p. 144-5.
8. Relling AE, Mattioli GA. Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. Argentina: U.N.L.P. Editorial Eulp; 2003. p. 23-55.
9. Rayssiguier Y, Mazur A, Gueux E. Plasma lipoprotein and fatty liver in dairy cows. Res Vet Sci 1988; 45:389-93.
10. Basoglu A, Sevinc M, Gokcen M. Peri and postparturient concentrations of lipid lipoprotein insulin and glucose in normal dairy cows. Turk Vet ve Hay Derg 1998; 22: 141-4.
11. Bauchart D. Lipid absorption and transport in Rumiantes. J Dairy Sci 1993; 76:3864-81.
12. Rayssiguier Y, Mazur A, Gueux E. Plasma lipoprotein and fatty liver in dairy cows. Res Vet Sci 1988; 45: 389-93.
13. Puppione DL. Implications of unique features of blood lipid transport in the lactating cow. J Dairy Sci 1978; 61: 651-9.

14. National Cholesterol Education Program Expert Panel. Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and treatment of High Blood Cholesterol in Adults (ATP III). NIH Publication. Bethesda: National Heart, Lung, and Blood Institute; 2001.
16. Yung DS. Effects of drugs on clinical laboratory tests. 4th ed. AACCC Press; 1995.
17. Tietz NW. Clinical guide to laboratory tests, 2nd ed. Saunders Co; 1991.
18. Friedewald W, Levy R, Fredrickson D. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18(6):499-502.
19. Villa NA, Mesa H, Gómez G, Ceballos A. Herramientas para diagnosticar los riesgos de la sobrealimentación en ganado brahmán de exposición. Sitio argentino de producción animal. Asocebu, Colombia, 2009; 1-5. Disponible en: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cabana/09-sobrealimentacion.pdf [Consultado el 30 de octubre de 2011].
20. Ochoa MF, Marchello JA. Bovine lipoprotein and apolipoprotein profiles influenced by sex and growth. *J Anim Sci* 1991; 69: 4030-8.
21. Ramírez Iglesia LN, Soto Belloto E, Morillo JD, Díaz de Ramírez A. Hematología y perfiles metabólicos en hembras peripartorientas con predominancia racial carora. *Unellez de ciencia y tecnología* 2001; Vol. especial: 73-78.
22. Sawadogo GJ, Oumarou AA, Sene M, Diop M. Effects of poor pasture conditions and type of feeding on some biochemical values of Gobra zebu in Senegal. *British Veterinary Journal* 1991; 147:538-44.
23. Tainturier D. Variations in blood composition in dairy cows during pregnancy and after calving. *Res Vet Sci* 1984; 37:129-31.
24. Henao Restrepo G, Galviz Goez RD, Cardona Bermúdez LM, Castro Henao NM. Relación entre pérdida de peso, perfil lipídico, y concentraciones plasmáticas de leptina en vacas cebu primerizas. *Rev Fac Nal Agr Medellín* 2010; 63(2): 5595-605.
25. Scaglione MC. Variaciones cronobiológicas de parámetros sanguíneos en bovinos. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Colombia, 2006; 53-54.
26. Grummer RR. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *J Dairy Sci* 1993; 76(12):3882-96.
27. Van Den Top AM, Geelen MJ, Wensing TH, Wentink GH, Vant Klooster A, Beynen AC. Higher postpartum hepatic triacylglycerol concentration in dairy cows with free rather than restricted access to feed during dry period are associated with lower activities of hepatic glycerolphosphate acyl transferase. *J Nutr* 1996; 126(1):76-85.
28. Coppo NB, Coppo JA, Revidatti MA, Navamuel JM, Foranelli SA. Erythrogram modifications on half-bred zebu heifers supplemented with citrus pulp. *Rev Vet* 2003; 12/13: 6-9.
29. Villa NA, Ceballos A, Cerón D, Serna CA. Valores bioquímicos sanguíneos en hembras brahmán bajo condiciones de pastoreo. *Pesq Agropec Bras* 1999; 34(12):2339-43.
30. Rowlands GJ, Pocock RM. Statistical basis of the Compton metabolic profile test. *Vet Rec* 1976; 98:333-8.