

Contenido de colesterol en el músculo *longissimus* de bovinos venezolanos

Nelson Huerta Leidenz¹, Jorge L. Ruíz Ramírez², Lilia Arenas Moreno¹, Nancy Jerez Timaure¹, Enrique Márquez², y Beatriz Muñoz²

Universidad del Zulia. Maracaibo, Edo. Zulia

RESUMEN. Se seleccionó una muestra de 149 bovinos sacrificados en un matadero venezolano. Después de la evaluación y clasificación de las canales, se tomaron bistés del solomo, con el objeto de estudiar el efecto de la clase de animal, por su condición sexual (62 toros, 67 novillos, 20 novillas), la edad dentaria (2.5, 3.0, 3.5, 4.0 años), el tipo racial (17 mestizos lecheros y 132 mestizos Cebú), madurez fisiológica (A o B), categoría oficial en canal (Optima, Excelente, Selecta o Superior), marmoleo (cuatro niveles desde «Nada» hasta «Pequeña cantidad»), grado de acabado («Uniforme», «Desuniforme», «En parches» y «Desprovisto») y el espesor de grasa de cobertura del solomo (1=0,1 - 0,2 cm; 2=0,3-0,4 cm; 3=0,5-0,9 cm and 4=>1,0 cm) sobre la concentración (mg/100 g de tejido fresco) de colesterol, determinada colorimétricamente, del músculo *longissimus dorsi*. La edad o madurez, la condición sexual, la clasificación de la canal, el nivel de marmoleo, el grado de acabado o el espesor de la grasa de cobertura sobre el solomo no tuvieron efecto significativo sobre el contenido de colesterol del *longissimus*. Sin embargo, los mestizos lecheros superaron a los mestizos Cebú en 12,2 mg/100 g de colesterol muscular (P=0,08). La media general de la muestra y su dispersión (66,6 ± 16 mg/100 g) no muestran valores distintos a los obtenidos con ganado igual o mejor cebado en otras latitudes.

SUMMARY. Cholesterol content of beef *longissimus* from slaughter cattle of Venezuela. An observational study was conducted with 149 cattle, raised under tropical conditions of Venezuela (mostly grassfed), to study the relationships of sex class (62 bulls, 67 steers, 20 heifers), age by dentition (2.5; 3.0; 3.5 and 4.0 yr), physiological maturity (A or B), cattle type (17 Dairy or 132 Zebu type crossbreds), Venezuelan carcass grade (Optima, Excelente, Selecta or Superior), marbling level (four levels from «None» to «Small quantity»), carcass fat cover (four level: «Even», «Uneven», «patch-like» and «Devoid») and subcutaneous fat thickness (SFT) over the ribeye (1= 0.1-0.2 cm; 2= 0.3-0.4 cm; 3= 0.5-0.9 cm and 4=>1.0 cm) on cholesterol content (mg/100 g wet weight) of *longissimus* muscle. Cholesterol content, as determined colorimetrically, did not vary in response to the differences in sex class, age, maturity level, carcass grade, marbling level or SFT represented in the present survey. However, cattle type affected (P=0.08) cholesterol content. Least square means analysis showed that dairy type contained 12.2 mg more of cholesterol/100 g of muscle than Zebu type. The overall mean (±SD) muscle cholesterol for the kind of cattle sampled herein (66.6 ± 16 mg/100 g) was not considered to be different from those of cattle fed in other latitudes.

INTRODUCCION

Desde una cuarta parte hasta un tercio del total diario de colesterol disponible por habitante en Venezuela, lo han venido aportando, en conjunto, las carnes de bovino, pollo y porcino en el período 1970-1992 (1). Para 1990, se estimó que el aporte diario de colesterol a los usuarios venezolanos de la carne de bovino sin procesar (molida y en cortes) fue de 40 mg (2). A las carnes rojas, especialmente del bovino, se les atribuye un contenido importante de colesterol, cuya ingestión se vincula a los niveles elevados de colesterol sérico y por ende, con las enfermedades cardiovasculares; cuestión de mucha controversia (3). Mucho de lo que se sabe acerca del contenido de colesterol en carnes de bovino, se basa, principalmente, en datos obtenidos con ganado gordo de países no tropicales, predominando como patrón, el músculo *longissimus* (4-13). La literatura latinoamericana y en especial, la venezolana, es deficiente en estudios relacionados con este tópic y se ha recomendado abordarlos (14).

Labrador et al (15) reportaron el contenido de colesterol en algunos cortes de carne bovina sin conocer factores intrínsecos del animal que los derivaba, tales como edad o madurez, condición sexual, tipo racial, estado de gordura o, en su defecto, la clasificación

oficial en canal. Hasta su versión 1991 (16), la Tabla de Composición de Alimentos para Venezuela, clasifica la carne de acuerdo a un grado ambiguo de gordura («Magra», «Semigorda», etc.) y reporta su perfil nutritivo sin el colesterol. Ante la falta de información, muchos profesionales de la salud recomiendan la selección de cortes magros, por suponer un contenido bajo de colesterol (Gotera-Prado, Z., comunicación personal).

En el presente trabajo, a partir de ganado comercial venezolano, se analizan las posibles variaciones en el contenido de colesterol del músculo *longissimus*, debidas a factores intrínsecos y a la clasificación de la canal, examinando el estado de gordura corporal y engrasamiento muscular visible. De esta forma, se pretende conocer mejor el producto autóctono, compararlo con el producido en otras latitudes y actualizar la información de las tablas de composición de alimentos existentes.

MATERIALES Y METODOS

Caracterización y manejo de muestras: El grupo seleccionado para éste estudio estuvo constituido por 149 animales sacrificados en el Matadero Industrial Centro-Occidental ubicado en Barquisimeto, Estado Lara. Para estudiar el efecto de la condición sexual se utilizaron 62 toros (machos no castrados), 67 novillos (machos castrados), y 20 hembras, clasificadas como novillas. Los tipos raciales considerados fueron 17 mestizos Lecheros (predominio de Holstein, Pardo Suizo o animales de Doble Propósito sin

1 Facultad de Agronomía.

2 Facultad de Ciencias Veterinarias.

predominancia genética definida) y 132 mestizos Cebú (Predominio fenotípico de razas cebuinas) clasificados en los corrales del matadero, antes del sacrificio, por un médico veterinario adiestrado.

Después de la decapitación, se estimó la edad por la erupción y rasamiento de incisivos (17). Las edades dentarias fluctuaron entre 2,0 y 4,5 años y fueron agrupadas en 2,5; 3,0.; 3,5 y 4,0 años, pasando a formar los animales de 2 años el grupo de 2,5 años y los de 4,5 el grupo de 4 años.

A las 48 horas postmortem se procedió al cuarteto y evaluación de la canal para evidenciar la madurez fisiológica y el estado de gordura corporal. Las canales fueron clasificadas por el sistema de categorización de canales bovinas del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) (18). La madurez fisiológica fue determinada por el grado de osificación del esqueleto, el color y la textura muscular siguiendo las normas y procedimientos pertinentes (18-20). La gordura o engrasamiento corporal se efectuó por dos métodos. El primer método de carácter objetivo, consistió en la medición del espesor de la grasa de cobertura, es decir, el tejido adiposo subcutáneo, a nivel del 12° espacio intercostal sobre el área del músculo *longissimus*, como ha sido descrito por otros (19), utilizando una regla metálica milimetrada. El segundo método de carácter más subjetivo, consistió en la apreciación por técnicos entrenados, de la distribución o acabado de grasa de cobertura general de la canal, utilizando una escala descriptiva a tres niveles: 1= Uniforme; 2= Desuniforme; 3= En parches y 4= Desprovisto. También se observó el nivel de engrasamiento muscular por el grado de veteado o cantidad visible de grasa en el músculo, conocida en la industria como marmoleo, por su semejanza a las vetas del mármol (18,19). El marmoleo fue calificado con la ayuda de patrones fotográficos a color (19), utilizando la siguiente escala de puntuaciones: 1= Nada, 2= Prácticamente desprovisto, 3= Trazas y 4= Pequeña cantidad.

Después de las mediciones en canal, se procedió al desposte de la canal y al retiro de dos bistés de 2,5 cm de espesor, a partir del corte conocido como Solomo de Cuerito Delgado (21) en su porción caudal. Los bistés se empacaron al vacío para congelarlos en un túnel a -30 °C. Congelados fueron transferidos a una recipiente con hielo seco y enviados a la ciudad de Maracaibo (distante 4 h) donde fueron almacenados inmediatamente en cámaras de un frigorífico comercial (-20 °C). De allí fueron trasladados con hielo seco al laboratorio del Instituto de Investigaciones Agronómicas de La Universidad del Zulia (LUZ).

Previo al análisis, los bistés se colocaron en una refrigeradora durante 18 horas para su descongelación y al músculo crudo se le retiró totalmente la grasa de cobertura, es decir, el tejido adiposo subcutáneo. La idea era similar la porción de carne verdaderamente comestible, ya que se ha indicado que la mayoría de los consumidores retiran esta grasa de cobertura del músculo, antes o después de la cocción (2).

Análisis de colesterol: El contenido de colesterol fue determinado por triplicado para cada muestra. Para obtener el extracto lipídico, las muestras de carne magra fueron molidas en un procesador de alimentos (Picatodo marca Moulinex®). Se pesaron 10,0 g de muestra y ésta se mezcló en un homogeneizador (Virtis® Modelo 27625) por tres minutos con 250 ml de una solución de cloroformo metanol (2:1 V/V) siguiendo el procedimiento de Folch et al (22). El extracto de cloroformo se transfirió a tubos de ensayo de 50 ml con sobretapa de teflón que se almacenaron en un congelador a -20 °C.

Después de una semana, como máximo de almacenamiento, 3,0 ml (equivalente a 0,15 g de tejido) del extracto lipídico fueron

utilizados para la determinación de colesterol siguiendo la metodología descrita por Rhee et al (6,7). con las siguientes modificaciones (Smith S.B. comunicación personal) para la saponificación: el extracto fue colocado en un tubo de ensayo con tapa y se evaporó el solvente bajo una corriente de nitrógeno en un baño de agua a 55-60 °C, luego se le agregó 8 ml de KOH al 15 % (en etanol al 90 %) y 2 ml de pirogallool al 15 %. La mezcla se agitó en un Vortex®. Seguidamente, se llevó el tubo a un baño de agua con agitación y se saponificó durante 20 minutos a 80 °C. La muestra se dejó enfriar a temperatura ambiente y se le añadieron 5 ml de agua destilada. Los materiales insaponificables fueron extraídos dos veces con porciones de 10,0 ml de hexano, complementándose 20,0 ml de extracto a partir de la fase orgánica. A partir de este extracto se tomó una alícuota de 40,0 ml y se evaporó el hexano bajo una corriente de nitrógeno en baño de agua a 80 °C.

Para el ensayo colorimétrico de colesterol se siguió la metodología descrita por Searcy y Bergquist (23) usando ácido acético saturado con sulfato ferroso y ácido sulfúrico como reactivos para desarrollar el color. La curva estándar de colesterol fue construida utilizando soluciones de 0 a 80 µg de colesterol purificado (Cholesterol S.C.W. Nutritional Biochemicals Corporation, Cleveland-Ohio), la cual fue lineal en este rango. La absorbancia se midió utilizando un espectrofotómetro Shimadzu® UV-2101PC a una longitud de onda de 490 nm. Con los valores de absorbancia se determinó la concentración de colesterol para la alícuota y con los respectivos factores de dilución se calculó la concentración en 100 g de tejido fresco (carne cruda).

Análisis estadístico: Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con desigual número de observaciones en las subclases. Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el paquete estadístico S.A.S. (24), usando Análisis de Varianza por el Modelo Lineal General (GLM).

Un primer modelo de cuadrados mínimos incluyó los efectos fijos de condición sexual, tipo racial y edad dentaria y la interacción condición sexual x edad sobre las variables respuestas espesor de grasa, grado de acabado, puntuación de marmoleo y contenido de colesterol.

En un segundo modelo, la variación en contenido de colesterol fue analizada por los efectos fijos de el espesor de la grasa de cobertura de la canal, agrupado en cuatro niveles (1=0,1-0,2 cm; 2= 0,3-0,4 cm; 3= 0,5-0,9 cm and 4= >1,0 cm), el grado de acabado agrupado en tres niveles («Uniforme», «Desuniforme» y «En parches»), el marmoleo, la madurez fisiológica y la clasificación de la canal.

Las medias cuadráticas del contenido muscular de colesterol (mg/100 g de tejido fresco) fueron separadas según el método de diferentes predichas (opción PDIFF) del S.A.S. (24), cuando los efectos del Análisis de Varianza fueron detectados a un nivel $P < 0,10$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características de gordura corporal de la muestra: En la Tabla 1 se presentan los niveles de espesor de grasa a nivel del solomo y la distribución de la grasa de cobertura de la canal (grado de acabado), por la condición sexual y/o la edad. Ambas medidas de engrasamiento demostraron un mayor grado de gordura corporal en novillos y novillas, comparados con los toros ($P < 0,01$). La edad, estimada por la dentición, tuvo influencia en la gordura, pero no hubo diferencias significativas entre los más viejos (4 años o más) y los más jóvenes (2,5 años), que fueron los grupos más gordos. La

comparación entre tipos raciales no arrojó diferencias significativas en espesor de grasa (0,48 ± 0,1 vs. 0,42 ± 0,1 cm) o puntuación de acabado (1,6 ± 0,1 vs. 1,8 ± 0,1) para Cebú vs. Lechero, respectivamente (datos no tabulados). En general, los niveles de gordura aquí presentados variaron poco y corresponden a reses relativamente

magras, si estas se comparan, por ejemplo, con las norteamericanas: En novillos Angus X Hereford, el espesor de grasa subcutánea a este mismo nivel, puede fluctuar de 0,3 a más de 2,0 cm según el tiempo de ceba (0 a 196 días) con altos niveles de concentrados (13).

TABLA 1
Niveles de espesor de grasa y acabado de la canal para diferentes combinaciones de condición sexual con edad

Edad (años)	Condición Sexual				Acabado ⁽²⁾			
	Toro	Espesor de grasa ⁽¹⁾		Total	Toro	Novilla	Novillo	Total
		Novilla	Novillo					
2,5	0,14 ± 0,1	0,71 ± 0,1	0,51 ± 0,1	0,5 ± 0,1 ^{ab}	2,3 ± 0,3	1,3 ± 0,3	1,3 ± 0,3	1,6 ± 0,2
3,0	0,04 ± 0,2	0,59 ± 0,2	0,41 ± 0,1	0,4 ± 0,1 ^b	2,4 ± 0,4	1,4 ± 0,4	1,5 ± 0,2	1,7 ± 0,3
3,5	0,24 ± 0,2	0,20 ± 0,2	0,59 ± 0,1	0,3 ± 0,1 ^b	2,2 ± 0,3	2,0 ± 0,4	1,4 ± 0,1	1,9 ± 0,2
4,0	0,30 ± 0,1	0,96 ± 0,3	0,73 ± 0,2	0,7 ± 0,1 ^a	1,9 ± 0,3	1,1 ± 0,8	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,3
Total	0,20 ± 0,1 ^c	0,60 ± 0,1 ^d	0,60 ± 0,1 ^d		2,2 ± 0,2 ^e	1,4 ± 0,2 ^f	1,4 ± 0,2 ^f	

- (1) Niveles de espesor de grasa de la canal en cm.
- (2) Niveles de acabado de la canal, donde 1=Uniforme, 2=Desuniforme, 3=En parches, 4= Desprovisto.
- a,b Medias con letras diferentes para espesor de grasa de distintas edades son diferentes (P<0,10).
- c,d Medias con letras diferentes para espesor de grasa de distinta condición sexual son diferentes (P<0,01).
- e,f Medias con letras diferentes para acabado de canales de distinta condición sexual son diferentes (P<0,01).

Efecto de condición sexual, tipo racial, edad o madurez fisiológica: En la Tabla 2 se presentan los promedios y las medias cuadráticas de colesterol para los diferentes tipos raciales, edades y condiciones sexuales con sus respectivos niveles de marmoleo. Los valores de colesterol muscular para los estados de madurez fisiológica considerados en la muestra (A vs. B) se detallan en la Tabla 3.

TABLA 2

Medias ± Desviación Estándar (DE) y Medias ajustadas por mínimos cuadrados ± Error Estandar (MMC±ES) para contenido de colesterol, de acuerdo a la condición sexual, tipo racial y edad

Variable	Contenido de colesterol*			Nivel de marmoleo ⁽¹⁾
	N	Medias ± DE	MMC ± ES	
Condición Sexual				
Novillo	67	66,7 ± 17,3	74,4 ± 5,3 ^a	2,45 ± 0,94 ^a
Hembra	20	69,1 ± 17,3	63,0 ± 7,2 ^a	2,45 ± 0,60 ^a
Toro	62	64,5 ± 15,4	59,4 ± 6,5 ^a	1,50 ± 0,79 ^b
Tipo Racial				
Mestizos Lecheros	17	68,4 ± 21,4	71,7 ± 6,3 ^a	2,18 ± 1,19 ^a
Mestizos Zebú	132	65,8 ± 15,1	59,5 ± 4,5 ^b	2,05 ± 0,94 ^a
Edad (Años)				
2,5	34	63,8 ± 12,8	69,8 ± 6,1 ^a	1,71 ± 0,84 ^a
3,0	44	67,8 ± 18,3	62,5 ± 7,7 ^a	2,07 ± 0,83 ^a
3,5	48	65,0 ± 16,2	65,4 ± 5,7 ^a	2,12 ± 1,08 ^a
4,0	23	68,6 ± 15,0	67,6 ± 7,5 ^a	2,43 ± 0,99
Total de Muestra	149	66,6 ± 16,0		

- * Colesterol expresado en mg/100 g de tejido muscular fresco.
- (1) Niveles de marmoleo determinado por una escala del 1 al 5 donde 1=Nada; 2: Prácticamente desprovisto; 3= Trazas y 4= Pequeña cantidad.
- a,b Medias de cuadrados mínimos con letras diferentes en una misma variable difieren (P<0,10).

El análisis de varianza del primero modelo no reveló efectos de la condición sexual o edad, ni de la interacción condición sexual x edad sobre el contenido de colesterol. Tampoco la madurez (A vs. B), en el segundo modelo (Tabla 3) tuvo influencia sobre éste, todo lo cual coincide con los resultados obtenidos por otros investigadores (4, 10). A pesar de eso, algunos (4) reportan diferencias entre grupos más contrastantes en madurez (A= 15-18 meses v.s F= > 6 años) teniendo una mayor cantidad de colesterol los lípidos intramusculares de los animales más inmaduros, mientras otros (10, 13) muestran un incremento cúbico del colesterol en el músculo con el tiempo que pasen en ceba las reses.

TABLA 3

Medias ajustadas por mínimos cuadrados ± Error Estándar para el contenido de colesterol del músculo *longissimus* según la madurez y categoría venezolana en canal(1)

Variable	N	Contenido de colesterol*
Madurez		
A	83	67,4 ± 5,3 ^a
B	66	76,3 ± 5,5 ^a
Categoría Venezolana		
Optima	28	74,7 ± 6,3 ^a
Excelente	41	72,8 ± 6,7 ^a
Selecta	70	68,7 ± 6,0 ^a
Superior	9	71,3 ± 7,0 ^a

- * Colesterol expresado en mg/100 g de tejido muscular fresco
- (1) Decreto 181 (18)
- a Medias de cuadrados mínimos ± error estándar con letras iguales en una misma columna no difieren (P>0,10).

Se ha advertido (8) además, la posibilidad de conseguir diferencias en colesterol muscular entre toros y novillos ya que los novillos pueden contener un mayor contenido de grasa corporal y muscular que los toros, al ser criados bajo condiciones similares, un hecho bien sustentado por la literatura mundial (25). Estas diferencias en engorde entre clases sexuales también se evidenciaron en este estudio, a pesar de tratar con animales producidos en diversas circunstancias y lugares. El análisis de varianza en el primer modelo reveló que los solomos de toros presentaron un nivel de marmoleo más bajo (1.50 puntos, que describen algo más que «Nada»), diferente ($P < 0,10$) de aquellos de novillas y novillos (2,45 puntos) cuya media cuadrática superó el nivel descrito como «Prácticamente Desprovisto» (Tabla 2). Una mayor visibilidad de lípidos a través de la evaluación del marmoleo supone para muchos una mayor acumulación de colesterol en el músculo y sin embargo, esto no fue constatado en la comparación de las condiciones sexuales.

Aproximadamente el 60-80 % del colesterol total en el tejido muscular está ubicado en el componente de membrana, mientras que el resto se ubica en el componente de almacenamiento (12). Sea toro o novillo(a), es obvio que cualquiera de sus niveles medios de marmoleo, indica carnes de alta magrez. En este tipo de carnes se presume la predominancia de lípidos (i.e. colesterol) componentes de membrana, que en cantidad constante e invisible, ayudaría a explicar la ausencia de diferencias en colesterol muscular entre Toros y Novillo(a)s, de marmorización estadísticamente distinta, pero sumamente escasa. Sin embargo, este argumento pierde fuerza con la diferencia hallada entre tipos raciales.

En la Tabla 2 puede verse que, a pesar que el nivel de marmoleo no varió ($P > 0,10$) en función del tipo racial, el músculo *longissimus* de animales mestizos lecheros mostró niveles de colesterol más altos ($P = 0,08$) que los mestizos Cebú, con una diferencia absoluta de 12,2 mg/100 g. Dado que fue imposible detectar la inferioridad en tenor graso de los mestizos Cebú a través de la estimación visual (marmoleo), mucho más difícil sería sospechar sus diferencias con los Lecheros en colesterol muscular.

Por lo anteriormente discutido, unos le restan importancia (6) y otros descartan (4) al marmoleo, aun presente en cantidades manifiestas, como indicativo del contenido de colesterol muscular. Si bien es cierto que han encontrado alguna diferencia significativa en el contenido de colesterol entre bistés crudos con diferentes niveles de marmoleo (6), estas diferencias sólo se presentaron al comparar el nivel de «Prácticamente Desprovisto» (PD) con los niveles superiores de la escala de abundancia utilizada en gradación estadounidense (USDA). La escala del USDA (19) es de un espectro más amplio que la nuestra (i.e. PD, «Trazas», «Ligero», «Pequeño», «Modesto», «Moderado», «Ligeramente abundante» y «Moderadamente abundante») por tratar con animales más gordos. Es de resaltar que, nuestro nivel máximo de marmoleo, «Pequeña cantidad», equivalente a cantidades que van de «Ligero» a «Pequeño» en la del USDA (19), tan solo fue observado en tres animales de la muestra, y los otros niveles superiores de la escala USDA (19), no estuvieron presentes.

Se ha reportado la dificultad de la especie *Bos indicus* (al cual pertenecen las razas cebuínas) y sus cruces para acumular lípidos intramusculares y alcanzar niveles elevados de marmoleo, aun en sistemas de ceba con raciones altas en energía (26) y sin embargo, no se habían detectado diferencias en contenido de colesterol muscular entre razas del *B. indicus* y aquellas del *B. taurus* más propensas al marmoleo, como la Hereford (11). Tampoco se han detectado diferencias en colesterol muscular entre diferentes tipos del *B. taurus* (9,10). Se necesitan de estudios más controlados para corroborar y

dilucidar el efecto genético aquí detectado. Se advierte que si bien la tesis del marmoleo queda en entredicho hasta esta parte de la discusión, no se contó con un número de abundante de muestras del mestizo Lechero que pudiera constatar estadísticamente la tendencia a un marmoleo ligeramente mayor frente a los mestizos Cebú (Tabla 2).

Efecto de la gordura corporal o muscular (marmoleo) o clasificación de la canal sobre el contenido de colesterol: Esta parte del estudio aclara el efecto de la gordura del animal, especialmente el marmoleo, sobre el contenido de colesterol muscular. El análisis de la varianza (modelo 2) no alcanzó a detectar ningún efecto ($P > 0,10$) del espesor de la grasa de cobertura del solomo, el grado de acabado de la canal o la puntuación de marmoleo en el músculo, sobre el contenido de colesterol en la carne despojada de su grasa de cobertura (Tabla 4). Tampoco se observaron diferencias de significación estadística entre las diferentes categorías en canal alcanzadas por la clasificación del MAC (Tabla 3). Este hallazgo va en contra de la viabilidad de seleccionar animales, canales o cortes de solomo con poca o ninguna grasa en el interior o en el exterior de la carne cruda, o de determinada categoría MAC, en el entendido de poder controlar el contenido de colesterol. Coincide plenamente con autores de otros países que infructuosamente han pretendido buscar una relación entre los indicadores del engrasamiento de la canal o sus cortes y la concentración de colesterol en la carne magra (4,5,10).

TABLA 4

Medias ajustadas por mínimos cuadrados \pm Error Estándar para el contenido de colesterol del músculo *longissimus*, de acuerdo al nivel de marmoleo, espesor de grasa y acabado de canal

Variable	N	Contenido colesterol*
Nivel de marmoleo		
Nada	55	64.3 \pm 4.2 ^a
Prácticamente desprovisto	35	63.1 \pm 4.6 ^a
Trazas	55	67.7 \pm 3.9 ^a
Pequeña cantidad	3	67.2 \pm 10.4 ^a
Espesor de grasa (1)		
1	53	62.8 \pm 4.3 ^a
2	42	66.4 \pm 4.9 ^a
3	42	67.5 \pm 5.3 ^a
4	12	65.7 \pm 6.9 ^a
Acabado		
Uniforme	71	69.5 \pm 2.8 ^a
Desuniforme	59	67.4 \pm 2.8 ^a
En parches	17	65.5 \pm 4.8 ^a

* Colesterol expresado en mg/100 g de tejido muscular fresco

(1) Niveles de espesor de grasa agrupados en una escala del 1 al 4, donde: 1: canales con espesor de grasa de 0.1 a 0.2 cm, 2: de 0.3 a 0.4 cm, 3: de 0.5 a 0.9 cm y 4: mayor espesor de grasa de 0.1 a 0.2 cm, 2: de 0.3 a 0.4 cm, 3: de 0.5 a 0.9 cm y 4: mayor de 1.0 cm.

^a Medias de cuadrados mínimos \pm error estándar con letras iguales en una misma columna no difieren ($P > 0,10$).

El contenido de colesterol intramuscular en la muestra tuvo una media de 66,6 mg/100 g con una desviación estándar de 16 mg. En general, este valor promedio fue relativamente menor a los datos

presentados en Venezuela (15) para el mismo Solomo entero ($85,4 \pm 1,6$ mg/100 g) o molido con su grasa ($79,5 \pm 1,8$ mg/100 g). Con referencia a estos datos (15), luce incongruente un menor valor para el corte molido con grasa, ya que se ha reportado que la fracción grasa, en base húmeda, contiene más colesterol que la fracción muscular (7-9).

Los valores de un reporte estadounidense del contenido de colesterol, determinado colorimétricamente (6) para el mismo músculo, con niveles de marmoleo comparables a los nuestros como «Pequeño» (64,0 mg/100 g), «Ligero» (59,95 mg/100 g), «Trazas» (60,06 mg/100 g) o «Prácticamente Desprovisto» (51,77 mg/100 g), se incluyen en el rango de nuestra muestra. Los valores de colesterol para el marmoleo observado en nuestros animales, tampoco lucen diferentes de los reportados con niveles más altos de marmoleo en Estados Unidos (6,10,13). Se ha sugerido que el análisis colorimétrico puede sobrestimar el contenido de colesterol (27) y que esto pudiera explicar la diferencia entre el promedio de un grupo de trabajo (13) que, utilizando cromatografía en fase gas-líquido, obtuvo una media de 52,10 mg/100 g y otro (10) que obtuvo un valor superior (63-32 mg/100 g) con colorimetría. Aun así, cualquiera de estos dos reportes, con reses cebadas de Norteamérica, se encuentra en nuestro marco de valores.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) el financiamiento parcial de esta investigación y al Matadero Industrial Centro Occidental C.A., el apoyo logístico y financiero, especialmente, la invaluable cooperación de su personal veterinario, empleados y obreros. A los Drs. Ki Soon Rhee y Stephen Smith, de la Sección de Carnes y Biología Muscular (Animal Science Department) de la Universidad de Texas A & M por suplir la descripción, paso a paso, de sus técnicas. A la Lic. Soján Uzcátegui, nuestra gratitud por la colaboración prestada en la extracción lipídica de las muestras.

REFERENCIAS

1. Abreu Olivo E. & Ablan de Flores E. Evolución de la disponibilidad lipídica en Venezuela 1970-1992. Arch Latinoamer Nutr. 44:207-22. 1994.
2. Huerta Leidenz N. Perspectiva de la carne de res y sus lípidos en 1990. Un modelo descriptivo de producción, uso, componentes e ingestión en Venezuela. Rev. Fac. Agron (LUZ). 10 (Sup 1): 9-28. 1993.
3. Smith D.R. Lipid composition of red meat & factors that influence risk for coronary heart disease. Rev. Fac. Agron (LUZ), 10 (Sup 1):35-41. 1993.
4. Stromer M.H., Goll D.E. & Roberts J.H. Cholesterol in subcutaneous and intramuscular lipid depots from bovine carcasses of different maturity and fatness. J. Anim Sci 25:1145-1147. 1966.
5. Feeley R.M., Criner P.E. & Watt B.K. Cholesterol content of Foods. J. Am Dietet Assoc. 61:134-149. 1972.
6. Rhee K.S., Dutson T.R., Smith G.C., Hostleter R.L. & Reiser R. Cholesterol content of raw and cooked beef longissimus muscles with different degrees of marbling. J. Food Sci 47:716-719. 1982.
7. Rhee K.S., Dutson T.R. & Smith G.C. Effect of changes in intermuscular and subcutaneous fat levels on cholesterol content of raw and cooked beef steaks. J. Food Sci 47:1638-1642. 1982.
8. Eichhorn J.M., Wakayama E.J., Blomquist G.J. & Bailey C.M. Cholesterol content of muscle and adipose tissue from crossbred bulls and steers. Meat Sic 16:71-78. 1986.
9. Eichhorn J.M., Coleman L.J., Wakayama E.J., Blomquist G.J., Bailey C.M. & Jenkins T.G. Effects of breed type and restricted versus ad libitum feeding on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from mature bovine females. J. Anim Sci 63:781-794. 1986.
10. Wheeler T.L., Davis G.W., Stoecker B.J. & Harmon C.J. Cholesterol concentration of longissimus muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types. J. Anim Sci 65:1531-1537. 1987.
11. Koch R.M., Crouse J.D. & Seideman S.C. Bison, Brahman and Hereford carcass characteristics. Abstracts: Mid Sect. Am Soc. Anim Sci. paper N° 94 p.124. 1987.
12. Hoelscher L., Savell J.W. & Cross H.R. Subcellular distribution of cholesterol within muscle and adipose tissues of beef loin steaks. J. Foods Sci. 53:718-722. 1988.
13. Duckett S.K., Wagner D.G., Yates L.D., Dolezal H.G. & May S.G. Effects of time on feed on beef nutrient composition. J. Anim Sic 71:2079-2088. 1993.
14. Grasas, Aceites y Oleaginosas en Venezuela. Serie Eventos Técnicos N° 3. Ed. CIEPE San Felipe, Venezuela. 1985.
15. Labrador O.L., Sangronis E. & Brito O. Determinación del contenido de colesterol de algunos alimentos de amplio consumo en Venezuela. Act Cient. Venez. 38:262-265. 1987.
16. INN. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Instituto Nacional de Nutrición. Pub. N° 47 (Serie Cuadernos Azules). Revisión 1991.
17. Sissons S. & Grossman J.D. Anatomía de los Animales Domésticos. Caracas, Ed. Salvat. 1966.
18. Decreto Presidencial N° 181. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 35-486. 1994.
19. USDA. Official United States Standards for Grades of Beef Carcass. United States Department of Agriculture. Agr. Marketing Service. Washington, D.C. 1989.
20. Jerez-Timaure N.N., Huerta Leidenz E., Rincón Urdaneta E. & Arispe M. Estudio preliminar sobre las características que afectan las propiedades organolépticas de solomos de res en Venezuela. Rev. Fac Agron (LUZ) 11:283-295. 1994
21. COVENIN. Carne de Bovino. Definición e Identificación de Piezas de un Canal. Norma Venezolana COVENIN 435-82 C.D.U. 637. 51:636. 2:0014. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela. 1982.
22. Folch J., Lees M. & Sloane Stanley G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J. Biol Chem 226: 497-509. 1957.
23. Searcy R.L. & Bergquist L.M. A new color reaction for the quantitation of serum cholesterol. Clin Chim Acta 5:102. 1960.
24. S.A.S. S.A.S. User's Guide: Statistics. Statistical Analysis System Institute, Inc. Cary, NC. 1985.
25. Huerta Leidenz N. y Ríos G. La castración del bovino a diferentes estadios de su crecimiento. II. Las características de la canal. Una revisión. Rev. Fac. Agron (LUZ) 10:163-187. 1993.
26. Crouse J.D., Cundiff L.V., Koch R.M., Koohmarie M. & Seideman S.C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. J. Anim Sic. 67:2661. 1989.
27. Marshall M.W., Clevidence B.A., Thompson R.H. & Judd J.T. Problems in estimating amounts of food cholesterol 2: Three methods for self-selected diets. J. Food Comp Anal. 2:228. 1989.

Recibido: 19-10-1995

Aceptado: 11-06-1996